

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Mojca PRIMOŽIČ

**SPREJEMLJIVOST MESNE EMULZIJE  
Z MANJ SOLI IN NATRIJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Mojca PRIMOŽIČ

**SPREJEMLJIVOST MESNE EMULZIJE  
Z MANJ SOLI IN NATRIJA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**ACCEPTANCE OF MEAT EMULSION  
WITH LESS SALT AND SODIUM**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Praktični del je bil opravljen 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 somentorja dr. Tomaž Polak, za recenzentko pa doc. dr. Lea Pogačnik.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Somentor: dr. Tomaž Polak

Recenzentka: doc. dr. Lea Pogačnik

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Mojca Primožič

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD	Dn
DK	UDK 637.52.035:664.4(043)=163.6
KG	emulzije / mesne emulzije / vsebnost soli / nitritna sol / morska sol / kosmičena sol / solni cvet / fizikalno-kemijske lastnosti / tekstura / senzorične lastnosti
AV	PRIMOŽIČ, Mojca
SA	ŽLENDER, Božidar (mentor) / POLAK, Tomaž (somentor) / POGAČNIK, Lea (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2012
IN	SPREJEMLJIVOST MESNE EMULZIJE Z MANJ SOLI IN NATRIJA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XI, 57 str., 28 preg., 13 sl., 81 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Prehranske študije opozarjajo na povezavo med prekomernim vnosom NaCl in poslabšanjem zdravja. Živilska industrija poskuša zmanjšati dodatek NaCl v mesnih izdelkih. Cilj diplomskega dela je bil uporabiti različne vrste soli ter ugotoviti, pri kateri nižani koncentraciji so mesne emulzije še sprejemljive kakovosti. Za pripravo mesnih emulzij smo uporabili štiri vrste soli (nitritno, morsko, kosmičeno, solni cvet) v sedmih različnih koncentracijah (od 1,1 % do 1,7 %). Ovrednotili smo kemijske parametre mesnih emulzij (vsebnost soli z metodo po Volhardu in z natrijevo ionoselektivno elektrodo), stabilnost, instrumentalno teksturo (TPA-test in Warner-Bratzler strižno trdnost) in barvo (vrednosti L*, a*, b*) s kromometrom ter senzorično kakovost. Mesne emulzije z nitritno soljo imajo značilno bolj izraženo vrednost a* (rdeč odtenek) in senzorično najboljše ocenjeno barvo ter skupni vtis v primerjavi z drugimi solmi. Različne vrste soli ne vplivajo na teksturo in zaznan je trend boljše stabilnosti mesnih emulzij z manjšo koncentracijo soli. Na splošno se aroma in slanost mesnih emulzij slabšata ob zmanjševanju koncentracije soli. Mesne emulzije z nitritno soljo imajo sprejemljivo senzorično kakovost pri nižani koncentraciji na 1,2 %. Mesne emulzije s kosmičeno soljo obdržijo sprejemljivo slanost, aromo in teksturo, pri nižani koncentraciji do 1,2 %. Izdelki emulzij z dodano morsko soljo ali solnim cvetom ohranijo sprejemljiv slan okus, aromo in teksturo do nižane koncentracije 1,4 %. Korelacije med senzorično ocenjeno barvo in instrumentalnimi vrednostmi L*, a* in b* so statistično zelo visoko značilne. Najvišji Pearsonovi koeficienti korelacije so med vrednostmi a* in senzorično oceno barve. Na skupni vtis najbolj vpliva ocena barve, medtem ko ima ocena teksture najmanjši vpliv.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn  
DC UDC 637.52.035:664.4(043)=163.6  
CX emulsions / meat emulsions / content of salt / nitrite salt / sea salt / flake salt / salt flower / physicochemical properties / texture / sensory properties  
AU PRIMOŽIČ, Mojca  
AA ŽLENDER, Božidar (supervisor) / POLAK, Tomaž (co-advisor) / POGAČNIK, Lea (reviewer)  
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101  
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology  
PY 2012  
TI ACCEPTANCE OF MEAT EMULSION WITH LESS SALT AND SODIUM  
DT Graduation Thesis (University studies)  
NO XI, 57 p., 28 tab., 13 fig., 81 ref.  
LA sl  
AL sl/en  
AB Nutrition studies highlight the link between excessive intake of sodium chloride and deterioration of health. Food industry seeks to reduce the addition of sodium chloride in meat products. The aim of this thesis was to use different types of salts and to determine at which concentrations are reduced meat emulsion in an acceptable quality. For the preparation of meat emulsions we used four kinds of salt (nitrite, sea, flake, salt flower) in seven different concentrations (from 1.1 % to 1.7 %). We determined chemical parameters of meat emulsions (salt content by the method according to Volhard and the sodium ion selective electrode), stability, instrumental texture (TPA-test and the Warner-Bratzler shear force) and color (the value of  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) by chromometer and sensory quality. Meat emulsions with added nitrite salt have significantly more pronounced value  $a^*$  (red color) and sensory color and rated the best overall impression compared to other salts. Different types of salt do not affect the texture. We perceive trend of better stability of meat emulsions with a low salt concentration. Meat emulsions with nitrite salt are of acceptable sensory quality at a reduced concentration of 1.2 %. Meat emulsions with flake salt retain acceptable salty taste, flavor and texture with a reduced concentration of 1.2 %. Emulsions with added sea salt or salt flower maintain acceptable salty taste, flavor, aroma and texture to a reduced concentration of 1.4 %. Correlations between sensory and instrumental color of the values  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  are statistically very highly significant. The highest Pearson correlation coefficients are between  $a^*$  values and sensory evaluation of color. An overall impression is the most influenced by sensory evaluation of color, while the sensory evaluation of texture has the lowest impact.

## 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>X</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>XI</b>
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 OPREDELITEV PROBLEMA .....	1
1.2 CILJ RAZISKOVANJA .....	1
1.3 DELOVNE HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 ZGODOVINA UŽIVANJA SOLI .....	3
2.2 UŽIVANJE SOLI V DANAŠNJEM ČASU .....	4
2.2.1 Viri NaCl v državah po svetu .....	4
2.2.2 Viri NaCl v Sloveniji .....	4
2.2.3 Vir NaCl v mesninah .....	4
2.3 LASTNOSTI NATRIJEVEGA KLORIDA .....	5
2.3.1 Zaznavanje slanosti .....	5
2.3.2 Lastnosti Na <sup>+</sup> .....	6
2.3.2.1 Vnos Na <sup>+</sup> v Sloveniji .....	7
2.3.2.2 Potrebe po Na <sup>+</sup> .....	7
2.3.2.3 Ravnovesje med Na <sup>+</sup> in K <sup>+</sup> v telesu .....	7
2.3.3 Lastnosti Cl <sup>-</sup> .....	8
2.3.3.1 Potrebe po Cl <sup>-</sup> .....	8
2.4 VPLIV NATRIJEVEGA KLORIDA NA ZDRAVJE .....	8
2.4.1 Vpliv NaCl na krvni tlak ter bolezni srca in ožilja .....	8
2.4.2 Vpliv vnosa NaCl na pojav raka .....	10
2.4.3 Vpliv zmanjšanja NaCl na oskrbo z jodom .....	10
2.5 FUNKCIONALNE LASTNOSTI NATRIJEVEGA KLORIDA .....	11
2.5.1 Vpliv NaCl na proteine .....	11
2.5.2 Vpliv NaCl na SVV .....	11
2.5.3 Protimikrobni učinek NaCl .....	12
2.5.4 Vpliv NaCl na okus .....	12
2.6 NEGATIVNI TEHNOLOŠKI UČINKI NATRIJEVEGA KLORIDA .....	13
2.6.1 Spremembe barve mesa in mesnih izdelkov .....	13
2.6.2 Oksidacijske spremembe maščob .....	13
2.7 ZMANJŠEVANJE NATRIJEVEGA KLORIDA .....	13
2.7.1 Pristopi zmanjševanja NaCl v mesninah .....	13
2.7.1.1 Osveščanje ljudi o vlogi NaCl in postopno zniževanje pričakovane slanosti .....	13
2.7.1.2 Izbira surovine .....	14
2.7.1.3 Nadomestne soli in dodatki .....	14
2.7.1.4 Uporaba ojačevalcev arome in maskirnih snovi .....	16
2.7.1.5 Izboljšanje lastnosti NaCl .....	16
2.7.1.6 Tehnološki postopki .....	16
2.7.2 Možnosti zmanjšanja NaCl pri nekaterih skupinah mesnin .....	17

2.7.2.1	Mesni sekljanci in preoblikovanci.....	17
2.7.2.2	Barjene klobase in kuhane šunke .....	17
2.7.2.3	Suhe klobase in suho meso.....	18
<b>2.7.3</b>	<b>Posledice zmanjšanja NaCl.....</b>	<b>18</b>
2.7.3.1	Tekstura izdelkov z manj NaCl.....	18
2.7.3.2	Mikrobiologija izdelkov z manj NaCl.....	18
2.8	HRENOVKE .....	19
2.9	KEMIJSKE METODE DOLOČANJA VSEBNOSTI NaCl IN Na <sup>+</sup> .....	20
<b>2.9.1</b>	<b>Titracija .....</b>	<b>20</b>
2.9.1.1	Določanje vsebnosti NaCl po Volhardu.....	20
2.9.1.2	Določanje vsebnosti NaCl po Mohr-u.....	20
<b>2.9.2</b>	<b>Potenciometrija.....</b>	<b>20</b>
2.9.2.1	Določanje vsebnosti Na <sup>+</sup> z ionoselektivno elektrodo.....	20
<b>3</b>	<b>MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>21</b>
3.1	MATERIAL.....	21
3.2	NAČRT POSKUSA.....	21
<b>3.2.1</b>	<b>Sestava in priprava mesne emulzije.....</b>	<b>22</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Polnjenje in toplotna obdelava .....</b>	<b>22</b>
3.3	METODE DELA .....	23
<b>3.3.1</b>	<b>Kemijske metode .....</b>	<b>23</b>
3.3.1.1	Določanje vsebnosti NaCl (Volhard).....	23
3.3.1.2	Določanje vsebnosti Na <sup>+</sup> (natrijeva ionoselektivna elektroda).....	24
3.3.1.3	Stabilnost mesne emulzije (Kim in sod., 2010).....	25
3.3.1.4	Določanje kemijskih parametrov mesne emulzije z 1,4 % nitritne soli .....	25
<b>3.3.2</b>	<b>Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti mesne emulzije.....</b>	<b>26</b>
3.3.2.1	Texture profile analyser (TPA) .....	26
3.3.2.2	Warner-Bratzler.....	27
<b>3.3.3</b>	<b>Instrumentalna analiza barve mesne emulzije .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Senzorična analiza .....</b>	<b>28</b>
<b>3.3.5</b>	<b>Statistična analiza .....</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>REZULTATI.....</b>	<b>30</b>
4.1	KEMIJSKI PARAMETRI KAKOVOSTI.....	30
<b>4.1.1</b>	<b>Vsebnost NaCl (Volhard).....</b>	<b>30</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Vsebnost Na<sup>+</sup>, določena z Na-ISE.....</b>	<b>31</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Stabilnost mesne emulzije .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.4</b>	<b>Vsebnost vode, mineralnih snovi, beljakovin, maščob, koencima Q<sub>10</sub> in holesterola v mesni emulziji z 1,4 % nitritne soli .....</b>	<b>32</b>
4.2	INSTRUMENTALNE TEKSTURNE LASTNOSTI MESNIH EMULZIJ.....	33
<b>4.2.1</b>	<b>Analiza profila teksture (Texture profile analysis – TPA) .....</b>	<b>34</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Rezna trdnost z Warner-Bratzler metodo.....</b>	<b>36</b>
4.3	INSTRUMENTALNA ANALIZA BARVE MESNIH EMULZIJ .....	37
4.4	SENZORIČNA KAKOVOST EMULZIJ .....	40
4.5	KORELACIJSKA ANALIZA .....	42
<b>4.5.1</b>	<b>Korelacije med senzorično oceno barve in instrumentalnimi vrednostmi L*, a* in b* mesnih emulzij .....</b>	<b>42</b>
<b>4.5.2</b>	<b>Korelacije med senzoričnimi lastnostmi (barva, slanost, aroma, tekstura) in skupnim vtisom.....</b>	<b>43</b>
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b>	<b>44</b>

5.1	RAZPRAVA.....	44
5.1.1	Mesne emulzije s kosmičeno soljo.....	44
5.1.2	Mesne emulzije z morsko soljo.....	44
5.1.3	Mesne emulzije z nitritno soljo.....	45
5.1.4	Mesne emulzije s solnim cvetom.....	45
5.2	SKLEPI.....	46
6	POVZETEK.....	47
7	VIRI.....	49
ZAHVALA		



## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Vsebnost NaCl in Na <sup>+</sup> v 100 g nekaterih tipičnih mesninah, proizvedenih v Sloveniji (SI), na Irskem/Veliki Britaniji (IRL/VB) ter v ZDA (Žlender, 2011).....	5
Preglednica 2: Mesni izdelki z nizko vsebnostjo NaCl ali Na <sup>+</sup> na Irskem/Veliki Britaniji in v ZDA (Desmond, 2006).....	5
Preglednica 3: Ocenjene vrednosti za najmanjše dnevne vnose Na <sup>+</sup> (DGE, 2008).....	7
Preglednica 4: Vpliv tipa soli na izboljšanje njenih tehnoloških lastnosti (Žlender, 2010).16	
Preglednica 5: Ciljno zniževanje NaCl v mesninah v obdobju do leta 2018 (Žlender, 2010) .....	17
Preglednica 6: Receptura za mesne emulzije, izračunano na 2 kg in 56 kg končnega proizvoda .....	22
Preglednica 7: Eksperimentalne skupine, glede na količino dodane soli in njeno vrsto.....	22
Preglednica 8: Rezultati meritev kemijskih parametrov mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. ....	30
Preglednica 9: Povprečna vsebnost NaCl (%) v mesnih emulzijah z dodanimi različnimi vrstami soli .....	30
Preglednica 10: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC), dodatka soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na vsebnost soli v mesnih emulzijah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	30
Preglednica 11: Povprečna vsebnost NaCl (%) v mesnih emulzijah z dodanimi različnimi vrstami soli (KS, MS, NS, SC) (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	31
Preglednica 12: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC), dodatka soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na vsebnost Na <sup>+</sup> v mesnih emulzijah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	31
Preglednica 13: Stabilnost mesnih emulzij z dodanimi različnimi vrstami soli (KS, MS, NS, SC) (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	32
Preglednica 14 : Vpliv različnih skupin soli (KS, MS, NS, SC) na izmerjeno stabilnost mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	32
Preglednica 15: Kemijska sestava mesnih emulzij z 1,4 % nitritne soli .....	32
Preglednica 16: Rezultati meritev teksturnih lastnosti mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. ....	33

Preglednica 17: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) na instrumentalno (TPA) izmerjene teksturne lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	34
Preglednica 18: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) in njihove koncentracije na instrumentalno (TPA) izmerjene teksturne lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ). .....	34
Preglednica 19: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) na instrumentalno (Warner-Bratzler) izmerjeno rezno trdnost mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ). .....	36
Preglednica 20: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na instrumentalno rezno trdnost hrenovk (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ). .....	36
Preglednica 21: Rezultati za instrumentalne parametre barve mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	37
Preglednica 22: Vpliv različnih vrst soli (MS, KS, NS, SC) in različnih pogojev shranjevanja (sveži rez, sobna T, hladilnik) na vrednosti L*, a* in b* mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ). .....	38
Preglednica 23: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na instrumentalno izmerjeno barvo mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	39
Preglednica 24: Rezultati ocenjevanja senzoričnih parametrov kakovosti mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	40
Preglednica 25: Vpliv različnih vrst soli (MS, KS, NS, SC) na senzorične lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ) .....	40
Preglednica 26: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na senzorične lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ). .....	41
Preglednica 27: Pearsonovi koeficienti korelacije (r) med L*-, a*-, b*- vrednostmi in senzorično oceno barve hrenovk na prerezu.....	43
Preglednica 28: Pearsonovi koeficienti korelacije (r) med senzoričnimi lastnostmi (barva, aroma, slanost, tekstura) in skupnim vtisom .....	43

## KAZALO SLIK

Slika 1: Zaznava okusov pri različnih koncentracijah NaCl (Beeren, 2009) .....	6
Slika 2: Povezava izmerjene koncentracije izločenega Na <sup>+</sup> v urinu z naraščanjem sistoličnega krvnega tlaka s starostjo prilagojenim na indeks telesne mase (ITM) in vnos alkohola (Intersalt Cooperative Research Group, 1988: 323) .....	9
Slika 3: Povezava izmerjene koncentracije izločenega Na <sup>+</sup> v urinu z naraščanjem diastoličnega krvnega tlaka s starostjo prilagojenim na ITM in vnos alkohola (Intersalt Cooperative Research Group, 1988: 323) .....	9
Slika 4: Vpliv vnosa NaCl na pojav smrti zaradi želodčnega raka v 24 državah pri moških (Joossens in sod., 1996: 496).....	10
Slika 5: Povezava med SVV in vrednostjo pH v soljenem in pustem mesu (Žlender, 2010) .....	11
Slika 6: Povečanje prostorov med filamentu pri dodatku NaCl (Žlender, 2010).....	12
Slika 7: Zaznava okusov pri različnih koncentracijah KCl (Beeren, 2009) .....	14
Slika 8: Kosmična sol .....	21
Slika 9: Merjenje analize profila teksture (TPA) za mesno emulzijo z dodano 1,6 % morske soli. ....	26
Slika 10: Oblika rezila, ki smo ga uporabili pri merjenju teksture po Warner-Bratzlerjevi metodi (Texture Technologies, 2012). ....	27
Slika 11: Merjenje strižnih sil z metodo po Warner-Bratzler-ju za mesno emulzijo z dodanim 1,7 % solnega cveta. ....	27
Slika 12: Vsebnost vode v različnih vrstah soli (nitritna sol, morska sol, kosmična sol, solni cvet). ....	33
Slika 13: Vpliv različnih shranjevanj mesnih emulzij (sveži rez, sobna temperatura, hladilnik) na vrednosti L*, a* in b*.....	37

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ISA	raztopina Ionic Strength Adjustment
KS	kosmičena sol
MS	morska sol
Na-ISE	natrijeva ionoselektivna elektroda
NS	nitritna sol
SC	solni cvet
SVV	sposobnost mesa za vezanje vode

## 1 UVOD

### 1.1 OPREDELITEV PROBLEMA

NaCl je sestavina, ki se na široko uporablja doma, v prehrabnih storitvah ter živilski industriji. Soljenje živil je ena izmed najstarejših metod konzerviranja (Man, 2007). NaCl ima v živilih različne tehnološke funkcije, da značilen slan okus ter ojača aromo oziroma okus izdelka, izboljša sposobnost vezanja vode in s tem poveča ekonomičnost proizvodnje in nenazadnje vpliva na lastnosti teksture živila (Žlender, 2011).

Praljudje so nekaj milijonov let uživali manj kot 0,5 g NaCl na dan (Lilić in Matekalo-Sverak, 2011), sedaj pa je povprečni dnevni vnos NaCl kar od 9 do 12 g (He in MacGregor, 2007). Povečan vnos NaCl je povezan s fiziološkimi, socialnimi, senzoričnimi, kulturnimi, etničnimi, ekonomskimi ter tehnološkimi dejavniki (Purdy in Armstrong, 2007). Povezujejo ga s povečanim krvnim pritiskom, boleznimi srca in ožilja, boleznimi ledvic ter tveganjem za demineralizacijo kosti (Antonios in MacGregor, 1997).

Bolezni srca in ožilja so glavni vzrok smrti na svetu. 80 % le-teh je posledica povišanega krvnega tlaka, kajenja ter povišanega holesterola. Med omenjenimi vzroki je povišan krvni tlak najbolj pomemben neposreden vzrok smrti na svetu. Je posledica visokega vnosa  $\text{Na}^+$ , nizkega vnosa  $\text{K}^+$ , debelosti ter pomanjkanja telesne aktivnosti (WHO, 2007).

Rezultati raziskav kažejo, da obstaja povezava med hipertenzijo in vnosom NaCl. To je opozorilo predelovalno živilsko industrijo, naj uporablja manj NaCl, nutricionisti pa naj spodbujajo uporabo manjših količin NaCl v gospodinjstvih (Walsh, 2007).

V razvitih državah se največ NaCl zaužije s predelano hrano in s hrano, zaužito zunaj doma (Liem in sod., 2011). Majhen delež zaužitega NaCl predstavlja med kuhanjem in pri mizi dodan NaCl (Angus, 2007). Slovenci največji delež NaCl zaužijemo z različnimi vrstami kruha ter z mesnimi izdelki (Vertnik, 2008).

Poznamo različne pristope, s katerimi lahko zmanjšamo količino NaCl v hrani. Lahko zmanjšamo količino dodanega NaCl. Možna je uporaba nadomestkov, kot so zelišča, začimbe itd., ki dajo zeleno aromo. Lahko uporabimo nadomestne soli, kjer namesto  $\text{Na}^+$  uporabimo  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  itd. Možna je uporaba inhibitorjev grenkobe. Ojačevalci slanega okusa, kot so glicin, laktati itd., povečajo zaznavo slanosti NaCl, ne da bi sami imeli izrazito močan slan okus. Lahko izboljšamo tudi tehnološke lastnosti NaCl (Kilcast in den Ridder, 2007).

### 1.2 CILJ RAZISKOVANJA

Cilj diplomskega dela je zmanjšati vsebnost  $\text{Na}^+$  v mesni emulziji z zamenjavo NaCl z drugimi solmi, ki so tehnološko bolj učinkovite. Narediti želimo mesno emulzijo kot barjeno klobaso z manj NaCl in posledično z manj  $\text{Na}^+$ , izdelek pa bo sprejemljive tehnološke in senzorične kakovosti.

### 1.3 DELOVNE HIPOTEZE

Pričakujemo, da:

- mesne emulzije z manjšo vsebnostjo soli kažejo slabšo stabilnost emulzije, saj izločajo več vode in maščobe,
- so senzorične lastnosti mesnih emulzij z manj soli drugačne, predvsem okus, aroma in tekstura,
- je barva mesnih emulzij z različnimi solmi in koncentracijami soli različna.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 ZGODOVINA UŽIVANJA SOLI

Več milijonov let so naši predniki uživali hrano z manj kot 0,25 g NaCl dnevno. Naravna živila vsebujejo dovolj  $\text{Na}^+$ , ki zadostujejo za naselitev tudi izven obmorskih območij. Vendarle pa je NaCl imel pomembno vlogo v razvoju civilizacij. Kitajci naj bi namreč pred 5000 leti ugotovili, da sol lahko uporabijo kot konzervans. To je omogočilo razvoj ustaljenih skupnosti. NaCl je bil tudi visoko obdavčen. Sprva je bila proizvodnja NaCl draga. Bil je obravnavan kot razkošje, vendar je z rudniki soli postal bolj dostopen in so ga dodajali tudi svežim živilom (He in MacGregor, 2007). NaCl so pridobivali iz morske vode ali iz rudnikov soli. Najstarejši rudniki na svetu so bili v hribih. Tu so kopali NaCl, ga pakirali v usnjene torbe ter ga transportirali z živalmi. Z njim so trgovali za jantar, zlato in baker. To je bil eden izmed prvih načinov trgovinske menjave. Nekatere ceste so celo poimenovane po soli (Lilić in Matekalo-Sverak, 2011).

Najstarejši podatki o uporabi NaCl v medicinske namene so iz 3 000 let pr. n. št. Povezani so z egiptovskim graditeljem in zdravnikom Imophepajem, ki je trdil, da NaCl posuši okužene rane in lahko upočasni vnetne procese. Uporaba NaCl v medicini se je nadaljevala s Hipokratom v starodavni Grčiji. Paracelsus je vključeval NaCl kot tretji element poleg žvepla in živega srebra ter prekinil dualističen koncept alkimije. Je eden izmed prvih, ki so uporabili solne kopeli v zdravljenju kožnih bolezni (Lilić in Matekalo-Sverak, 2011).

V poznih letih 19. stoletja so iznašli zamrzovalnike in hladilnike, zaradi česar je NaCl izgubil svoj pomen kot konzervans. Od tedaj je njegov vnos postopoma upadal. Vnos NaCl se je začel znova povečevati z uživanjem predelane in hitre hrane ter hrane v menzah in restavracijah (He in MacGregor, 2007).

Povečan vnos predelane hrane je posledica spremembe življenjskega sloga – daljši delovni čas, višje število zaposlenih mater ter povečano povpraševanje po hitri prehrani. Visok vnos predelane hrane, kot so pripravljene obroki, pice, pikantni prigrizki in kruh, pa je povzročil vnos prekomernih količin NaCl (Purdy in Armstrong, 2007).

## 2.2 UŽIVANJE SOLI V DANAŠNJEM ČASU

### 2.2.1 Viri NaCl v državah po svetu

V najbolj razvitih državah se več kot 75 % NaCl zaužije iz predelane hrane, hitre hrane ter z obroki v menzah in restavracijah. Dodajanje NaCl v domači kuhinji ali pri dosoljevanju pri mizi prispeva k 15%-nem vnosu. 5 % NaCl pa je naravno prisotnega v hrani (He in MacGregor, 2007).

V Združenem Kraljestvu naj bi največ NaCl zaužili z žiti in žitnimi izdelki, kot so kruh, žita za zajtrk ter pecivo. Sledijo meso in mesni izdelki, juhe, kisle kumarice in pečen fižol. Podobno velja za ZDA. K največjemu vnosu NaCl prispevajo živila, kot so kruh, »ready-to-eat« jedi iz žit, pecivo, piškoti, hitro pripravljene kruhke, krofi, šunka, govedina, perutnina, klobase, narezki, mleko, sir, začimbe, solatni dresingi, majoneza, krompirjev čips, pokovka, krekerji, preste, margarina, hot-dogi, kisle kumarice in slanina (WHO, 2007).

Glavni vir  $\text{Na}^+$  v prehrani v azijskih in številnih afriških državah pa je med kuhanjem dodan NaCl ter NaCl v omakah in začimbah (WHO, 2007).

### 2.2.2 Viri NaCl v Sloveniji

Raziskava, izvedena na podlagi kupljenih živil med leti 2000 in 2005, je pokazala, da Slovenci največ NaCl zaužijemo z različnimi vrstami kruha (32,98 % celotne dnevno zaužite količine NaCl iz kupljenih živil) in z mesnimi izdelki (27,12 % celotne dnevno zaužite količine NaCl iz kupljenih živil) (Vertnik, 2008). Kruh in krušni izdelki predstavljajo okoli 1,8 g NaCl na osebo dnevno, mesni izdelki okoli 1,7 g, predelana zelenjava okoli 0,4 g ter siri okoli 0,3 g NaCl na osebo dnevno (Hlastan Ribič in sod., 2010b).

Raziskave o vsebnosti NaCl v živilih, predvsem tistih, ki predstavljajo v prehrani Slovencev ključne vire zaužite NaCl, kažejo, da kruh in krušni izdelki na našem trgu vsebujejo povprečno 1,4 – 1,5 g NaCl/100 g izdelka, mesni izdelki pa od 1,7 do 4,7 g NaCl/100 g izdelka (Hlastan Ribič in sod., 2010b).

### 2.2.3 Vir NaCl v mesninah

Pusto meso vsebuje  $\text{Na}^+$  v količinah, nižjih od 100 mg/100 g. Glavni vir  $\text{Na}^+$  v mesnih izdelkih je NaCl, ki ga dodajo med predelavo mesa.  $\text{Na}^+$  je tudi del mnogih aditivov, ki se dodajajo pri pripravi mesnih izdelkov: mononatrijev glutamat, natrijevi fosfati, natrijev citrat in včasih tudi natrijev laktat. Količina  $\text{Na}^+$  v teh aditivih je prej nižja kot pa količina  $\text{Na}^+$  iz NaCl (Ruusunen in Puolanne, 2005). Na slovenskem trgu je količina NaCl v mesninah zelo različna. Giblje se v širokem območju, od okoli 1,0 g soli na 100 g izdelka do 5,0 g/100 g in več (Žlender, 2011).



Preglednica 1: Vsebnost NaCl in Na<sup>+</sup> v 100 g nekaterih tipičnih mesninah, proizvedenih v Sloveniji (SI), na Irskem/Veliki Britaniji (IRL/VB) ter v ZDA (Žlender, 2011)

Izdelek	SI		IRL/VB		ZDA	
	Na <sup>+</sup> (g/100g)	NaCl (g/100g)	Na <sup>+</sup> (g/100g)	NaCl (g/100g)	Na <sup>+</sup> (g/100g)	NaCl (g/100g)
Hrenovka	0,64-0,74	1,6-1,9	0,72-0,92	1,8-2,3	1,1	2,8
Poltrajna klobasa (kranjska)	0,71-0,92	1,8-2,3	0,60-1,1	1,5-2,7	0,64	1,6
Kuhana šunka	0,65-0,87	1,6-2,2	0,90-1,2	2,3-3,0		
Prekmurska šunka - suha šunka	3,0-3,6	7,6-9,2			1,5	3,8
Hamburška slanina (bacon)			1,0-1,5	2,5-3,9	1,0	2,6
Salama (zimska)	1,4-1,8	3,5-4,6	1,8	4,6	1,9	4,8
Goveji sekljanci (burgerji)			0,29-0,40	0,7-1,0	0,068	0,17
Jetrna pašteta	0,60	1,5				
Kraški pršut	2,0-3,1	5,0-8,0				

Preglednica 2: Mesni izdelki z nizko vsebnostjo NaCl ali Na<sup>+</sup> na Irskem/Veliki Britaniji in v ZDA (Desmond, 2006)

Izdelek	Irška/Velika Britanija		ZDA	
	Na <sup>+</sup> (g/100g)	NaCl (g/100g)	Na <sup>+</sup> (g/100g)	NaCl (g/100g)
Klobase z manj NaCl	0,52-0,75	1,3-1,9		
Klobase z manj maščob/NaCl	0,52-0,72	1,3-1,8		
Hrenovka z malo NaCl			0,31	0,8
Šunka z malo NaCl			0,97	2,5
Salama s 50 % manj Na <sup>+</sup>			0,94	2,4

### 2.3 LASTNOSTI NATRIJEVEGA KLORIDA

NaCl je transparenten in brezbarven. Njegova topnost v H<sub>2</sub>O pri 0 °C je 35,7 g/100 g, pri 100 °C pa 39,8. Je higroskopičen – absorbira vlago iz ozračja z relativno vlago nad 75 % (Man, 2007). Naj ne bi vseboval več kot 1000 bakterij/g NaCl. Med njimi prevladujejo halofilne vrste. Manj je plesni in kvasovk (Bem in sod., 2003a).

#### 2.3.1 Zaznavanje slanosti

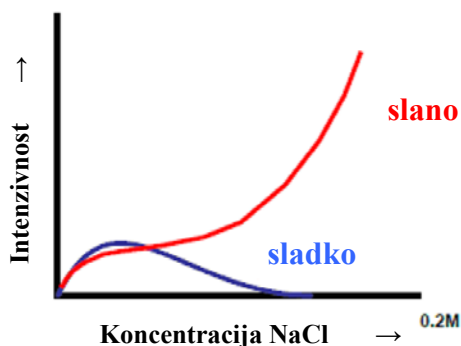
NaCl je ojačevalec okusa. Izdelkom daje želeni slani okus. Kloridni ioni (Cl<sup>-</sup>) oblikujejo slanost, medtem ko Na<sup>+</sup> ioni stimulirajo brbončice za okušanje. NaCl oblikuje stabilne komplekse s proteini presnih mesnih izdelkov. Samo prosti NaCl daje slan okus. Maščobna

tkiva zaradi nizke vsebnosti vode absorbirajo le malo NaCl, kar oblikuje blago slan okus (Rajar, 2000).

Potrošniki, ki so navajeni na uživanje visokih količin NaCl, postanejo manj občutljivi na NaCl. Tako potrebujejo višjo koncentracijo NaCl, da zaznajo enak okus. Postopno zmanjševanje vnosa NaCl poveča občutljivost posameznika na zaznavo slanosti, ki tako lažje sprejme izdelke z manjšo vsebnostjo NaCl (Purdy in Armstrong, 2007).

Pomemben dejavnik je koncentracija  $\text{Na}^+$  v slini. V slini se nahajajo okušalni receptorji, ki so prilagojeni na raven  $\text{Na}^+$  v njej. Da izzovemo slan občutek, moramo to raven preseči. Zaznava arome je odvisna od matriksa živila. Ko se začnemo prehranjevati z nizkim vnosom NaCl, se v času od nekaj tednov do nekaj mesecev privadimo na blag okus izdelkov z nizko vsebnostjo NaCl. Vendar se ljudje hitreje navadijo na okus slanizdelkov kot na okus izdelkov z nizko vsebnostjo NaCl. NaCl da bolj slan okus, če je posipan na toplotno obdelano meso, kot pa na surovo meso pred toplotno obdelavo (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Zaznavna slanosti je odvisna od vsebnosti NaCl, nanjo pa vpliva tudi kompleksnost živila (Walsh, 2007). Kot je razvidno iz slike 1, dajo nizke količine NaCl rahlo sladke okus. To je možno pripisati vključitvi receptorjev, dimerov T1R2 in T1R3. Visoke koncentracije NaCl pa pri nekaterih ljudeh izzovejo rahlo zaznavo kislosti (McCaughey, 2007).



Slika 1: Zaznava okusov pri različnih koncentracijah NaCl (Beeren, 2009)

### 2.3.2 Lastnosti $\text{Na}^+$

Natrij je makroelement (Požar, 2003) in je v obliki  $\text{Na}^+$  glavni kation ekstracelularne tekočine, ki vsebuje približno 95 % celotnega  $\text{Na}^+$  v telesu. Večina zaužitega  $\text{Na}^+$  je izločenega preko ledvic, medtem ko se običajno samo majhne količine  $\text{Na}^+$  izločijo v fecesu, potu in po drugih poteh, kot so slina, lasje, nohti, solze in menstruacija (Elliott in Brown, 2007).  $\text{Na}^+$  v organizmu zadržuje vodo ter omogoča normalno delovanje mišic in živčevja (Požar, 2003). Nekaj  $\text{Na}^+$  je v kosteh, ki delujejo kot natrijev rezervoar pri ohranjanju krvnega pH (WHO, 2003).

Glavni vir  $\text{Na}^+$  v prehrani je NaCl (Taormina, 2010) in vsebuje 39,3 %  $\text{Na}^+$  (Žlender in sod., 2009). NaCl v prehrani je nujen za zdravo življenje (Kilcast in den Ridder, 2007). Prenizek vnos  $\text{Na}^+$  lahko povzroči mišične krče, slabost, bruhanje in komo (Lilić in Matekalo-Sverak, 2011), sicer pa je pomanjkanje  $\text{Na}^+$  zelo redko (npr. pri nekaterih bolnikih ali vrhunskih športnikih). Vsakdanji problem je namreč prevelika količina NaCl v dnevni prehrani (Pokorn, 2003). Ob nizki vsebnosti  $\text{Na}^+$  je zmanjšan volumen ekstracelularne tekočine. Ob visoki vsebnosti  $\text{Na}^+$  pa se poveča natriureza, kar pomeni izločanje nenormalnih količin  $\text{Na}^+$  z urinom (SACN, 2003).

### 2.3.2.1 Vnos $\text{Na}^+$ v Sloveniji

V Sloveniji so izvedli raziskavo o vnosu NaCl z metodo merjenja koncentracije izločenega  $\text{Na}^+$  v urinu tekom 24 ur. Vključeni so bili odrasli v starosti med 25 in 65 let. Rezultati so pokazali, da je povprečen vnos NaCl  $11,3 \pm 4,9$  g/dan. Vnos NaCl je višji pri moških ( $13,0 \pm 5,1$  g/dan) kot pri ženskah ( $9,9 \pm 4,3$  g/dan). Z višjim indeksom telesne teže pa se je povečal tudi vnos NaCl ( $r = 0,384$ ;  $p < 0,001$ ) (Hlastan Ribič in sod., 2010a).

### 2.3.2.2 Potrebe po $\text{Na}^+$

Fiziološke potrebe po  $\text{Na}^+$  so zelo nizke (Antonios in MacGregor, 1997). Odrasli glede na fiziološke potrebe potrebujemo 550 mg  $\text{Na}^+$  dnevno (1,4 g NaCl), otroci med prvim in četrtem letom pa samo 300 mg  $\text{Na}^+$  (0,8 g NaCl) dnevno. Potrebe po količini zaužite NaCl ( $\text{Na}^+$ ) se spreminjajo tudi glede na bolezensko stanje, podnebne razmere in stopnje fizičnega napora (Hlastan Ribič in sod., 2010c).

Preglednica 3: Ocenjene vrednosti za najmanjše dnevne vnose  $\text{Na}^+$  (DGE, 2008)

Starost	$\text{Na}^+$ (mg/dan)
<b>Dojenčki</b>	
od 0 do manj kot 4 mesece	100
od 4 do manj kot 12 mesecev	180
<b>Otroci</b>	
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

### 2.3.2.3 Ravnoesje med $\text{Na}^+$ in $\text{K}^+$ v telesu

$\text{Na}^+$  veže vodo v organizmu in jo prenese v celice.  $\text{Na}^+$  prihaja v celice, da bi v njih vezal vedno več vode. S tem preskrbi tkivo z vodo. Celice nato preprečijo čezmerno nabiranje vode z izločanjem  $\text{Na}^+$  in vsrkavanjem  $\text{K}^+$ . Ravnoesje med  $\text{Na}^+$  in  $\text{K}^+$  je tako zelo pomembno za njihovo delovanje, potreben pa je tudi  $\text{Mg}^{2+}$  (Strunz in Jopp, 2007). Ekstracelularna koncentracija  $\text{Na}^+$  je 142 mmol/l, medtem ko ga je v intracelularni le 10 mmol/l.  $\text{K}^+$  pa je največ, kar 150 mmol/l, v intracelularni tekočini, medtem ko ga je v ekstracelularni tekočini le 5 mmol/l (Rolfes in sod., 2008).

### 2.3.3 Lastnosti Cl<sup>-</sup>

Cl<sup>-</sup> je najštevilčnejši anion v ekstracelularni tekočini. Zasedimo ga v hrbtnjačni tekočini in prebavnih sokovih, predvsem v želodčni HCl. V celicah se nahaja v nizkih koncentracijah (IVZ RS, 2010b).

#### 2.3.3.1 Potrebe po Cl<sup>-</sup>

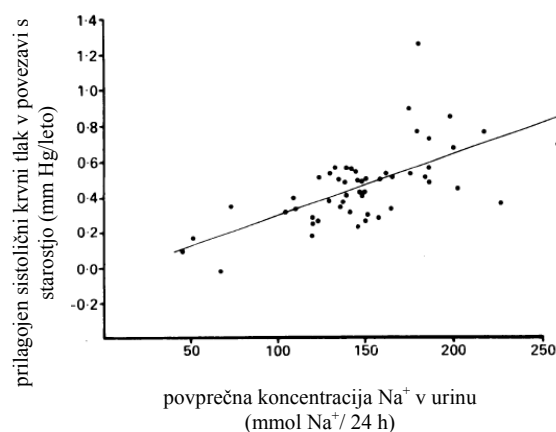
Minimalen vnos Cl<sup>-</sup> molarno v glavnem ustreza potrebam po Na<sup>+</sup>. Lahko si pomagamo s podatki za Na<sup>+</sup>, ki jih pomnožimo z 1,5. Ob močnem potenju dodatne potrebe po Cl<sup>-</sup> sorazmerno ustrezajo dodatnim potrebam po Na<sup>+</sup> (IVZ RS, 2010b). Pomanjkanje je redko celo v klinični praksi. Dnevne potrebe so 750 mg (Pokorn, 2003).

## 2.4 VPLIV NATRIJEVEGA KLORIDA NA ZDRAVJE

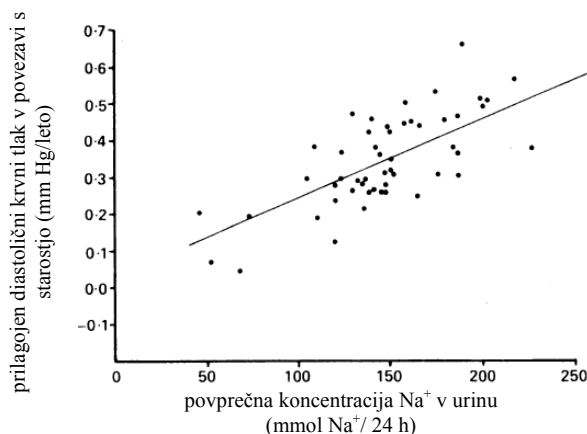
Dnevni vnos NaCl v skoraj vseh državah na svetu je med 9 g in 12 g. Združeno Kraljestvo in ZDA priporočata vnos do 6 g NaCl/dan, Svetovna zdravstvena organizacija (WHO) pa do 5 g NaCl/dan za odrasle. Iz opravljenih različnih študij je razvidno, da ima priporočeno zmanjšanje NaCl velik vpliv na zmanjšanje krvnega tlaka, medtem ko bi še močnejše vplivalo nadaljnje zmanjšanje vnosa NaCl na 3 g/dan (He in MacGregor, 2007). Carey in sod. (1993) navajajo poslabšanje zdravja ob visokem naraščanju Na<sup>+</sup> v prehrani pri astmatičnih moških. Na povezavo med vnosom NaCl in osteoporozo so opozorili Pokorn (2003), Teucher in sod. (2008) ter Mickleborough in Fogarty (2006). Ugotavljali pa so tudi povezavo med vnosom NaCl in ledvičnimi kamni (Cappuccio in sod., 2000) ter vnosom NaCl in želodčnim rakom (Pelucchi in sod., 2009; Tsugane, 2005; WCRF/AICR, 2007).

### 2.4.1 Vpliv NaCl na krvni tlak ter bolezni srca in ožilja

Na povezavo med visokim krvnim tlakom in uživanjem visokih količin NaCl so opozorili že pred nekaj tisoč leti v kitajski literaturi. Prvi znanstveni dokaz pa se je pojavil v začetku 20. stoletja. Od tedaj so bile opravljene različne študije, ki so raziskovale povezavo med vnosom NaCl in krvnim tlakom. Izvedla se je tudi obširna standardizirana mednarodna raziskava Intersalt, kjer se je izkazalo, da je povečan krvni tlak s starostjo v visoki povezavi z vnosom Na<sup>+</sup> (Antonios in MacGregor, 1997). V študijo Intersalt je bilo vključenih 12 držav Zahodne Evrope (Angus, 2007), skupaj pa 32 držav na svetu (Intersalt Cooperative Research Group, 1988). Več kot 50 % moških je v povprečju užilo 150 – 199 mmol Na<sup>+</sup>/dan, medtem kot je približno 50 % žensk užilo 100 – 149 mmol Na<sup>+</sup>/dan (WHO, 2007).



Slika 2: Povezava izmerjene koncentracije izločenega  $\text{Na}^+$  v urinu z naraščanjem sistoličnega krvnega tlaka s starostjo prilagojenim na indeks telesne mase (ITM) in vnos alkohola (Intersalt Cooperative Research Group, 1988: 323)



Slika 3: Povezava izmerjene koncentracije izločenega  $\text{Na}^+$  v urinu z naraščanjem diastoličnega krvnega tlaka s starostjo prilagojenim na ITM in vnos alkohola (Intersalt Cooperative Research Group, 1988: 323)

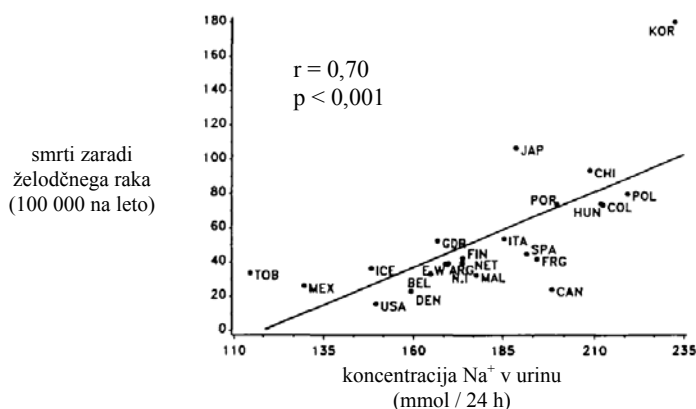
Nadaljnja raziskava, INTERMAP, je vključila 4 države: Kitajsko, Japonsko, Združeno Kraljestvo in ZDA. Cilj je bil pojasniti vplive različnih hranil na krvni tlak (Stamler in sod., 2003). Najvišji vnos  $\text{Na}^+$  je bil ocenjen na Kitajskem (WHO, 2007).

Povprečno zmanjšanje vnosa  $\text{Na}^+$  za 77 mmol na dan naj bi zmanjšal sistolični krvni tlak za 1,9 mm Hg in diastoličnega za 1,1 mm Hg (WHO, 2008). Ob zmanjševanju vnosa NaCl za 2,5 g naj bi se zmanjšalo tveganje za kapi ali srčne napade za eno četrtno (WASH, 2007). Ob močnejšem zmanjšanju vnosa NaCl za 6 g/dan se sistolični krvni tlak pri odrasli populaciji v povprečju zmanjša za 5 mmHg, kar zmanjša pojavnost možganske kapi za 24 % in bolezni srca in ožilja za 18 % (Hlastan-Ribič, 2009). Visok krvni tlak je odgovoren za 13 % smrti na svetu (WHO, 2011). Prva meta-analiza zmanjšanja NaCl pri otrocih kaže, da že rahlo zmanjšanje vnosa NaCl povzroči hiter padec krvnega tlaka (He in MacGregor, 2006). Pri starejših ljudeh z zvišanim krvnim tlakom NaCl še dodatno zviša krvni tlak (Strunz in Jopp, 2007).

Nasprotno pa Rajar (2000) navaja, da pri večini ljudi NaCl ni povzročitelj hipertenzije. Na njen razvoj naj bi vplivali genetski in drugi dejavniki. Samo približno polovica oseb z že razvito hipertenzijo je občutljiva na vnos NaCl, ta občutljivost pa je pogostejša med starejšo populacijo.

Na krvni tlak naj bi bolj vplivalo razmerje med  $\text{Na}^+$  in  $\text{K}^+$  kot pa količina samega  $\text{Na}^+$  (Karppanen in sod., 1984; Geleijnse in sod., 1994; Rajar, 2000 ter Cook in sod., 2009).  $\text{K}^+$  naj bi zmanjševal krvni tlak (Antonios in MacGregor, 1997). Konstantno prevelike količine NaCl zaradi prehrane z vnaprej pripravljenimi izdelki, v kateri je prenizka količina  $\text{K}^+$  iz naravnih živil, v telesu vežejo veliko vode. Tako se poveča prostornina krvi, posledica pa je zvišanje krvnega tlaka (Strunz in Jopp, 2007).

#### 2.4.2 Vpliv vnosa NaCl na pojav raka



Slika 4: Vpliv vnosa NaCl na pojav smrti zaradi želodčnega raka v 24 državah pri moških (Joossens in sod., 1996: 496).

Študija, opravljena v 24 državah, kaže na povezavo med vnosom NaCl in pojavom smrti zaradi želodčnega raka pri moških. Visoka povezava ( $r = 0,74$  in  $p < 0,001$ ) je bila tudi pri ženskah (Joossens in sod., 1996). Pojav ledvičnih kamnov pri obeh spolih je visoko povezan z  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  razmerjem v urinu (Morris in sod., 2006). World Cancer Research Fund UK (WCRF, 2009) za preventivno preprečevanje pojava raka med drugim priporoča tudi zmanjšanje uživanja slanih živil in predelanih živil z NaCl ( $\text{Na}^+$ ).

#### 2.4.3 Vpliv zmanjšanja NaCl na oskrbo z jodom

Jodirana sol je glavni vir joda v vsakodnevni prehrani. Nenadzorovano nižanje vnosa NaCl lahko privede do nezadostne oskrbe z jodom. Ob zniževanju vnosa NaCl je treba razmisliti o obveznem jodiranju kakšnega drugega osnovnega živila, obvezni uporabi jodiranega NaCl v prehrambeni industriji ali povišanju obveznega jodiranja NaCl (Štimec, 2011).

## 2.5 FUNKCIONALNE LASTNOSTI NATRIJEVEGA KLORIDA

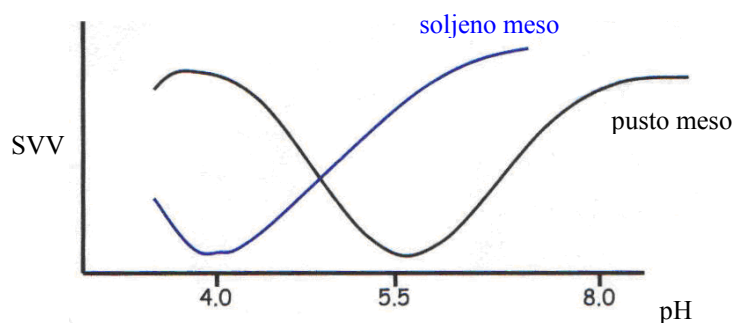
NaCl ima v mesnih izdelkih pomembne funkcionalne lastnosti: izboljša sposobnost mesa za vezanje vode (SVV), raztaplja miofibrilarne proteine, vpliva na okus in teksturo, izboljša izkoristek ter zniža vodno aktivnost ( $a_w$ ), s čimer zavre rast mikroorganizmov (Rajar, 1997).

### 2.5.1 Vpliv NaCl na proteine

NaCl topi strukturne proteine ter jim omogoča, da delujejo kot vezivno sredstvo.  $\text{Cl}^-$  vpliva močnejše kot  $\text{Na}^+$  na izboljšanje povezovalnih sposobnosti mišičnih proteinov. V soli topni miofibrilarni proteini v restrukturiranih mesnih izdelkih tvorijo lepljiv sloj na površini kosov mesa. Med toplotno obdelavo ta sloj tvori matriks koaguliranih proteinov, ki veže prosto vodo in povezuje kose mesa. V izdelkih na osnovi emulzij v NaCl topni proteini v kontinualni fazi tvorijo proteinski film okoli maščobnih globul. Po toplotni obdelavi maščoba ostane znotraj koaguliranega mesnega proteinskega matriksa (Monahan in Troy, 1997).

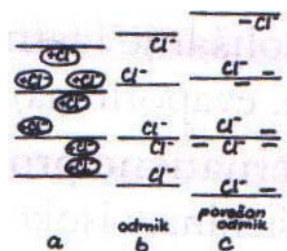
### 2.5.2 Vpliv NaCl na SVV

NaCl izzove delno ekstrakcijo miofibrilarnih proteinov in povzroči nabrekanje miofibril. Bolj kot je vrednost pH nad izoelektrično točko mesnih proteinov, višja bo SVV (Claus in Sorheim, 2006). Nabrekanje je odvisno od vrednosti pH. Če NaCl ni dodan, je največje nabrekanje pri pH 3,0, minimalno pa pri vrednosti pH 5,0 (povprečni izoelektrični točki mesnih proteinov). NaCl premakne izoelektrično točko. Tako sta ob uporabi 2 % NaCl izoelektrična točka in minimalno nabrekanje pri vrednosti pH 4,0 (Ruusunen in Puolanne, 2005).



Slika 5: Povezava med SVV in vrednostjo pH v soljenem in pustem mesu (Žlender, 2010)

NaCl spreminja število električno nabitih stranskih skupin aminokislin v beljakovinah mesa in tako vpliva na SVV.  $\text{Cl}^-$  se močno vežejo na pozitivno nabite amino-skupine aminokislin,  $\text{Na}^+$  ioni pa se rahlo vežejo na negativno nabite karboksilne skupine aminokislin.  $\text{Cl}^-$  izničijo del pozitivnih nabojev in s tem rahljajo mrežo beljakovinskih verig, s čimer povečajo SVV,  $\text{Na}^+$  pa povzročijo premik izoelektrične točke mesa k nižjemu pH. Prostori med filamenti se povečajo in tako se oblikujejo večji prostori za molekule vode in na ta način se poveča delež imobilne proste vode v mesu (Rajar, 2000).



Slika 6: Povečanje prostorov med filamenti pri dodatku NaCl (Žlender, 2010)

### 2.5.3 Protimikrobni učinek NaCl

NaCl ima sposobnost zniževanja  $a_w$  in tako zavira rast nekaterih kvarljivcev in patogenih mikroorganizmov v mesu. Različni mikroorganizmi prenesejo različne koncentracije NaCl in kombinacije sestavin (Collins, 1997). Patogene bakterije, npr. *L. monocytogenes* je tolerantna na NaCl, *Staphylococcus aureus* je rezistentna nanj, *Vibrio parahaemolyticus* pa je halofilna bakterija. V izdelkih z nizko  $a_w$  plesni lažje preživijo kot bakterije. Na NaCl tolerantne plesni so *Torula*, *Hemispora*, *Oospora* in *Sporendonema*, na NaCl tolerantne kvasovke pa *Debaryomyces hansenii*, *Hansenula anomala* in *Candida pseudotropicalis* (Taormina, 2010).

NaCl zmanjša  $a_w$ , kar lahko vpliva na rast mikroorganizmov. Podaljšala naj bi se lag faza ter se upočasnila njihova nadaljnja rast. Ko se mikroorganizem nahaja v okolju z nizko  $a_w$ , voda iz notranjosti celice prodira preko membrane v raztopino z višjo koncentracijo. Posledica izgube vode je plazmoliza celice, izgubi se tudi toga struktura celice. Da bi take celice lahko ponovno rasle, potrebujejo zadostno količino vode (Betts in sod., 2007).

Ob zmanjševanju količine NaCl naj bi se skrajšal tudi rok uporabnosti živila. Da le-ta ostane enak, moramo uporabiti druge dejavnike, kot so nižja temperatura, znižanje vrednosti pH, dodajanje konzervansov, itd., ki pomagajo k protimikrobiološkemu učinku (Betts in sod., 2007).

Rast večine mikroorganizmov se inhibira v koncentracijah NaCl, višjih od 10 %, pri 5%-ni koncentraciji pa vpliva samo na anaerobne mikroorganizme. V proizvodnji večine mesnih izdelkov se danes NaCl uporablja v koncentracijah pod 3 %, zato je za ustrezno protimikrobno delovanje potrebno dodatno hlajenje in uporaba drugih metod konzerviranja (Rajar, 2000).

### 2.5.4 Vpliv NaCl na okus

Če v mesnih izdelkih namesto pustega svinjskega mesa uporabimo večji delež svinjske maščobe, se jim poveča vsebnost maščobe in hkrati zmanjša vsebnost proteinov, kar povzroči povečano zaznavo slanosti. Pri zamenjavi vode z maščobo pa se zaznava slanosti ne spremeni. Torej naj bi povečanje vsebnosti proteinov v mesu zmanjšalo zaznavno slanost. Dobro je tudi znano, da je zaznavna slanost visoka v mesnih izdelkih s šibko vezano vodo (Ruusunen in Puolanne, 2005). Presni izdelek je ob enaki vsebnosti NaCl manj slan kot toplotno obdelani izdelek, saj kompleksi proteinov z NaCl med toplotno obdelavo razpadejo (Rajar, 2000).



## 2.6 NEGATIVNI TEHNOLOŠKI UČINKI NATRIJEVEGA KLORIDA

### 2.6.1 Spremembe barve mesa in mesnih izdelkov

NaCl celo v majhnih koncentracijah pospešuje oblikovanje metmioglobina, ki povzroča rjave diskoloracije mesa. Goveje meso vsebuje večje količine mioglobina kot druge vrste mesa. Oblikovanje diskoloracij zaradi NaCl v presnih mesnih izdelkih se poskuša zmanjšati z dodatkom fosfatnih preparatov (natrijev tripolifosfat), reducentov (askorbinska kislina, sulfiti), laktatov in z ustreznim načinom pakiranja (Monahan in Troy, 1997).

### 2.6.2 Oksidacijske spremembe maščob

NaCl pospešuje oksidacijo maščob, kar povzroči razvoj žarkosti (Man, 2007). Oksidacijo je možno zmanjšati z uporabo sintetičnih ali naravnih antioksidantov. Slednji so za porabnika sprejemljivejši. Mednje spadajo tokoferoli in zelišča, kot je na primer izvleček rožmarina (Monahan in Troy, 1997).

## 2.7 ZMANJŠEVANJE NATRIJEVEGA KLORIDA

Z odstranitvijo NaCl se v mesninah zmanjša aroma, sočnost, funkcionalnost ter izkoristek pri kuhanju (več odpuščene vode) (Monahan in Troy, 1997).

### 2.7.1 Pristopi zmanjševanja NaCl v mesninah

Žlender (2011) navaja različne pristope, ki pripomorejo k zmanjšanju NaCl v mesninah. Lahko zmanjšamo količino dodanega NaCl. Ljudi naj se osvešča o funkciji NaCl ter se jih postopoma navadi na manj slane izdelke. Lahko se izboljša lastnosti NaCl. Ves ali le del NaCl je možno zamenjati z drugimi kloridnimi solmi. Nekloridne soli kot so fosfati ali nove procesne tehnike oz. modifikacije pristopov lahko delno zamenjajo količino NaCl. Pristope je med seboj možno različno kombinirati.

Če količino NaCl zmanjšujemo počasi in postopno, lahko le-to pri potrošniku ostane celo neopazno (Kilcast in den Ridder, 2007). Nekaj raziskav je pokazalo, da zmanjšanje Na<sup>+</sup> za 30 do 40 % ne vpliva na okus in sprejemljivost pri potrošniku (Walsh, 2007).

#### 2.7.1.1 Osveščanje ljudi o vlogi NaCl in postopno zniževanje pričakovane slanosti

Zmanjšanje uživanja NaCl v populaciji je mogoče z večletnimi programi sistematičnega in postopnega zmanjševanja uživanja soli. V Sloveniji se je izvajala prehranska politika v letih 2005 – 2010, oblikovane so bile smernice zdravega prehranjevanja ter praktikumi z jedilniki. Oblikoval se je Nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010 – 2020. Poleg omenjenega je Slovenija vključena tudi v mrežo European Salt Action Network (Hlastan Ribič in sod., 2010b).

Finska, Velika Britanija, Francija in Belgija so bile najbolj uspešne pri ozaveščenosti in ponudbi hrane z manj soli ter pri vnosu soli v populaciji. Kar za 40 % se je na Finskem zmanjšala povprečna poraba NaCl v celotnem prebivalstvu. To je vplivalo na znižanje vrednosti krvnega tlaka in njegovih posledic. V Veliki Britaniji se je vnos NaCl znižal za 10 %. Podvojilo se je število potrošnikov, ki na podlagi oznake izberejo za zdravje ugodnejše živilo. Vnos soli ob uživanju živil se je v Franciji znižal vsaj za 5 % (IVZ RS, 2010a).

### 2.7.1.2 Izbira surovine

Prerigoralno meso ima boljše emulzivno sposobnost in bolj ekstraktibilne v soli topne proteine (miozin, aktin, tropomiozin) kot meso po zaključenem *rigorju mortis*. Vsebnost NaCl v mesu je ob uporabi prerigoralnega mesa lahko zmanjšana brez škodljivih vplivov na fizikalne, kemijske ali senzorične lastnosti hrenovk (Claus in Sorheim, 2006).

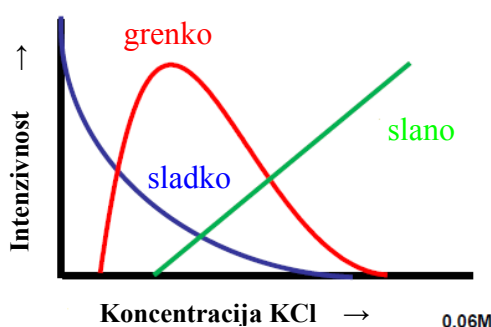
Prerigoralno meso ima boljše SVV. Njegovi v soli topni proteini so bolj ekstraktibilni v primerjavi z mesom po zaključenem *rigorju mortis*. Uporaba prerigoralnega mesa naj bi omogočala delno zmanjšanje vsebnosti NaCl. SVV narašča že ob rahlem povečanju vrednosti pH. Vendar iz varnostnega vidika nizke vsebnosti NaCl v izdelku z visokim pH-jem ni zaželen (Monahan in Troy, 1997). Vsebnost ekstraktibilnih v soli topnih proteinov se poveča za približno 70 % ob uporabi prerigoralne govedine ali svinjine (Collins, 1997).

### 2.7.1.3 Nadomestne soli in dodatki

#### KCl

KCl je edina sol, ki ima kot zamenjava za NaCl v mesninah oznako GRAS (Collins, 1997). Zdravju ni škodljiv ter ima protihipertenzijski učinek (Rajar, 1997). Karppanen in sod. (1984) trdijo, da lahko prevelike količine  $K^+$  povzročijo stranske učinke. Lahko je škodljiv za ljudi z diabetesom, boleznimi ledvic in srca (FDA, 2010).

KCl se pogosto pojavlja v »pol-slanih« mešanicah s 50 % NaCl in 50 % KCl (Price, 1997). Ob zamenjavi NaCl s KCl za več kot 50 % se pojavi grenak ali kovinski okus. Zamenjava NaCl s 50 % KCl v hrenovkah ni poslabšala arome (Collins, 1997). Pri veliko izdelkih je možna zamenjava NaCl s KCl za 30 %, medtem ko je 50%-na zamenjava izvedljiva za specifične izdelke (Kilcast in den Ridder, 2007).



Slika 7: Zaznava okusov pri različnih koncentracijah KCl (Beeren, 2009)

## **MgCl<sub>2</sub>**

MgCl<sub>2</sub> zdravju ni škodljiv (Rajar, 1997), vendar lahko prevelike količine Mg<sup>2+</sup> povzročijo stranske učinke. Sicer naj bi imel magnezijev dodatek protihipertenzijski učinek (Karppanen in sod., 1984).

## **LiCl**

LiCl posreduje klasičen slan okus (Man, 2007) ter močnejše znižuje a<sub>w</sub> mesa kot NaCl (Leistner, 1997). Vendar je LiCl toksičen (Price, 1997). Letalna doza je 1,1 g LiCl/kg (Frančeškin, 1994).

## **Kloridi**

Kombinacija kloridov (Ca<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup>, Li<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) lahko v veliki meri doseže optimalno ionsko moč, kot bi jo sicer NaCl (Price, 1997). Pojavilo se je že nekaj komercialnih mešanic, ki vključujejo NaCl in KCl: Lo<sup>®</sup> salt, Saxa So-low salt, Morton Lite Salt<sup>®</sup> (Desmond, 2006).

## **Fosfati**

Fosfati so lahko zelo uporabni pri zniževanju koncentracije NaCl v mesnih izdelkih. Njihova vloga je v glavnem povečati sposobnost za vezanje vode (SVV) in izkoristek med toplotno obdelavo. Funkcionalnost fosfatov je močno odvisna od dodatka NaCl in skupaj učinkujeta sinergistično. Natrijevi polifosfati vsebujejo 31,24 % Na<sup>+</sup> in jih ponavadi dodamo v koncentraciji 0,5 %. Tako je vnos Na<sup>+</sup> z njihovo uporabo bistveno manjši kot ob uporabi NaCl. Natrijev fosfat lahko zamenjamo s kalijevim fosfatom (Desmond, 2006). Prekomerne količine fosfatov v prehrani lahko vplivajo na kalcijevo, železovo in magnezijevo ravnovesje v telesu in posledično povečajo tveganje za bolezni kosti (Ruusunen in sod., 2003). Pri hrenovkah z zmanjšano vsebnostjo NaCl (1,5 %) vsebnost fosfatov izboljša donos za 10 % v primerjavi s hrenovkami brez dodanih fosfatov (Desmond, 2007).

Fosfati so pogosto uporabljeni kot funkcionalni dodatki. Ob nekontrolirani uporabi fosfatov v mesninah lahko zaznamo milnato aromo ter gumijasto teksturo. Hkratna uporaba NaCl in fosfatov naj bi izboljšala SVV, izkoristek pri kuhanju ter teksturo (Collins, 1997).

## **Sredstva za vezanje**

V izdelkih z malo NaCl lahko uporabimo tudi sredstva za vezanje, ki nadomestijo v soli topne mesne proteine. Mednje spadajo funkcionalni proteini, vlaknine, hidrokoloidei in škrobi (Desmond, 2006).

#### 2.7.1.4 Uporaba ojačevalcev arome in maskirnih snovi

Naloga ojačevalcev arome in maskirnih snovi je zmanjšati  $\text{Na}^+$ , a ohraniti slan okus, zmanjšati vsebnost NaCl do 50 %, izboljšati harmoničnost arome ter prekri neželene note v aromi (Žlender, 2011). Ojačevalci okusa učinkujejo z aktiviranjem receptorjev v ustih in grlu, ki pomagajo kompenzirati zmanjšanje NaCl. Številni ojačevalci arome in maskirne snovi so komercialno dostopni. Mednje spadajo kvasni ekstrakti, laktati, mononatrijev glutamat in nukleotidi. Zaviralec grenkobe, adenzin-5'-monofosfat, ki se prodaja kot Betra<sup>®</sup>, se lahko uporablja za izboljšanje okusa mešanice NaCl in KCl. Kombinacija aminokislina lizina in sukcinjske kisline učinkuje antimikrobno in antioksidativno ter lahko nadomesti do 75 % arome NaCl. Pri zmanjševanju NaCl pomagata natrijev in kalijev laktat do določene stopnje ohraniti slan okus. Kvasni avtolizati prekrijejo kovinsko aromo KCl (Desmond, 2006).

#### 2.7.1.5 Izboljšanje lastnosti NaCl

Na zaznavo slanega okusa NaCl v trdni obliki vplivata velikost in oblika kristalov. Poznamo različne oblike NaCl: granulirana, dendrična, kosmičena ... (Žlender, 2011). Uporaba različnih oblik NaCl lahko pomaga pri zmanjševanju vsebnosti NaCl v mesnih izdelkih. Kosmičena sol je pokazala večjo funkcionalnost v smislu vezave, višanja pH, izboljšanja topnosti proteinov in izboljšanja donosa pri toplotni obdelavi v emulzijah. Bolje in hitreje se topi kot granulirana sol. S spremembo kristalne oblike soli postane okus soli biološko bolj razpoložljiv in jo lahko dodamo v manjših količinah (Desmond, 2006).

Preglednica 4: Vpliv tipa soli na izboljšanje njenih tehnoloških lastnosti (Žlender, 2010).

TIP SOLI	pH	TOPNA FAZA PROTEINOV (mg/ml)	IZGUBE PRI TOPLOTNI OBDELAVI (%)
Fina kosmičena	6,2	34,6	2,6
Dendrična	5,9	29,4	4,2
Vakuumsko evaporirana	6,0	22,9	7,2

#### 2.7.1.6 Tehnološki postopki

Obdelava s tlakom vzdržuje ali izboljša funkcionalnost beljakovin in tako pripomore k zmanjšanju vsebnosti  $\text{Na}^+$  v predelanem mesu. Uporaba tlakov preko 300 MPa pri sobni temperaturi lahko povzroči katalizo oksidacije lipidov, kar je možen omejujoč dejavnik pri uporabi te tehnologije pri mesnih izdelkih. Možna rešitev je v primernem pakiranju ali uporabi antioksidantov (Cheftel in Culioli, 1997).

V mesnih izdelkih, ki se gnetejo oziroma masirajo, je vsebnost NaCl mogoče delno znižati s podaljševanjem gnetenja ali povečevanjem intenzivnosti. Ekstrakcija v soli topnih proteinov in posledično čvrstost povezave kosov mesa končnih izdelkov se namreč do določene točke povečuje. Obdelava z ultrazvokom naj bi prispevala k celotnem ali delnem zmanjšanju vsebnosti NaCl. Obdelava pri visokem tlaku (1500 bar) je povečala čvrstost povezave sestavin goveje pleskavice, kar pripisujejo razgradnji in konformacijskim spremembam proteinov zaradi delovanja visokih tlakov (Monahan in Troy, 1997).

Visokotlačna tehnologija (100 – 1000 MPa) omogoča mikrobiološko inaktivacijo pri nizkih ali zmernih temperaturah. Visokotlačna obdelava očitno ne spremeni okusa, arome ali vsebnosti hranil in je lahko opravljena pri sobnih temperaturah. Prednost je tudi v visoko kakovostnih izdelkih. Visok tlak se lahko uporablja za različna živila in praktično tudi za proizvode z visokim tveganjem mikrobiološke kontaminacije. Ugotovili so, da s povečevanjem tlakov od 0 MPa na 150 MPa stabilnost hrenovk ostane značilno nespremenjena. Uporaba 0 MPa in 150 MPa tlakov značilno bolj vpliva na trdoto, prožnost, adhezivnost, kohezivnost, gumijavost in žvečljivost v primerjavi z uporabo 300 MPa. Uporaba 300 MPa pa povzroči značilno povečanje sočnosti ter zmanjšanje sprejemljivosti. Različni tlaki ne vplivajo na aromo (Crehan in sod., 2000).

## 2.7.2 Možnosti zmanjšanja NaCl pri nekaterih skupinah mesnin

Preglednica 5: Ciljno zniževanje NaCl v mesninah v obdobju do leta 2018 (Žlender, 2010)

g NaCl/100g	Pasterizirane mesnine			Sušene mesnine			Presne mesnine
	Barjene klobase	Poltrajne klobase	Konzer. meso	Sušeno meso-pršut	Sušene klobase		Presne klobase
					Klasično sušene	Hitro ferment.	
Trenutna povprečna vsebnost v skupini	1,97	2,30	2,16	4,65	4,44	4,28	2,40
<b>FSA salt-target v kombinaciji s priporočili prof. Žlendra</b>	<b>1,40</b>	<b>1,40</b>	<b>1,70</b>	<b>4,00</b>	<b>2,50</b>	<b>2,50</b>	<b>1,60</b>

### 2.7.2.1 Mesni sekljanci in preoblikovanci

V tej skupini ni posebnega tehnološkega minimuma za vsebnost NaCl. Dodatek NaCl v teh izdelkih je potreben iz senzoričnega vidika. NaCl tudi pomembno zmanjša izgube med toplotno pripravo ter izboljša teksturo. Za izboljšanje tehnoloških lastnosti pleskavic se dodajajo tudi sojini proteini, kazeinat, gume ipd. Vsebnost NaCl je lahko v večini mesnih sekljancev pod 1,0 % (Ruusunen in Puolanne, 2005).

### 2.7.2.2 Barjene klobase in kuhane šunke

Vsebnost NaCl se pri barjenih klobasah lahko brez tveganja za tehnološko kakovost in donos zmanjša na 1,5-1,7 % brez dodatkov fosfatov, z dodanimi fosfati pa na 1,4 % (Ruusunen in Puolanne, 2005). Za proizvodnjo komercialnih hrenovk brez fosfatov in brez sestavin, ki bi lahko nadomestile vlogo NaCl, potrebujemo 2,0 – 2,5 % NaCl (Ruusunen in sod., 2003).

Pri šunkah je možna uporaba mešanic soli, čeprav so senzorične lastnosti šunke bolj občutljive kot pri klobasah. V šunkah se lahko za še primerno povezanost in senzorično kakovost s KCl nadomesti do 50 % NaCl. Priporočene koncentracije NaCl v šunkah so za okoli 0,3 % višje kot v kuhanih klobasah zaradi nižje vsebnosti maščob (Ruusunen in Puolanne, 2005).

### 2.7.2.3 Suhe klobase in suho meso

Spodnja mejna koncentracija dodanega NaCl za doseganje dobre kakovosti v suhih klobasah je 2,5 %. Znižanje NaCl na 2,25 % povzroči mehkejšo teksturo, manj izrazito aromo in manjši izkoristek. Nadomestitev NaCl s kalijevim, magnezijevim in kalcijevim askorbatom za približno 50 % povzroči slabšo konsistenco izdelkov. Regulacija fermentacije ima odločilno vlogo v fermentiranih klobasah. Raven NaCl mora biti nad 2,0 % (Ruusunen in Puolanne, 2005).

V suhih salamah je običajna koncentracija NaCl 3,5 – 4,8 %, v suhem mesu pa 3,8 – 9,2 %. Ob zmanjšanju NaCl na okoli 4 % pri sušenem mesu je potrebno spremeniti tehnologijo že med samim suhim soljenjem mesa in nadaljnjo fazo mikrobiološke stabilizacije, pred začetkom faze sušenja in fermentacije. V Italiji so v proizvodnji pršutov razvili t. i. tehnologijo »riposo« ali počivanje. Vsebnost NaCl v pršutih lahko zmanjšamo tudi z izbiro boljše surovine in v časovni prilagoditvi prve faze soljenja z velikostjo oziroma težo surovine (Žlender, 2011).

## 2.7.3 Posledice zmanjšanja NaCl

### 2.7.3.1 Tekstura izdelkov z manj NaCl

NaCl oblikuje teksturo mesnih izdelkov. V izdelke z malo NaCl in veliko dodane vode je za povečanje izkoristka potrebno dodati posebne proteine ali druge funkcionalne sestavine (Žlender, 2011).

Klobase z zmanjšano vsebnostjo NaCl imajo manjšo ekstrakcijo proteinov in vezavo vode. Manjša ionska moč povzroči povečano sproščanje maščobe in gelske tekočine, kar pa je odvisno od stopnje zmanjšanja NaCl (Toldra, 2007). Moč gela pada z manjšimi količinami NaCl (Whiting, 1984).

### 2.7.3.2 Mikrobiologija izdelkov z manj NaCl

Zmanjšanje koncentracije NaCl pod običajno koncentracijo brez drugih konzervirajočih ukrepov zmanjša obstojnost izdelkov. Zmanjšanje NaCl v hrenovkah za 60 % na 1,5 % povzroči hitrejšo rast prisotne mikroflore. Ob zmanjšanju NaCl za 50 % na 1,25 % v mletem svinjskem mesu povzroči rahlo pospešeno rast *Lactobacillus* spp. Ob zmanjšanju NaCl za 50 % na 1,25 %, ali ob zamenjavi s KCl ali MgCl<sub>2</sub> v mletem svinjskem mesu, se vrednosti TBA značilno ne spremenijo (Desmond, 2006).

Med kvarljivce v mesni industriji uvrščamo bakterije, plesni in včasih tudi kvasovke. Najpomembnejši patogeni ali toksigeni mikroorganizmi so bakterije rodov *Salmonella*, *Campylobacter*, *Listeria*, *Escherichia*, *Staphylococcus*, *Vibrio*, *Clostridium* in *Bacillus*. Možni povzročitelji kroničnih obolenj pri človeku so tudi plesni, ki tvorijo mikotoksine. Rast mikroorganizmov je odvisna od aktivnosti vode v živilih. Kloridne soli (K, Ca, Mg) in polifosfati imajo podoben vpliv na ionsko moč kot NaCl. Tako so kot zamenjave za NaCl dostopne komercialne mešanice kalijevih soli in polifosfatov (Leistner, 1997).

## 2.8 HRENOVKE

Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov (2004) razvršča mesne izdelke v osnovne štiri skupine: 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. Hrenovka skupaj s posebno in pariško salamo spada med barjene klobase.

Hrenovka je izdelek, ki vsebuje:

- največ 30 % maščob
  - o največ 25 % slanine
- najmanj 8 % mišičnih beljakovin (brez beljakovin veziva)
- najmanj 75 % mesnega testa iz govejega in svinjskega mesa
  - o najmanj 25 % svinjine

Lahko uporabimo tudi meso drugih vrst živali v enakem razmerju mesno testo in mastnina. Pri tem pa moramo upoštevati, da mora biti pri uporabi več kot 50 % določenega mesa, to razvidno že iz imena (npr. konjska hrenovka itd.). Ostale vrste mesa morajo biti navede v sestavinah. V nadev ni dovoljeno dodajati dodatnih sestavin.

Ovčja tanka čreva, v katera se polni emulzijo za hrenovke, so premera od 18 do 26 mm. Lahko uporabimo tudi kolagenske ovitke. Oblikuje se pare, se jih vroče prekadi in termično obdela z vlažnim postopkom (Pravilnik o kakovosti ..., 2004).

Okrog 75 % gram-pozitivnih bakterij, v glavnem predstavniki rodov *Bacillus* in *Enterococcus*, sestavlja mikrofloro hrenovk. Običajno je skupno število bakterij nižje od  $10^4$ /g. V barjenih klobasah prevladujejo bacili, v manjšem številu pa se nahajajo tudi enterobakterije, enterokoki, mikrokoki in stafilokoki. Omenjajo se še vrste *Leuconostoc* in kvasovke. Barjene klobase, proizvedene pod strokovnim nadzorom in toplotno obdelane do primerno visokih temperatur, naj bi od potencialnih povzročiteljev alimentarnih toksikoinfekcij vsebovale le predstavnike rodu *Bacillus*. Njihovo število v končnih izdelkih pa ne presega  $10^3$ /g (Bem in sod., 2003b).

## 2.9 KEMIJSKE METODE DOLOČANJA VSEBNOSTI NaCl IN Na<sup>+</sup>

### 2.9.1 Titracija

Titracija je osnovni postopek pri volumetrični analizi.

#### 2.9.1.1 Določanje vsebnosti NaCl po Volhardu

Pri tej metodi kloride oborimo z AgNO<sub>3</sub>. Prebitek AgNO<sub>3</sub> pa določimo z rodanidom v kislem mediju. Prebitek rodanida določimo z Fe(III) soljo v kislem mediju. Ob tem dobimo intenzivno rdečo barvo Fe(III) tiocianata.

#### 2.9.1.2 Določanje vsebnosti NaCl po Mohr-u

Kloride titriramo z AgNO<sub>3</sub> v nevtralnem ali slabo alkalnem mediju. Kot indikator uporabimo raztopino K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>.

### 2.9.2 Potencimetrija

Potencimetrija spada med elektrokemijske analizne metode, te pa v instrumentalno analizo.

#### 2.9.2.1 Določanje vsebnosti Na<sup>+</sup> z ionoselektivno elektrodo

Elektrokemijski člen oblikujemo tako, da indikatorsko (ionoselektivno) in referenčno elektrodo potopimo v raztopino ionov, ki jim želimo določiti koncentracijo. Elektrodi povežemo v tokokrog, vanj pa vežemo še merilec napetosti, ki je občutljiv milivoltmeter z visoko notranjo upornostjo.

Ključni del ionoselektivne elektrode je membrana, saj določa, na kateri ion se bo odzval senzor v prisotnosti različnih ionov iz vzorca. Pri prehajanju ionov skozi membrano se vzpostavi elektrokemijsko ravnotežje. Posledica je različen potencial na obeh straneh membrane. Če pa membrana prepušča samo eno vrsto ionov, izvira potencial na membrani samo iz ene vrste ionov. Z membrano ločimo dve raztopini z različno koncentracijo Na<sup>+</sup> in zagotovimo konstantno aktivnost Na<sup>+</sup> na eni strani membrane. Izmerjeni potencial elektrokemijskega člena pa je funkcija koncentracije Na<sup>+</sup>.



### 3 MATERIAL IN METODE

#### 3.1 MATERIAL

Pri izdelavi mesnih emulzij smo uporabili goveje (pH<6,0) in prašičje meso (pH<6,0), svežo in čvrsto hrbtno slanino, led, fosfate (aroma UK) ter začimbe (Aroma mix hrenovka). V štirih serijah smo ločeno uporabili različne soli: kosmičeno, morsko, nitritno sol in solni cvet.

Začimba »Aroma mix hrenovka« je sestavljena iz maksimalno 87 % kuhinjske soli. Vsebuje tudi naravne začimbe in ekstrakte drugih začimb (paprika). Doziranje je 400 g na 200 kg mesnega nadeva. Proizvaja jo Prava AROMA d.o.o.

Uporabili smo kosmičeno sol – Crystal flakes, Natural sea salt, Natural. Proizvaja jo podjetje Falksalt.



Slika 8: Kosmičena sol

Kuhinjska, jodirana, fino mleta morska sol brez kemikalij proti strjevanju je proizvedena v EU, dobavitelj pa je DK Sol d.o.o.

Nitritna sol je mešanica kuhinjske soli in konzervansa (E 250).

Solni cvet prideluje podjetje SOLINE Pridelava soli d.o.o. v Krajinskem parku Sečoveljske soline.

Po zaključku izdelave vseh mesnih emulzij smo opravili kemijske analize, instrumentalne analize reoloških lastnosti, instrumentalne analize barve ter senzorično analizo. Rezultate analiz smo statistično obdelali s primernimi metodami.

#### 3.2 NAČRT POSKUSA

Mesne emulzije smo izdelovali v tehnološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil. Meso smo očistili grobega vezivnega tkiva, hrustancev in mastnega tkiva. Goveje in svinjsko meso smo zmleli v volku skozi luknjačo s premerom luknjic 3 mm. Prav tako smo tudi slanino zmleli v volku skozi isto luknjačo. Mleto meso smo skupaj z aditivi homogenizirali-sekljali v kutru Stephan UMC 5 electronic pri nižji hitrosti približno 1 minuto. Postopoma smo dodajali tretjino ledu in nadaljevali s sekljanjem pri manjši hitrosti do temperature 0 °C. Nato smo sekljali pri večji hitrosti do temperature

6 °C. Dodali smo ohlajeno slanino in začimbno mešanico. Sekljali smo pri manjši hitrosti do temperature 12 °C, nato pri večji hitrosti do temperature 14 °C. Med sekljanjem smo postopoma dodajali led. Nadev smo napolnili v plastične ovitke in toplotno obdelali (barili) do končne  $T_s$  72 °C.

### 3.2.1 Sestava in priprava mesne emulzije

Izdelali smo 28 šarž mesnih emulzij po 2 kg.

Preglednica 6: Receptura za mesne emulzije, izračunano na 2 kg in 56 kg končnega proizvoda

Sestavine	Delež v končnem proizvodu (%)	Masa za 2 kg (g)	Masa za 56 kg (kg)
Goveje meso	30	600	16,8
Prašičje meso	16,25	325	9,1
Hrbtina slanina	23,75	475	13,3
Led	30	600	16,8
Kosmičena sol/morska sol/ /nitritna sol/solni cvet	1,7-1,1	0,034-0,022	0,952-0,616
Aroma UK	0,7	14	0,392
Aroma mix hrenovka	0,2	4	0,112

Šarže smo razdelili v 4 serije, v katerih smo uporabili različne skupine soli – kosmičeno sol, morsko sol, nitritno sol ter solni cvet. V vsaki seriji smo postopoma zmanjševali koncentracijo določene soli iz 1,7 % na 1,1 %.

Preglednica 7: Eksperimentalne skupine, glede na količino dodane soli in njeno vrsto

Skupine	Kosmičena sol %	Morska sol %	Nitritna sol %	Solni cvet %
1.	1,7	1,7	1,7	1,7
2.	1,6	1,6	1,6	1,6
3.	1,5	1,5	1,5	1,5
4.	1,4	1,4	1,4	1,4
5.	1,3	1,3	1,3	1,3
6.	1,2	1,2	1,2	1,2
7.	1,1	1,1	1,1	1,1

### 3.2.2 Polnjenje in toplotna obdelava

Nadev smo polnili v plastične ovitke z ročnim polnilnikom F. Dick (Nemčija) ter jih zaprli s strojem Poly-clip tipa DCD 600 (Nemčija). Za toplotno obdelavo (barjenje) smo uporabili konvektomat SelfCooking Center podjetja Rational. Kuhali smo jih v 100%-ni pari do končne središčne temperature 72 °C. Najprej 80 minut pri 50 °C, nato 50 minut pri 60 °C, na koncu pa še 30 minut pri 80 °C. Po zaključenem barjenju smo jih ohladili in shranili v hladilnik.

### 3.3 METODE DELA

#### 3.3.1 Kemijske metode

Ob koncu izdelave mesnih emulzij smo jih nekaj iz vsake šarže homogenizirali s kuhinjskim sekljalnikom ter zamrznili (-20 °C). Pred kemijskimi analizami smo jih odmrznili.

##### 3.3.1.1 Določanje vsebnosti NaCl (Volhard)

Vsem 28 šaržam smo določili vsebnost NaCl z metodo po Volhardu, ki je opisana v AOAC 935.47 Salt in meat (AOAC, 1999). Uporabljali smo po dve vzporedni določitvi.

Pribor:

- graduirana 100 ml erlenmajerica z obrusom,
- graduirane pipete (5 in 10 ml),
- pipeta (20 ml),
- bireta,
- lij, premer 7 cm,
- erlenmajerica (250 ml).

Reagenti:

- 0,1 M AgNO<sub>3</sub>,
- 0,1 M KCNS ali 0,1 M NH<sub>4</sub>CNS,
- 10% HNO<sub>3</sub>,
- nasičena raztopina amonijevega ferisulfata,
- Carrezova raztopina I (raztopina kalijevega ferocianida),
- Carrezova raztopina II (raztopina cinkovega sulfata).

V erlenmajerico z obrusom smo zatehtali približno 10 g ( $\pm 0,01$  g) zmletega in homogeniziranega vzorca. Dodali smo 50 ml destilirane vode in magnetni mešalček. Za 20 minut smo postavili erlenmajerico brez zamaška na magnetno mešalo (mešanje – hitrost 7, segrevanje 9). Po ohladitvi smo pobrali magnetni mešalček, ga sprali z destilirano vodo in dodali po 10 ml Carrezove raztopine I in II, da so se balastne snovi sesedle. Nato smo dopolnili do 100 ml in premešali. Ko se je usedlina sesedla, smo jo filtrirali skozi nagubani filtrirni papir. Filtrirali smo ves vzorec. Nekaj prvih ml filtrata smo odstranili, s pipeto pa smo nakapljali 10 ml popolnoma bistrega filtrata v 250 mililitrsko erlenmajerico. Dodali smo točno 20 ml 0,1 M raztopine srebrovega nitrata, 10 ml 10%-ne dušikove kisline in 5 ml etra ter premešali. Ko se je tekočina zbistrila, smo dodali 5 ml raztopine amonijevega ferisulfata. Ostanek srebrovega nitrata smo titrirali z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida do pojava obstojne rdečkaste barve. Vsebnost NaCl smo izračunali iz porabljene količine srebrovega nitrata.

Opravili smo tudi slepi poskus. V erlenmajerico smo odmerili 10 ml destilirane vode ter dodali točno 20 ml 0,1 M raztopine srebrovega nitrata, 10 ml 10%-ne dušikove kisline in 5 ml dietiletra. To smo premešali. Ko se je tekočina zbistrila, smo dodali 5 ml raztopine

amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrita pa smo titrirali z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida do pojava obstojne rdečkaste barve.

Račun za določitev vsebnosti NaCl:

$$w_{NaCl} = \frac{(V_{sl} - V_{vz}) \cdot c_{NH_4CNS} \cdot M_{NaCl}}{m_{vzorca}} \quad \dots (1)$$

$w_{NaCl}$  ... masni delež NaCl (v %)

$V_{sl}$  ... volumen  $NH_4CNS$ , porabljen za titracijo slepega vzorca (v ml)

$V_{vz}$  ... volumen  $NH_4CNS$ , porabljen za titracijo vzorca (v ml)

$c_{NH_4CNS}$  ... molarna koncentracija  $NH_4CNS$  (v mol/l)

$M$  ... molska masa NaCl (58, 46 g/mol)

Določili smo tudi točno molarno koncentracijo  $NH_4CNS$ . 20 ml 0,1 M  $AgNO_3$  smo dodali 5 ml  $HNO_3$  (1 del  $HNO_3$  in 2 dela  $H_2O$ ). Dodali smo še 2 ml nasičenega ferisulfata ter titrirali z  $NH_4CNS$  do rožnate barve.

Račun za določitev točne molarne koncentracije  $NH_4CNS$ :

$$c_{NH_4CNS} = \frac{c_{AgNO_3} \cdot 20 \text{ ml}}{V_{NH_4CNS}} \quad \dots (2)$$

$c_{NH_4CNS}$  ... molarna koncentracija  $NH_4CNS$  (v mol/l)

$c_{AgNO_3}$  ... molarna koncentracija  $AgNO_3$

$V_{NH_4CNS}$  ... poraba  $NH_4CNS$  za titracijo  $AgNO_3$  (v ml)

### 3.3.1.2 Določanje vsebnosti $Na^+$ (natrijeva ionoselektivna elektroda)

Vsem 28 šaržam smo določili vsebnost  $Na^+$  tudi z natrijevo ionoselektivno elektrodo (Na-ISE). Uporabljali smo po dve vzoredni določitvi.

Najprej smo pripravili raztopino ISA (Ionic Strength Adjustment): v 1 L destilirane vode smo raztopili 11,34 g 0,046 M  $MgSO_4$ , 7  $H_2O$  in 7,995 g Tris (hidroksimetil) – aminometan.

V 100 ml erlenmajerice z obrusom smo odtehtali približno 5 g vzorca. Z raztopino ISA smo dopolnili do 75 g. Dodali smo mešalček in 10 minut mešali na magnetnem mešalu. Temperatura in hitrost mešanja raztopin sta bila v vseh standardih in vzorcih enaka. Nato

smo mešalček odstranili ter dopolnili z ISA do 100 g. Raztopino smo prefiltrirali ter prelili v 100 ml steklene čaše. Nato smo z elektrodo izmerili potencial raztopini z neznano koncentracijo Na<sup>+</sup> ionov. Z izmerjenih potencialov smo koncentracijo Na<sup>+</sup> izračunali preko umeritvene krivulje.

#### Umeritvena krivulja

Z Na-ISE smo pripravili umeritveno krivuljo tako, da smo pripravili 4 standardne raztopine natrijevega klorida, ki so imele koncentracijo Na<sup>+</sup> 0,1, 1,0 10,0 in 100,0 ppm v raztopini ISA. Temperatura in hitrost mešanja sta bila v vseh standardih in vzorcih enaka. 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>.

#### 3.3.1.3 Stabilnost mesne emulzije (Kim in sod., 2010)

V 50 ml centrifugirke smo odtehtali približno 30 g vzorca. Vzorce smo za pol ure segrevali v vodni kopeli na 80 °C. Sledilo je 5-minutno centrifugiranje (centrifuga Tehnica, Železniki). Ločili in stehali smo maščobo in vodo, ki se je izločila med postopkom. Po naslednji enačbi smo izračunali % izločene vode in maščobe.

$$\% \text{ izločene maščobe in vode} = \text{masa vode in maščobe (g)} / \text{masa vzorca (g)} \quad \dots (3)$$

#### 3.3.1.4 Določanje kemijskih parametrov mesne emulzije z 1,4 % nitritne soli

Po uradnih metodah 16. izdaje standardnih analiz AOAC – Official Analytical Chemists smo določili kemijske parametre mesne emulzije z 1,4 % nitritne soli. Vsebnost vode s sušenjem smo določili po uradnem postopku, opisanem v AOAC 950.46 Moisture in meat (1999), vsebnost maščob po uradnem postopku, opisanem v AOAC 991.36 Fat (crude) in meat and meat products (1999), vsebnost beljakovin (skupni dušik x 6,25) po uradnem postopku, opisanem v AOAC 928.08 Nitrogen in meat Kjeldahl method (1999), vsebnosti skupnih mineralnih snovi pa po uradnem postopku, opisanem v AOAC 920.153 Ash of meat (1999).

Vsebnost koencima Q<sub>10</sub> smo določili z metodo po Lušnic-evi (Lušnic, 2008), vsebnost holesterola pa z modificirano metodo po Naeemi-ju (Naeemi in sod., 1995).

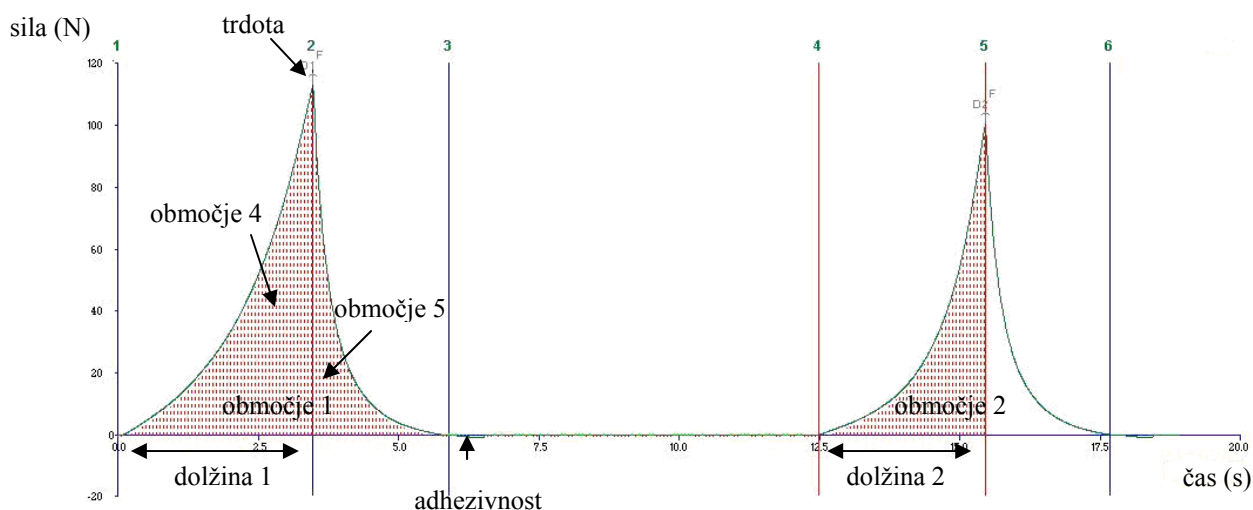
Rezultati metod so povprečja šestih vzporednih določitev.

### 3.3.2 Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti mesne emulzije

Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti mesne emulzije smo opravili z aparatom Texture Analyser podjetja Stable Micro Systems. Priprava vzorcev mesne emulzije je bila enaka pri obeh analizah teksture (Texture profile analyser in Warner-Bratzler). Mesnim emulzijam smo odstranili ovitke in jih z nožem narezali na valje višine 3,5 cm in premera 3,5 cm. Na vsakem valju smo meritve opravili enkrat, rezultat pa je povprečje 4 meritev.

#### 3.3.2.1 Texture profile analyser (TPA)

Kot kontaktni nastavek smo uporabili bat premera 100 mm. Spuščal in dvigoval se je s hitrostjo 1 mm/s. Pod njega smo postavili posamezni vzorec. Bat je stisnil vzorec za 25 %. Bat se je dvignil in nato ponovno stisnil vzorec. Z aparatom smo izmerili teksturne lastnosti mesne emulzije, kot so trdota, kohezivnost, gumijavost, prožnost, žvečljivost, elastičnost in adhezivnost.



Slika 9: Merjenje analize profila teksture (TPA) za mesno emulzijo z dodano 1,6 % morske soli.

Ob analizi profila teksture (TPA) mesnih emulzij smo pri vsaki meritvi dobili podoben graf, kot je slika 9.

Parametri, ki jih dobimo kot rezultat merjenja s TPA so:

$$\text{prožnost} = \text{dolžina 2} / \text{dolžina 1}$$

$$\text{elastičnost} = \text{območje 5} / \text{območje 4}$$

$$\text{gumijavost (N)} = \text{območje 5} / \text{območje 4} \times \text{trdota}$$

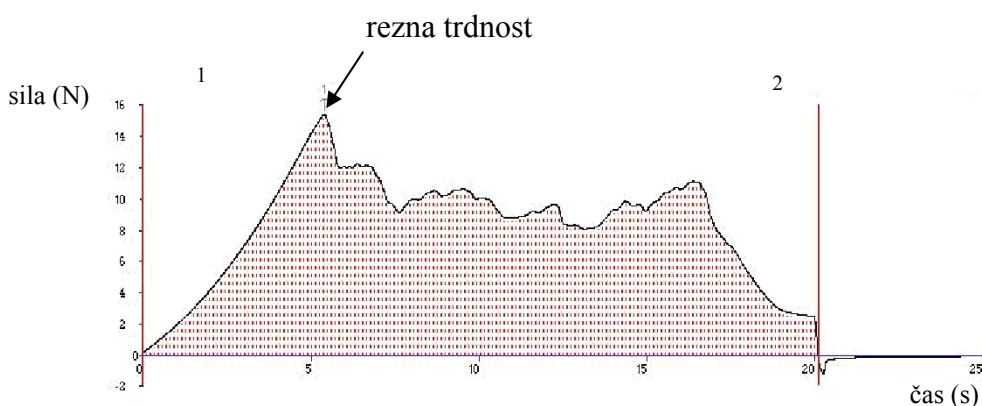
$$\text{žvečljivost (N)} = \text{gumijavost} \times \text{dolžina 2} / \text{dolžina 1} = \text{trdota} \times \text{kohezivnost} \times \text{prožnost}$$

### 3.3.2.2 Warner-Bratzler

Kot kontaktni nastavek smo uporabili Warner-Bratzlerjevo giljotino (HDP/BSG, Stable Micro Systems) in pod njo postavili posamezen vzorec. Testna hitrost je bila 1 mm/s. Rezilo je v navpični smeri razpolovilo valj po sredini.



Slika 10: Oblika rezila, ki smo ga uporabili pri merjenju teksture po Warner-Bratzlerjevi metodi (Texture Technologies, 2012).



Slika 11: Merjenje strižnih sil z metodo po Warner-Bratzler-ju za mesno emulzijo z dodanim 1,7 % solnega cveta.

Graf, ki smo ga dobili pri merjenju rezne trdnosti za posamezen košček mesne emulzije, je podoben sliki 11.

### 3.3.3 Instrumentalna analiza barve mesne emulzije

Kromometer Minolta CR-200B, ki vključuje računalnik DATA DP 100, smo umerili na bel standard ( $Y_n = 93,8$ ;  $X_n = 0,3134$  ter  $Z_n = 0,3208$ ). Mesno emulzijo smo razrezali na polovice ter s kromometrom na štirih različnih mestih izmerili vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ . Stabilnost barve emulzije smo izmerili takole: eno polovico posameznega vzorca smo postavili v hladilnik, medtem ko je bila preostala polovica na svetlobi. Po 30 minutah smo na vseh polovicah zopet izmerili vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$  na štirih različnih mestih.

Vrednosti  $L^*$  kažejo na svetlost vzorca. Višje kot so, bolj je vzorec svetel ter obratno, nižje kot so, temnejši je vzorec. Pozitivne vrednosti  $a^*$  kažejo na rdeč odtenek, negativne vrednosti  $a^*$  pa na zelen. Pozitivne vrednosti  $b^*$  kažejo na rumen odtenek, medtem ko negativne vrednosti  $b^*$  kažejo na modrega.

### 3.3.4 Senzorična analiza

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

Senzorične lastnosti so bile ocenjene na hladnih mesnih emulzijah. Ocenjene lastnosti so bile barva, slanost, aroma, tekstura ter skupni vtis.

#### Barva

- 1    neznačilna
- 7    značilna rožnatordeča barva

#### Slanost

- 1    neslano
- 4    primerno slano
- 7    preslano

#### Aroma

- 1    neizrazita, prazna
- 7    odlično izražena

#### Tekstura

- 1    mehka
- 4    primerna tekstura
- 7    trda, gumijava

#### Skupni vtis

- 1    izredno slaba kakovost in popolna nesprejemljivost izdelka
- 7    odličen skupni senzorični vtis kakovosti izdelka



### 3.3.5 Statistična analiza

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM.

Za analizo vpliva vrste soli (v kombinaciji s fosfatnim preparatom) in zmanjšanja njene vsebnosti na teksturne, senzorične in kemijske parametre koagulatov mesnih emulzij smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksne vplive vrste soli (S: morska sol, nitritna sol, solni cvet, kosmičena sol), dodatka-koncentracije soli (D: 1,7 %, 1,6 %, 1,5 %, 1,4 %, 1,3 %, 1,2 % in 1,1 %) in ponovitve (P: 1-2) ter interakcijo vrsta soli×dodatek soli:  
$$y_{ijk} = \mu + S_i + D_j + S \times D_{ij} + e_{ijk}$$

Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in primerjane pri 5 % tveganju. Pearsonovi korelacijski koeficienti med parametri menih emulzij so izračunani s postopkom CORR.

## 4 REZULTATI

### 4.1 KEMIJSKI PARAMETRI KAKOVOSTI

Preglednica 8: Rezultati meritev kemijskih parametrov mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.

parameter	n	povprečje	min	max	so	KV(%)
NaCl <sub>elekt.</sub> (%)	54	1,55	1,27	1,89	0,19	12,1
NaCl <sub>Volh.</sub> (%)	54	1,49	1,08	1,92	0,23	15,2
izločena voda in maščoba (%)	54	25,8	17,6	31,9	3,0	11,8

n – število analiz, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti; Volh. – Volhard; elekt. – Na-ISE

V preglednici 8 so podani rezultati meritev kemijskih parametrov mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Povprečna vrednost NaCl v mesnih emulzijah, določena z Na-ISE, je 1,55 %, medtem ko je le-ta 1,49 % pri določanju NaCl z metodo po Volhardu. V mesnih emulzijah se je povprečno izločilo 25,8 % vode in maščobe.

#### 4.1.1 Vsebnost NaCl (Volhard)

Preglednica 9: Povprečna vsebnost NaCl (%) v mesnih emulzijah z dodanimi različnimi vrstami soli (kosmičena sol (KS), morska sol (MS), nitritna sol (NS) in solni cvet (SC)) (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

	KS	MS	NS	SC
NaCl <sub>Volh.</sub>	1,47±0,3BC	1,53±0,2A	1,48±0,3B	1,46±0,2C

Volh. – Volhard; srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

Rezultati določanja vsebnosti NaCl z metodo po Volhardu v preglednici 9 kažejo, da imajo mesne emulzije z morsko soljo signifikantno višje povprečne vrednosti NaCl kot mesne emulzije s kosmičeno in nitritno soljo ter solnim cvetom.

Preglednica 10: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC), dodatka soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na vsebnost soli v mesnih emulzijah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		skupina			
parameter	dodatek	KS	MS	NS	SC
NaCl <sub>Volh.</sub> (%)	1,1	1,12±0,03fB	1,23±0,01fA	1,09±0,02gB	-
	1,2	1,21±0,01eC	1,29±0,01eA	1,26±0,02fAB	1,23±0,01dBC
	1,3	1,32±0,07dB	1,44±0,01dA	1,37±0,01eAB	1,36±0,05cAB
	1,4	1,50±0,01cA	1,48±0,01dA	1,48±0,02dA	1,40±0,05cB
	1,5	1,62±0,01bA	1,63±0,01cA	1,57±0,00cB	1,50±0,01bC
	1,6	1,66±0,01bB	1,76±0,00bA	1,75±0,01bA	1,58±0,04bC
	1,7	1,89±0,04aA	1,86±0,05aA	1,85±0,02aA	1,69±0,02aB

Volh. – Volhard; srednje vrednosti z različno črko (a, b, c, d, e, f, g) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med dodatki); srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

V preglednici 10 vidimo, da se s povečevanjem dodatka soli signifikantno povečuje tudi količina NaCl v mesnih emulzijah. Mesne emulzije s solnim cvetom imajo pri

koncentracijah dodane soli od 1,4 % do 1,7 % signifikantno nižjo vsebnost NaCl kot mesne emulzije z dodanimi ostalimi solmi. Mesne emulzije z 1,1 % morske soli imajo signifikantno višjo vsebnost NaCl kot mesne emulzije z 1,1 % nitritne in kosmičene soli. Pri dodatku 1,2 % morske soli imajo mesne emulzije signifikantno višjo vsebnost NaCl kot pri dodatku kosmičene soli in solnega cveta. Mesne emulzije z 1,3 % morske soli imajo signifikantno višjo vsebnost NaCl kot mesne emulzije s kosmičeno soljo.

#### 4.1.2 Vsebnost Na<sup>+</sup>, določena z Na-ISE

Preglednica 11: Povprečna vsebnost NaCl (%) v mesnih emulzijah z dodanimi različnimi vrstami soli (KS, MS, NS, SC) (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

	KS	MS	NS	SC
NaCl <sub>elek</sub>	1,54±0,2B	1,56±0,2AB	1,59±0,2A	1,48±0,2C

elekt. – Na-ISE; srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

V preglednici 11 so navedene povprečne vrednosti NaCl v mesnih emulzijah z dodanimi različnimi solmi, ki so preračunane iz koncentracij Na<sup>+</sup>, določenih z Na-ISE. Rezultati so pokazali značilno manjšo vsebnost NaCl v mesnih emulzijah z dodanim solnim cvetom v primerjavi z dodanimi ostalimi solmi. Najnižji delež določenega NaCl pri mesnih emulzijah z dodanim solnim cvetom je posledica tega, da solni cvet vsebuje več vode v primerjavi z ostalimi solmi.

Preglednica 12: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC), dodatka soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na vsebnost Na<sup>+</sup> v mesnih emulzijah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		skupina			
parameter	dodatek	KS	MS	NS	SC
vsebnost Na <sup>+</sup> (g/kg)	1,1	5,13±0,07dA	5,21±0,07dA	5,12±0,13eA	-
	1,2	5,46±0,26cdAB	5,49±0,16cdAB	5,78±0,01dA	5,16±0,11dB
	1,3	5,60±0,14cdAB	5,80±0,22cdAB	5,99±0,20cdA	5,34±0,05dB
	1,4	5,91±0,11cA	6,13±0,54bcA	6,19±0,01cA	5,57±0,21cdA
	1,5	6,69±0,06bA	6,53±0,34abA	6,62±0,33bA	6,06±0,10bcA
	1,6	6,67±0,39bAB	7,01±0,30aAB	7,11±0,12aA	6,26±0,30bB
	1,7	7,35±0,20aA	7,21±0,18aA	7,43±0,07aA	6,91±0,31aA
NaCl <sub>elekt.</sub> (%)	1,1	1,29±0,02dA	1,31±0,02dA	1,29±0,03eA	-
	1,2	1,38±0,07cdAB	1,38±0,04cdAB	1,46±0,00dA	1,30±0,03dB
	1,3	1,41±0,03cdAB	1,46±0,06cdAB	1,51±0,05cdA	1,35±0,01dB
	1,4	1,49±0,03cA	1,55±0,14bcA	1,56±0,00cA	1,41±0,05cdA
	1,5	1,69±0,02bA	1,65±0,09abA	1,67±0,08bA	1,53±0,02bcA
	1,6	1,68±0,10bAB	1,77±0,07aAB	1,79±0,03aA	1,58±0,08bB
	1,7	1,85±0,05aA	1,82±0,05aA	1,87±0,02aA	1,74±0,08aA

elekt. – Na-ISE; srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

V preglednici 12 opazimo, da se koncentracija Na<sup>+</sup> in posledično tudi NaCl povečuje skladno z višjimi dodatki vseh štirih vrst soli. Pri koncentracijah dodane soli 1,4 %, 1,5 % in 1,7 % se vsebnost Na<sup>+</sup> (NaCl) v mesnih emulzijah z različnimi vrstami soli signifikantno ne razlikuje. Pri koncentraciji 1,2 %, 1,3 % in 1,6 % pa je vsebnost Na<sup>+</sup> oziroma NaCl signifikantno višja v mesnih emulzijah z nitritno soljo v primerjavi s solnim cvetom.

### 4.1.3 Stabilnost mesne emulzije

Preglednica 13: Stabilnost mesnih emulzij z dodanimi različnimi vrstami soli (KS, MS, NS, SC) (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

	KS	MS	NS	SC
izločena voda in maščoba (%)	26,7±4,0A	26,5±2,3A	24,8±2,4A	25,1±3,1A

Srednje vrednosti z različno črko (A,B,C,D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

Različne vrste soli (kosmičena, morska in nitritna sol ter solni cvet) ne vplivajo statistično značilno na stabilnost emulzije (Preglednica 13).

Preglednica 14 : Vpliv različnih skupin soli (KS, MS, NS, SC) na izmerjeno stabilnost mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

parameter	dodatek	skupina			
		KS	MS	NS	SC
izločena	1,1	22,2±6,3aA	22,7±1,2dA	21,1±1,2dA	-
voda in	1,2	24,2±5,7aA	25,4±1,8cA	23,2±1,3cdA	20,3±3,9bA
maščoba	1,3	26,6±2,0aA	26,3±0,9abcA	23,4±0,4cdA	24,2±3,2abA
(%)	1,4	30,3±2,3aA	29,0±0,9aAB	25,9±0,6abB	25,0±1,3abB
	1,5	30,8±1,6aA	25,6±0,4bcB	28,0±1,3aAB	27,5±1,7aAB
	1,6	26,5±2,3aA	28,2±1,4abA	25,5±0,2bcA	26,0±0,2abA
	1,7	26,6±0,8aB	28,5±0,3aA	26,8±0,9abAB	27,9±0,2aAB

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

Različni dodatki kosmičene soli ne vplivajo na stabilnost mesne emulzije. Pri ostalih soleh pa opazimo trend zmanjševanja stabilnosti mesne emulzije s povečevanjem dodatka soli.

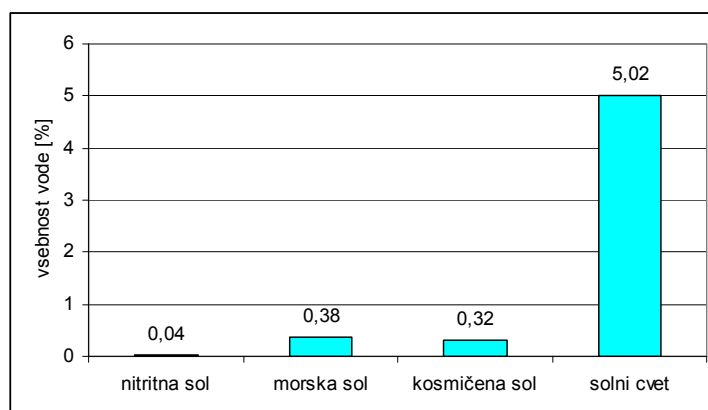
### 4.1.4 Vsebnost vode, mineralnih snovi, beljakovin, maščob, koencima Q<sub>10</sub> in holesterola v mesni emulziji z 1,4 % nitritne soli

Mesnim emulzijam z 1,4 % nitritne soli smo določili naslednje kemijske parametre: vodo, maščobo, beljakovine, pepel, koencim Q<sub>10</sub> in holesterol (Preglednica 15). Ti podatki nam podajo sestavo vseh izdelanih mesnih emulzij v diplomskem delu.

Preglednica 15: Kemijska sestava mesnih emulzij z 1,4 % nitritne soli

voda (%)	maščobe (%)	beljakovine (%)	pepel (%)	koencim Q <sub>10</sub> (mg/kg)	holesterol (mg/kg)
65,4	19,2	11,4	2,1	30,15	613,2

Vodo smo določili tudi v različnih vrstah soli (kosmičena, morska, nitritna sol in solni cvet). Največ vode, kar 5,02 %, je prisotne v solnem cvetu, medtem ko smo najmanj vode določili v nitritni soli, ki jo vsebuje le 0,04 % (slika 12).



Slika 12: Vsebnost vode v različnih vrstah soli (nitritna sol, morska sol, kosmičena sol, solni cvet).

#### 4.2 INSTRUMENTALNE TEKSTURNE LASTNOSTI MESNIH EMULZIJ

V preglednici 16 so prikazane instrumentalne teksturne lastnosti mesnih emulzij, izmerjenih z metodo TPA in metodo po Warner-Bratzler-ju (WB).

Preglednica 16: Rezultati meritev teksturnih lastnosti mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.

parameter	n	povprečje	min	max	so	KV(%)
<b>TPA</b>						
trdota (N)	106	105,2	63,6	139,7	17,8	16,9
kohezivnost	106	0,6	0,5	0,7	0,0	4,5
gumijavost (N)	106	64,0	40,2	82,8	9,8	15,4
prožnost	106	1,0	1,0	1,0	0,0	0,1
žvečljivost (N)	106	64,0	40,1	82,8	9,8	15,4
elastičnost	106	0,4	0,3	0,4	0,0	5,2
adhezivnost (N.s)	106	-0,4	-0,8	-0,2	0,1	-35,7
<b>WB</b>						
rezna trdnost (N)	107	13,7	9,5	21,7	2,0	14,4

n – število analiz, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti. Gumijavost (N) = območje 5 / območje 4 × trdota, prožnost = dolžina 2 / dolžina 1, žvečljivost (N) = gumijavost × dolžina 2 / dolžina 1 = trdota × kohezivnost × prožnost, elastičnost = območje 5 / območje 4

#### 4.2.1 Analiza profila teksture (Texture profile analysis – TPA)

Ugotavljali smo različne parametre (trdoto, kohezivnost, gumijavost, prožnost, žvečljivost in elastičnost) mesnih emulzij, pripravljenih z različnimi oblikami soli (KS, MS, NS, SC).

Preglednica 17: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) na instrumentalno (TPA) izmerjene teksturne lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		KS	MS	NS	SC
TPA	trdota (N)	117,6A	96,8C	98,4C	108,9B
	kohezivnost	0,60B	0,61A	0,61A	0,62A
	gumijavost (N)	70,2A	59,2B	60,3B	67,0A
	prožnost	1,0	1,0	1,0	1,0
	žvečljivost (N)	70,2A	59,2B	60,3B	67,0A
	elastičnost	0,37B	0,38A	0,38A	0,38A
	adhezivnost (N.s)	-0,49C	-0,31A	-0,37B	-0,45C

Srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

Iz preglednice 17 lahko zaključimo, da mesne emulzije z dodano kosmičeno soljo kažejo signifikantno največjo trdoto, vendar najslabšo kohezivnost in elastičnost. Mesne emulzije z dodano kosmičeno soljo in solnim cvetom dosegaajo značilno višje vrednosti za gumijavost in žvečljivost kot mesne emulzije z dodano nitritno in morsko soljo. Na prožnost različne skupine soli ne vplivajo.

Zanimalo nas je tudi, kako različne količine dodanih soli vplivajo na teksturne lastnosti mesnih emulzij. Rezultati so zbrani v preglednici 18.

Preglednica 18: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) in njihove koncentracije na instrumentalno (TPA) izmerjene teksturne lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		skupina			
parameter	konc. soli (%)	KS	MS	NS	SC
trdota (N)	1,1	99,8±7,0cA	80,2±17,6bB	75,8±9,4bB	-
	1,2	128,7±8,0aA	109,5±4,0aB	106,6±7,6aB	99,1±19,0aB
	1,3	110,3±7,0bcA	109,2±6,3aA	109,1±4,6aA	112,9±10,9aA
	1,4	112,0±15,0bcA	82,1±12,6bB	108,9±4,3aA	113,1±18,3aA
	1,5	129,8±9,9aA	81,0±7,2bC	108,2±16,5aB	110,1±5,6aB
	1,6	122,5±12,0abA	116,6±12,7aA	103,4±10,0aA	113,5±18,5aA
	1,7	120,2±4,5abA	98,9±19,6abB	76,9±8,1bC	103,4±10,8aAB
kohezivnost	1,1	0,6±0,0abcA	0,6±0,0aA	0,6±0,0cA	-
	1,2	0,6±0,0cA	0,6±0,0abA	0,6±0,0cA	0,6±0,0aA
	1,3	0,6±0,0abcA	0,6±0,0abA	0,6±0,0bcA	0,6±0,0aA
	1,4	0,6±0,0abA	0,6±0,0abA	0,6±0,0cA	0,6±0,0aA
	1,5	0,6±0,0abcAB	0,6±0,0bB	0,6±0,0abcA	0,6±0,0aA
	1,6	0,6±0,0bcC	0,6±0,0abBC	0,6±0,0abA	0,6±0,0aB
	1,7	0,6±0,0aB	0,6±0,0aAB	0,7±0,0aA	0,6±0,0aAB

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 18: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) na instrumentalno (TPA) izmerjene teksturne lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

parameter	konc. soli (%)	skupina			
		KS	MS	NS	SC
gumijavost (N)	1,1	59,9±3,7dA	50,4±7,9bAB	44,4±5,5bB	-
	1,2	74,9±3,9abA	67,7±1,9aAB	62,6±4,4aB	60,9±7,6aB
	1,3	66,0±4,1cdA	65,9±2,2aA	66,5±3,5aA	68,1±5,1aA
	1,4	67,8±6,8bcA	51,4±8,9bB	65,2±3,0aA	70,8±8,7aA
	1,5	77,7±4,9aA	47,5±4,8bC	66,5±8,5aB	67,2±3,1aB
	1,6	71,7±6,0abcA	69,2±6,5aA	67,0±6,1aA	69,2±9,3aA
	1,7	73,5±2,4abcA	62,5±10,5aB	50,1±4,1bC	64,8±5,3aAB
prožnost	1,1	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0bA	-
	1,2	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0abA	1,0±0,0bA
	1,3	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0abA	1,0±0,0aA
	1,4	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0abA	1,0±0,0abA
	1,5	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA
	1,6	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA
	1,7	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA	1,0±0,0aA
žvečljivost (N)	1,1	59,8±3,7dA	50,3±7,8bAB	44,4±5,6bB	-
	1,2	74,8±3,8abA	67,6±1,9aAB	62,6±4,4aB	60,9±7,6aB
	1,3	66,0±4,1cdA	65,9±2,2aA	66,4±3,5aA	68,0±5,1aA
	1,4	67,8±6,8bcA	51,3±9,1bB	65,1±3,0aA	70,8±8,7aA
	1,5	77,7±4,9aA	47,5±4,8bC	66,5±8,5aB	67,2±3,2aB
	1,6	71,6±6,0abcA	69,1±6,5aA	67,0±6,1aA	69,1±9,3aA
	1,7	73,4±2,4abcA	62,5±10,5aB	50,1±4,1bC	64,8±5,4aAB
elastičnost	1,1	0,4±0,0cAB	0,4±0,0abA	0,3±0,0dB	-
	1,2	0,4±0,0abcA	0,4±0,0abA	0,4±0,0bcA	0,4±0,0abA
	1,3	0,4±0,0bcB	0,4±0,0abA	0,4±0,0bcA	0,4±0,0bB
	1,4	0,4±0,0abAB	0,4±0,0abA	0,4±0,0cdB	0,4±0,0aA
	1,5	0,4±0,0abcA	0,4±0,0bA	0,4±0,0bA	0,4±0,0abA
	1,6	0,4±0,0bcB	0,4±0,0bB	0,4±0,0aA	0,4±0,0abB
	1,7	0,4±0,0aB	0,4±0,0aAB	0,4±0,0aA	0,4±0,0aAB
adhezivnost (N.s)	1,1	-0,5±0,1abcB	-0,3±0,0aA	-0,3±0,1abAB	-
	1,2	-0,6±0,1dA	-0,4±0,2aA	-0,5±0,2cA	-0,4±0,1abA
	1,3	-0,6±0,1cdA	-0,4±0,1aA	-0,4±0,1abcA	-0,5±0,2abA
	1,4	-0,3±0,1aAB	-0,3±0,1aA	-0,4±0,1bcBC	-0,6±0,1bC
	1,5	-0,5±0,0bcdB	-0,3±0,0aA	-0,4±0,1bcB	-0,4±0,1abB
	1,6	-0,6±0,0bcdC	-0,3±0,1aAB	-0,2±0,1aA	-0,3±0,0aB
	1,7	-0,4±0,1abA	-0,3±0,1aA	-0,3±0,1abA	-0,4±0,2abA

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

Pri uporabi kosmičene soli opazimo, da so mesne emulzije postale trše ob višji koncentraciji soli, medtem ko pa različni dodatki kosmičene soli ne vplivajo na njeno prožnost. Mesne emulzije z 1,5 % kosmičene soli so bolj gumijaste in žvečljive, kot pri 1,1 %, 1,3 % in 1,4 % dodane soli. Pri dodatku 1,7 % kosmičene soli, pa so bolj elastične, kot pri 1,1 %, 1,3 % ter 1,6 %. Pri 1,7 % kosmičene soli so tudi bolj kohezivne, kot pri 1,2 % in 1,6 % dodatka soli.

Ugotovili smo, da različni dodatki morske soli ne vplivajo na prožnost in adhezivnost mesnih emulzij. Pri uporabi 1,3 %, 1,4 % in 1,6 % morske soli so mesne emulzije trše kot pri koncentracijah soli 1,1 %, 1,4 % in 1,5 %. Mesne emulzije z 1,1 % in 1,7 % morske soli so bolj kohezivne kot pri koncentraciji 1,5 %. Pri uporabi 1,2 %, 1,3 %, 1,6 % in 1,7 %

morske soli, so mesne emulzije bolj gumijaste in žvečljive kot pri 1,1 %, 1,4 % in 1,5 % dodane soli. Mesne emulzije z 1,7 % soli so bolj elastične kot pri koncentracijah 1,5 % in 1,6 % morske soli.

Kohezivnost mesne emulzije se poveča z višjo koncentracijo dodane nitritne soli. Prav tako se z višjimi koncentracijami nitritne soli poveča elastičnost. Na ostale merjene parametre vsebnost nitritne soli statistično značilno ne vpliva.

Različne koncentracije solnega cveta ne vplivajo na trdoto mesnih emulzij. Kohezivnost in prožnost se statistično ne spremenita pri uporabi različnih koncentracij solnega cveta. Prav tako različne koncentracije solnega cveta ne vplivajo različno na gumijavost in žvečljivost.

#### 4.2.2 Rezna trdnost z Warner-Bratzler metodo

Preglednica 19: Vpliv različnih soli (KS, MS, NS, SC) na instrumentalno (Warner-Bratzler) izmerjeno rezno trdnost mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		KS	MS	NS	SC
WB	rezna trdnost (N)	14,7A	12,8B	12,6B	14,7A

Srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

Rezultat meritev teksture z metodo WB (Preglednica 19) je pokazal, da imajo mesne emulzije z dodanim solnim cvetom in kosmičeno soljo višjo rezno trdnost kot mesne emulzije z dodatkom morske in nitritne soli. Rezultat je podoben kot pri analizi profila teksture (TPA), kjer so bile mesne emulzije z dodano nitritno in morsko soljo značilno mehkejšje, manj gumijaste in žvečljive od mesnih emulzij z dodano kosmičeno soljo in solnim cvetom.

Preglednica 20: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na instrumentalno rezno trdnost hrenovk (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

		skupina			
parameter	konc. soli (%)	KS	MS	NS	SC
rezna	1,1	13,0±0,7bA	12,5±1,0abA	10,5±0,8cB	-
trdnost (N)	1,2	14,5±1,0abAB	13,1±1,5abB	13,1±0,9abB	15,1±0,2abA
	1,3	16,5±3,6aA	13,8±0,9aA	13,1±1,4abA	15,1±1,8abA
	1,4	15,8±0,8abA	12,0±1,1abB	12,5±0,6bB	16,0±2,0aA
	1,5	15,0±2,5abA	11,7±0,7bB	14,5±1,6aA	12,7±1,0bAB
	1,6	14,5±1,6abAB	13,9±1,8aAB	12,3±1,2bB	15,9±2,1aA
	1,7	13,4±1,3abA	12,6±0,9abA	12,0±1,2bcA	13,7±1,5abA

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

Rezna trdnost mesnih emulzij s kosmičeno soljo je signifikantno nižja pri koncentraciji soli 1,1 % kot pri koncentraciji 1,3 %.

Pri uporabi morske soli imajo mesne emulzije z 1,5 % dodane soli signifikantno nižjo rezno trdnost kot pri 1,3 % in 1,6 %.



Mesne emulzije z nitritno soljo imajo pri 1,1 % dodane soli signifikantno nižjo režno trdnost kot pri dodatkih od 1,2 % do 1,6 %.

Rezna trdnost mesnih emulzij s solnim cvetom je pri dodatku 1,5 % soli signifikantno nižja kot pri 1,4 % in 1,6 %.

#### 4.3 INSTRUMENTALNA ANALIZA BARVE MESNIH EMULZIJ

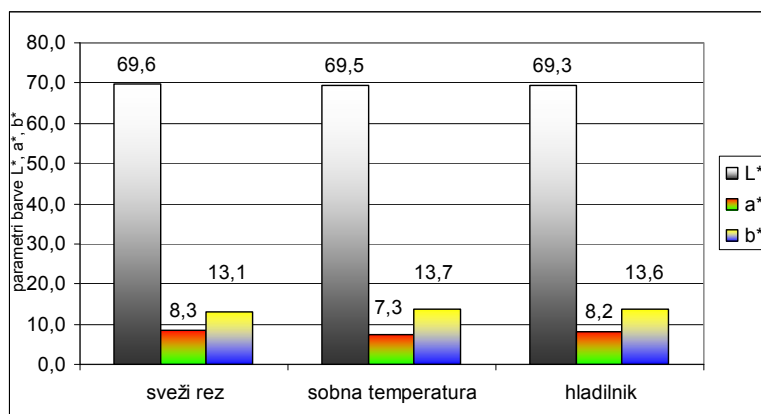
V preglednici 21 so rezultati instrumentalnih meritev barve mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Povprečna vrednost  $L^*$  svežega reza mesnih emulzij je 69,6, na svetlobi 69,5 in v hladilniku 69,3. Povprečna vrednost  $a^*$  svežega reza mesnih emulzij je 8,3, na svetlobi 7,3 in v hladilniku 8,2. Povprečna vrednost  $b^*$  svežega reza mesnih emulzij je 13,1, na svetlobi 13,7 in v hladilniku je 13,6.

Preglednica 21: Rezultati za instrumentalne parametre barve mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.

parameter	n	povprečje	min	max	so	KV(%)
$L^*_{sr}$	106	69,6	66,8	71,6	1,1	1,6
$a^*_{sr}$	106	8,3	4,4	15,3	2,8	33,5
$b^*_{sr}$	106	13,1	9,9	16,8	1,4	11,0
$L^*_{st}$	108	69,5	66,7	72,7	1,1	1,6
$a^*_{st}$	108	7,3	4,5	11,4	1,7	22,8
$b^*_{st}$	108	13,7	12,1	16,8	0,9	6,9
$L^*_{hl}$	108	69,3	66,8	72,3	1,2	1,8
$a^*_{hl}$	108	8,2	4,7	14,7	2,5	30,1
$b^*_{hl}$	108	13,6	10,7	16,7	1,3	9,3

n – število analiz, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti; sr – sveži rez; st-sobna temperatura; hl – hladilnik

Ob primerjavi mesnih emulzij, ki smo jih hranili na svetlobi in v hladilniku, vidimo, da se v hladilniku povprečna  $L^*$  vrednost bolj zniža kot na svetlobi. Povprečne vrednosti  $a^*$ , to je odtenek rdeče barve se močneje zmanjša na svetlobi kot v hladilniku. Povprečne vrednosti  $b^*$  izmerjene kot odtenek rumene barve pa so višje po hranjenju na svetlobi kot po hranjenju v hladilniku.



Slika 13: Vpliv različnih shranjevanj mesnih emulzij (sveži rez, sobna temperatura, hladilnik) na vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ .

Torej so mesne emulzije po 30 minutah na svetlobi postale rahlo temnejše, izrazito manj rdeče ter bolj rumene. Mesne emulzije, ki smo jih 30 minut hranili v hladilniku, pa so postale temnejše, rahlo manj rdeče ter bolj rumene. Ob občutnem zmanjšanju rdečega odtenka pri mesnih emulzijah, hranjenih na svetlobi, opazimo, da hranjenje v hladilniku upočasni oksidacijo barve mesnih emulzij.

Preglednica 22: Vpliv različnih vrst soli (MS, KS, NS, SC) in različnih pogojev shranjevanja (sveži rez, sobna T, hladilnik) na vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$  mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

izmerjene vrednosti		MS	KS	NS	SC
$L^*$	sveži rez	70,5A	69,5B	69,0C	69,4B
	sobna T	70,6A	68,9C	69,4B	69,1BC
	hladilnik	70,6A	68,7B	69,1B	69,0B
$a^*$	sveži rez	6,2C	8,1B	10,8A	8,1B
	sobna T	6,0D	7,5B	8,6A	7,1C
	hladilnik	6,4D	8,1B	10,6A	7,7C
$b^*$	sveži rez	14,2A	13,0B	12,3C	13,0B
	sobna T	14,3A	13,5C	13,5C	13,7B
	hladilnik	14,3A	13,8B	12,6C	13,7B

Srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami)

Iz preglednice 22 je razvidno, da imajo mesne emulzije z dodatkom morske soli po različnih pogojih shranjevanja (sveži rez, sobna temperatura in hladilnik) statistično značilno najvišji vrednosti  $L^*$  in  $b^*$ , to je najsvetlejšo in najbolj rumeno barvo v primerjavi z ostalimi solmi, ter najnižjo vrednost  $a^*$  oz. najmanj rdečo barvo v vseh treh meritvah v primerjavi z ostalimi solmi. Mesne emulzije z dodatkom nitritne soli imajo v vseh treh meritvah barve pričakovano značilno najvišjo vrednost  $a^*$  v primerjavi z ostalimi solmi.

Preglednica 23: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na instrumentalno izmerjeno barvo mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

parameter	konc. soli (%)	skupina			
		KS	MS	NS	SC
L* sveži rez	1,1	70,1±0,4aB	71,0±0,4abA	70,9±0,5aA	-
	1,2	69,6±0,5abA	70,1±0,3cA	67,7±0,8dB	70,1±0,6abA
	1,3	69,3±0,6abB	70,4±0,6bcA	68,0±0,5cdC	69,5±0,6bcB
	1,4	69,6±0,0abB	71,5±0,1aA	68,8±0,6cB	69,5±0,6bcB
	1,5	69,1±0,5bB	70,9±0,4abA	67,6±0,1dC	70,5±0,9aA
	1,6	69,1±0,6bAB	69,3±0,4dAB	69,8±0,3bA	68,8±0,6cdB
	1,7	69,8±0,5abA	70,3±0,7bcA	70,5±0,7abA	67,9±0,5dB
a* sveži rez	1,1	7,8±0,3bA	6,9±0,5bB	6,9±0,4dB	-
	1,2	9,6±0,2aB	8,8±0,3aB	14,0±0,8bA	8,7±1,2abB
	1,3	7,9±0,6bC	7,3±0,5bC	14,8±0,3aA	9,3±0,4aB
	1,4	9,6±0,0aB	4,7±0,1dC	12,1±0,8cA	9,7±0,2aB
	1,5	7,4±1,0bB	4,5±0,1dD	14,6±0,6abA	6,0±0,1dC
	1,6	7,9±0,6bA	5,7±0,3cB	6,4±0,1dB	7,9±1,0bcA
	1,7	7,3±0,6bA	5,4±0,3cB	6,7±0,3dA	7,1±0,2cA
b* sveži rez	1,1	13,4±0,1aB	13,7±0,3dB	14,2±0,2bA	-
	1,2	12,8±0,2bcA	12,6±0,2eA	10,9±0,2cB	12,7±0,2cA
	1,3	13,0±0,3bA	12,6±0,2eB	10,4±0,2dC	12,6±0,3cB
	1,4	12,4±0,1dB	15,5±0,2bA	10,8±0,1cC	12,4±0,1cB
	1,5	13,0±0,2bcC	16,5±0,3aA	10,3±0,3dD	14,1±0,1aB
	1,6	12,7±0,1cdC	13,8±0,3dB	14,7±0,2aA	12,4±0,4cC
	1,7	13,1±0,1bC	14,7±0,2cA	14,3±0,3bA	13,5±0,4bB

Srednje vrednosti z različno črko (a, b, c, d, e, f, g) znotraj stolpca se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med konc. soli); srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

Pri uporabi kosmičene soli so vrednosti  $L_{sr}^*$  signifikantno višje pri mesnih emulzijah z 1,1 % koncentracijo v primerjavi z 1,5 % in 1,6 % koncentracijo. Vrednosti  $a_{sr}^*$  so najvišje, to je bolj rdeča barva pri mesnih emulzijah z 1,2 % ali 1,4 % koncentracijo. Najvišje vrednosti  $b_{sr}^*$ , to je najbolj rumeno barvo, so imele mesne emulzije z 1,1 % koncentracijo.

Pri dodatku morske soli imajo mesne emulzije z koncentracijo 1,4 % signifikantno višje vrednosti  $L_{sr}^*$  kot mesne emulzije z 1,2 %, 1,3 %, 1,6 % in 1,7 % koncentracijo. Statistično značilno najvišje vrednosti  $a_{sr}^*$ , to je najbolj rdečo barvo imajo mesne emulzije z 1,2 % morske soli. Najbolj so rumene oz. najvišje vrednosti  $b_{sr}^*$  imajo mesne emulzije z 1,5 % dodane morske soli.

Mesne emulzije z 1,1 % nitritne soli so signifikantno bolj svetle oz. imajo višje vrednosti  $L_{sr}^*$  v primerjavi z 1,2 % do 1,6 % koncentracijo. Signifikantno bolj rdeče oziroma višje vrednosti  $a_{sr}^*$  kažejo mesne emulzije z 1,3 % dodatka v primerjavi z 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,6 % in 1,7 %. Signifikantno najvišje vrednosti  $b_{sr}^*$ , to je bolj rumeno barvo imajo mesne emulzije z dodatkom 1,6 % nitritne soli, najnižje pa z 1,3 % in 1,5 %.

Mesne emulzije z dodatkom 1,5 % solnega cveta imajo signifikantno višje vrednosti  $L_{sr}^*$  kot z 1,3 %, 1,4 %, 1,6 % in 1,7 %. Vrednosti  $a_{sr}^*$  so statistično značilno višje pri dodatku

1,3 % in 1,4 % kot pri 1,5 %, 1,6 % in 1,7 % solnega cveta. Signifikantno najvišje vrednosti  $b_{sr}^*$  imajo mesne emulzije z 1,5 % dodatka solnega cveta.

#### 4.4 SENZORIČNA KAKOVOST EMULZIJ

Preglednica 24: Rezultati ocenjevanja senzoričnih parametrov kakovosti mesnih emulzij z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.

parameter	n	povprečje	min	max	so	KV(%)
barva (1-7 točke)	81	2,2	1,0	6,0	1,5	68,0
slanost (1-4-7 točke)	81	3,9	2,0	5,5	0,9	23,3
aroma (1-7 točke)	81	4,5	3,0	5,5	0,6	13,4
tekstura (1-4-7 točke)	81	3,2	2,0	4,0	0,5	14,3
skupni vtis (1-7 točke)	81	3,5	2,5	5,0	0,7	19,0

n – število analiz, min – minimalna vrednost, max – maksimalna vrednost, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti

Iz preglednice 24 je razvidno, da so bile mesne emulzije v povprečju ocenjene z 2,2 točkama za barvo, 3,9 točkami za slanost, 4,5 točkami za aromo, 3,2 točkama za teksturo in 3,5 točkami za skupni vtis. Zelo visok koeficient variabilnosti je izračunan za barvo.

Preglednica 25: Vpliv različnih vrst soli (MS, KS, NS, SC) na senzorične lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )

	MS	KS	NS	SC
rožnata barva (1-7 točke)	1,4±0,5D	1,8±0,3C	3,7±2,3A	1,9±0,5B
slanost (1-4-7 točke)	3,9±1,0AB	3,8±1,0B	4,0±0,8A	3,8±0,9B
aroma (1-7 točke)	4,3±0,6B	4,4±0,7AB	4,7±0,5A	4,5±0,6AB
tekstura (1-4-7 točke)	3,2±0,6	3,1±0,4	3,0±0,5	3,3±0,3
skupni vtis (1-7 točke)	3,1±0,3C	3,3±0,4B	4,1±0,9A	3,3±0,2B

Srednje vrednosti z različno črko (A, B, C, D) znotraj vrstice se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ; značilnost razlik med skupinami).

##### Barva

Iz preglednice 25 je razvidno, da so statistično značilno največ točk za značilnost rožnate barve razsoljenega mesa prejele mesne emulzije z dodatkom nitritne soli (3,7±2,3), medtem ko so mesne emulzije z dodatkom morske soli prejele značilno najmanj točk (neznačilna, sivkasta barva) (1,4±0,5).

##### Slanost

Mesne emulzije z nitritno soljo imajo značilno višje ocenjeno slanost (4,0±0,8) v primerjavi z emulzijami z dodano kosmičeno soljo (3,8±1,0) ali s solnim cvetom (3,8±0,9).

##### Aroma

Mesne emulzije z dodano nitritno soljo imajo statistično značilno boljše ocenjeno aromo arome (4,7±0,5) v primerjavi z mesno emulzijo z dodano morskou soljo (4,3±0,6).

## Tekstura

Različne vrste soli (kosmičena, morska in nitritna sol ter solni cvet) ne vplivajo statistično značilno na teksturo mesnih emulzij ( $p > 0,05$ ).

## Skupni vtis

Mesne emulzije z nitritno soljo so značilno najvišje ocenjene za skupni vtis ( $4,07 \pm 0,9$ ), njslabše pa mesne emulzije z dodano morsko soljo ( $3,10 \pm 0,3$ ).

Preglednica 26: Vpliv eksperimentalne skupine (KS, MS, NS, SC) in koncentracije soli (1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,4 %, 1,5 %, 1,6 %, 1,7 %) na senzorične lastnosti mesnih emulzij (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).

parameter	dodatek	skupina			
		KS	MS	NS	SC
barva (1-7 točke)	1,1	2,0±0,0aA	1,0±0,0cB	1,0±0,0eB	-
	1,2	2,2±0,3aB	2,0±0,0aB	6,0±0,0aA	2,0±0,0bB
	1,3	2,0±0,0aC	2,0±0,0aC	5,8±0,3aA	3,0±0,0aB
	1,4	2,0±0,0aB	1,0±0,0cC	5,0±0,0cA	2,0±0,0bB
	1,5	1,5±0,0bB	1,0±0,0cC	5,5±0,0bA	1,5±0,0cB
	1,6	1,5±0,0bA	1,5±0,0bA	1,5±0,0dA	1,5±0,0cA
	1,7	1,5±0,0bA	1,0±0,0cB	1,0±0,0eB	1,5±0,0cA
slanost (1-4-7 točke)	1,1	2,2±0,3dA	2,8±0,6dA	2,7±0,6dA	-
	1,2	3,2±0,3cB	3,7±0,3cA	3,5±0,0cAB	2,7±0,3dC
	1,3	3,0±0,0cB	2,7±0,6dB	4,2±0,3bA	2,8±0,3dB
	1,4	3,7±0,3bA	4,2±0,3bcA	4,0±0,0bcA	4,2±0,3bA
	1,5	4,7±0,3aA	4,2±0,3bcB	4,3±0,3bAB	3,5±0,0cC
	1,6	4,7±0,3aB	4,7±0,3abB	5,2±0,3aA	4,5±0,0abB
	1,7	5,0±0,0aAB	5,3±0,3aA	4,0±0,0bcC	4,8±0,3aB
aroma (1-7 točke)	1,1	3,2±0,3bA	3,5±0,5cA	3,8±0,8bA	-
	1,2	4,3±0,3aAB	4,3±0,3abAB	4,8±0,3aA	4,2±0,3abB
	1,3	4,3±0,3aAB	3,8±0,3bcB	4,7±0,3aA	4,2±0,3abAB
	1,4	4,5±0,5aAB	4,2±0,6bcB	5,0±0,0aA	5,0±0,0aA
	1,5	4,8±0,3aAB	4,3±0,3abBC	5,2±0,3aA	4,0±0,5bC
	1,6	4,8±0,6aA	5,0±0,5aA	4,7±0,3aA	4,7±0,8abA
	1,7	5,0±0,5aA	5,0±0,0aA	4,5±0,0aA	5,0±0,5aA
tekstura (1-4-7 točke)	1,1	2,5±0,0cA	2,7±0,3cA	2,3±0,3bA	-
	1,2	3,5±0,0aA	2,7±0,3cC	3,3±0,3aAB	3,0±0,0bBC
	1,3	3,0±0,0bA	3,5±0,0bA	3,0±0,5aA	3,2±0,3abA
	1,4	3,5±0,0aB	4,0±0,0aA	2,8±0,3abC	3,5±0,0abB
	1,5	3,0±0,0bA	3,0±0,0cA	3,5±0,5aA	3,3±0,6abA
	1,6	3,2±0,3bAB	2,8±0,3cB	3,2±0,3aAB	3,7±0,3aA
	1,7	3,2±0,3bB	4,0±0,0aA	3,0±0,0aB	3,2±0,3abB
skupni vtis (1-7 točke)	1,1	2,8±0,3cA	2,8±0,3cA	2,8±0,3cA	-
	1,2	3,5±0,0bB	3,5±0,0aB	4,8±0,3aA	3,0±0,0cC
	1,3	3,0±0,0cB	3,0±0,0bcB	4,7±0,3aA	3,3±0,3abB
	1,4	3,5±0,0bB	3,3±0,3abB	4,8±0,3aA	3,5±0,0aB
	1,5	3,8±0,3aB	2,8±0,3cC	5,0±0,0aA	3,5±0,0aB
	1,6	3,0±0,0cA	3,2±0,3abcA	3,3±0,3bA	3,2±0,3bcA
	1,7	3,5±0,0bA	3,0±0,0bcB	3,0±0,0bcB	3,5±0,0aA

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

Pri uporabi kosmičene soli so imele mesne emulzije nesprejemljivo barvo. Zaznava slanosti se je stopnjevala skladno s povečanim dodatkom soli. Signifikantno najnižjo oceno za aromo so dobile mesne emulzije z 1,1 % koncentracijo. Signifikantno najvišje ocene za teksturo so dobile mesne emulzije z 1,2 % in 1,4 % dodatka kosmičene soli, najvišje ocene za skupni vtis so prejele mesne emulzije z 1,5 % dodane kosmičene soli.

Tudi pri uporabi morske soli so imele mesne emulzije nesprejemljivo barvo. Signifikantno najnižjo oceno za slanost so prejele mesne emulzije z 1,1 % in 1,3 % morske soli. Mesne emulzije z 1,6 % in 1,7 % dodatka morske soli so značilno višje ocenjene za profil arome kot pa vzorci z 1,1 %, 1,3% in 1,4 % koncentracijo soli. Optimalno teksturo imajo mesne emulzije z 1,4 % in 1,7 % dodane morske soli, najvišje ocene za skupni vtis so prejele mesne emulzije z 1,2 % morske soli.

Pri uporabi nitritne soli so mesne emulzije z 1,2 % in 1,3 % najvišje ocenjene za barvo. Signifikantno najnižjo oceno za slanost in aromo so prejele mesne emulzije z 1,1 % nitritne soli. Mesne emulzije z 1,1 % dodatka nitritne soli imajo signifikantno nižje ocenjeno teksturo v primerjavi z ostalimi mesnimi emulzijami. Signifikantno najvišje ocene za skupni vtis so prejele mesne emulzije z 1,2 %, 1,3 %, 1,4% in 1,5 % dodane nitritne soli.

Pri uporabi solnega cveta so mesne emulzije z 1,3 % dodatka prejele najvišje ocene za barvo. Optimalno oceno 4,0 točke za slanost je prejela samo mesna emulzija z 1,5 % solnega cveta, vse ostale koncentracije solnega cveta so pokazale previsoko slanost. Najvišje ocene za aromo so dobile mesne emulzije z 1,4 % in 1,7 % dodatka solnega cveta. Mesne emulzije z 1,6 % solnega cveta imajo signifikantno višje ocenjeno teksturo v primerjavi z mesno emulzijo z dodatkom 1,2 % solnega cveta. Signifikantno višje ocene za skupni vtis so prejele mesne emulzije z 1,4 %, 1,5 % in 1,7 % dodatka solnega cveta.

## 4.5 KORELACIJSKA ANALIZA

### 4.5.1 Korelacije med senzorično oceno barve in instrumentalnimi vrednostmi $L^*$ , $a^*$ in $b^*$ mesnih emulzij

Ugotavljali smo, kako sta povezani senzorično ocenjena barva ter instrumentalno določena barva (kromometer Minolta, vrednosti  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$ ).

V preglednici 27 lahko vidimo, da so vse korelacije statistično zelo visoko značilne ( $p < 0,001$ ) in da sta instrumentalni vrednosti  $L^*$  in  $b^*$  v negativni korelaciji z oceno barve mesnih emulzij, medtem ko je senzorična ocena za barvo v pozitivni korelaciji z vrednostjo  $a^*$ . Najvišje korelacije ( $r > 0,89$ ) so med vrednostmi  $a^*$  in senzorično oceno barve mesnih emulzij.

Preglednica 27: Pearsonovi koeficienti korelacije ( $r$ ) med  $L^*$ -,  $a^*$ -,  $b^*$ - vrednostmi in senzorično oceno barve hrenovk na prerezu.

korelirane lastnosti			r
$L^*$	sveži rez	barva	-0,63307 ***
	sobna temperatura		-0,4175 ***
	hladilnik		-0,50177 ***
$a^*$	sveži rez		0,93160 ***
	sobna temperatura		0,89469 ***
	hladilnik		0,93978 ***
$b^*$	sveži rez		-0,82695 ***
	sobna temperatura		-0,64790 ***
	hladilnik		-0,86183 ***

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

#### 4.5.2 Korelacije med senzoričnimi lastnostmi (barva, slanost, aroma, tekstura) in skupnim vtisom

S pomočjo Pearsonovih koeficientov korelacije smo določili, kako senzorične lastnosti, barva, aroma, slanost in tekstura, vplivajo na ocenjen skupni vtis.

Preglednica 28: Pearsonovi koeficienti korelacije ( $r$ ) med senzoričnimi lastnostmi (barva, aroma, slanost, tekstura) in skupnim vtisom

korelirane lastnosti		r
barva	skupni vtis	0,86781 ***
aroma		0,48702 ***
slanost		0,22742 *
tekstura		0,10812

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

Preglednica 28 kaže, da ima ocena barve značilno največji vpliv na skupni vtis ( $r=0,86781$ ,  $p < 0,001$ ). Statistično zelo visoko značilno, a z nizkimi koeficienti korelacije ( $r=0,48702$ ,  $p < 0,001$ ) sta povezana tudi aroma in skupni vtis. Vpliv slanosti in teksture na skupni vtis je zanemarljiv.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Namen diplomskega dela je bil določiti senzorično in instrumentalno sprejemljivost mesne emulzije z manj soli in posledično z manjšo vsebnostjo natrijevih ionov ob uporabi različnih skupin soli.

#### 5.1.1 Mesne emulzije s kosmičeno soljo

Ugotovili smo, da je barva mesnih emulzij s kosmičeno soljo nesprejemljiva, kar vpliva tudi na nizke ocene za skupni vtis. Najbolj primerna zaznava slanosti je pri koncentraciji 1,4 %. Zaznava arome se povečuje z dodano koncentracijo soli, vendar je statistično slabša samo pri njeni koncentraciji 1,1 %. Primerno teksturo smo izmetili še pri koncentraciji 1,2 %. Mesne emulzije s kosmičeno soljo obdržijo sprejemljive senzorične lastnosti (slan okus, aroma in tekstura) z izjemo barve, če znižamo koncentracijo soli na 1,2 %.

Kosmičena sol ni izboljšala stabilnosti mesne emulzije v primerjavi z drugimi solmi. Tudi Sofos (1983) je ugotovil, da kosmičena sol ni izboljšala stabilnosti komercialnih hrenovk v primerjavi z običajno zrnato soljo. Mogoče je vzrok temu visok delež vode v hrenovkah, ki solem omogoča podobno topnost in se tako sposobnost kosmičene soli za boljše topljenje izniči.

Zmanjševanje kosmičene soli je povzročilo zmanjšanje zaznane slanosti in poslabšalo aromo. Da zmanjšanje vsebnosti soli značilno vpliva na zmanjšano zaznavo slanosti in arome, so ugotovili tudi Crehan in sod. (2000) ter Matulis in sod. (1995). Rezultati so potrdili hipotezo, da različne koncentracije soli različno vplivajo na okus in aromo.

#### 5.1.2 Mesne emulzije z morsko soljo

Mesne emulzije z dodano morsko soljo imajo nesprejemljivo barvo, kar vpliva na nizko ocenjen skupni vtis. Primerno teksturo imajo pri koncentraciji soli 1,4 %. Primerno slanost in aromo imajo še pri koncentraciji 1,2 % morske soli. Da ohranimo sprejemljive senzorične lastnosti, z izjemo barve, lahko morsko sol v mesnih emulzijah znižamo na koncentracijo 1,4 %.

Mesne emulzije z dodano morsko soljo so imele značilno najnižje vrednosti  $a^*$  (rdeč odtenek) v primerjavi z ostalimi solmi. Skladno s tem so imele tudi najnižje ocenjeno barvo. Barva je najbolj vplivala na oceno za skupni vtis. Tako so imele mesne emulzije z dodano morsko soljo poleg najbolj neznačilne barve tudi najnižje ocenjen skupni vtis.

Senzorična ocena za barvo je v negativni povezavi z vrednostmi  $L^*$  in  $b^*$  ter v pozitivni z vrednostjo  $a^*$ . To kaže na to, da imajo svetlejšje mesne emulzije z rumenim odtenkom slabše sprejemljivo barvo, medtem ko je barva mesnih emulzij z rdečim odtenkom senzorično bolj sprejemljiva.



### 5.1.3 Mesne emulzije z nitritno soljo

Mesne emulzije z nitritno soljo imajo primerno barvo in aromo še pri koncentraciji 1,2 %. Pri tej koncentraciji imajo tudi primerno ocenjeno teksturo in slanost. Prav tako je pri koncentraciji 1,2 % visoko ocenjen skupni vtis. Na podlagi vseh senzoričnih ocen lahko sklepamo, da so sprejemljive mesne emulzije še pri 1,2 % dodane nitritne soli.

Mesne emulzije z dodano nitritno soljo so višje ocenjene za slanost kot pa mesne emulzije z dodano kosmičeno soljo ali solnim cvetom. Dodatek nitritne soli je bolj kot dodatek morske soli vplival tudi na aromo. Nitritna sol je namreč dodatek, ki poleg značilne rožnate barve oblikuje značilen okus, vonj in aromo razsoljenega mesa (Rajar, 1997).

Mesne emulzije z dodano nitritno soljo so imele značilno najvišje vrednosti  $a^*$  (rdeč odtенок) v primerjavi z ostalimi solmi ter so imele tudi najvišje ocenjeno barvo. Nitritna sol je namreč poleg drugih lastnosti tudi dodatek za oblikovanje značilne rožnate termostabilne barve (Rajar, 1997). Barva je najbolj vplivala na skupni vtis. Tako imajo mesne emulzije z dodano nitritno soljo poleg najbolj značilne barve tudi najbolj ocenjen skupni vtis.

Mesnim emulzijam z dodano nitritno soljo se v splošnem s povečevanjem soli poveča tudi kohezivnost. Tudi Matulis in sod. (1995) so ugotovili, da se s povečevanjem soli poveča kohezivnost hrenovk. To je lahko posledica povečane ekstrakcije proteinov, kar se odraža v več interakcijah med proteini pri višjih koncentracijah soli.

### 5.1.4 Mesne emulzije s solnim cvetom

Barva mesnih emulzij s solnim cvetom je bila zelo nizko ocenjena, kar je vplivalo na nizke ocene skupnega vtisa. Primerno slane so mesne emulzije z 1,4 % solnega cveta, medtem ko imajo še sprejemljivo aromo mesne emulzije z 1,2 % solnega cveta. Sprejemljivo teksturo imajo mesne emulzije z 1,3 % solnega cveta. Če povzamemo, je koncentracija 1,4 % solnega cveta tista, pri kateri imajo mesne emulzije sprejemljive senzorične lastnosti, z izjemo barve.

Opazamo rahel trend, da se ob zmanjševanju koncentracije dodanega solnega cveta in morske ali nitritne soli stabilnost mesnih emulzij povečuje. Naši rezultati so v nasprotju s hipotezo, da mesne emulzije z manjšo vsebnostjo soli kažejo slabšo stabilnost emulzije, saj izločajo več vode in maščobe. Tudi Sofos (1983) poroča o značilnem ( $p < 0,05$ ) poslabšanju stabilnosti hrenovk pri zmanjševanju vsebnosti soli z 2,5 % na 2,0 %, 1,5 % in 1,0 %. Do enake ugotovitve kot mi pa so prišli Crehan in sod. (2000) - ob zmanjšanju soli iz 2,5 na 1,5 %, se je povečala stabilnost hrenovk iz govejega in svinjskega mesa.

## 5.2 SKLEPI

- Mesne emulzije z različnimi vrstami in koncentracijami dodanih soli so imele naslednjo povprečno kemijsko sestavo: voda 65,4 %, maščobe 19,2 %, beljakovine 11,4 %, pepel 2,1 %, holesterol 61,3 mg/100g in koencim Q<sub>10</sub> 3,01 mg/100g.
- Mesne emulzije z dodano nitritno soljo imajo bolj značilno barvo hrenovk v primerjavi z ostalimi dodanimi solmi, medtem ko imajo mesne emulzije z dodano morskno soljo najmanj značilno barvo hrenovk.
- Na skupni vtis najbolj vpliva barva, manj pa aroma in slanost. Tako imajo mesne emulzije z dodano nitritno soljo poleg najboljše ocenjene barve tudi najvišje ocene za skupni vtis.
- Različne koncentracije soli različno vplivajo na okus in aromo. S povečevanjem dodatka soli se poveča zaznava slanosti in arome.
- Mesne emulzije z nitritno soljo so še sprejemljive senzorične kakovosti, če znižamo koncentracijo soli na 1,2 %.
- Mesnim emulzijam z morskno soljo lahko znižamo koncentracijo soli na 1,4 %, da imajo še sprejemljiv slan okus, aromo in teksturo.
- Mesne emulzije s kosmičeno soljo imajo še sprejemljivo slanost, aromo in teksturo, če znižamo koncentracijo dodane soli na 1,2 %.
- Mesne emulzije s solnim cvetom imajo pri koncentraciji 1,4 % še sprejemljivo slanost, aromo in teksturo.
- Korelacije med senzorično ocenjeno barvo in instrumentalnimi vrednostmi L\*, a\* in b\* so statistično zelo visoko značilne. Najvišji Pearsonovi koeficienti korelacije so med vrednostmi a\* in senzorično oceno barve. Na skupni vtis najbolj vpliva ocena barve, medtem ko ima ocena teksture najmanjši vpliv.
- Vse mesne emulzije z znižano koncentracijo morske soli, kosmičene soli in solnega cveta bi bilo potrebno za sprejemljivo barvo in s tem sprejemljivo oceno za skupni vtis, raziskati uporabnost ustreznih dovoljenih barvil kot nadomestkov nitrita.

## 6 POVZETEK

Previsok vnos NaCl s hrano vpliva na pojav različnih bolezni pri ljudeh. Veliko raziskav je potrdilo povezavo med prekomernim vnosom NaCl in visokim krvnim tlakom, oziroma boleznimi srca in ožilja, pa tudi raka. Ugotovili so, da so v Sloveniji največji vir vnosa NaCl izmed kupljenih živil kruh in krušni izdelki, takoj za njimi pa meso in mesni izdelki. Tako industrija išče možnosti zmanjšanja vsebnosti NaCl v teh izdelkih.

V naši raziskavi smo ugotavljali, kakšen vpliv ima zmanjšanje koncentracije različnih soli v mesnih emulzijah na njihovo tehnološko in senzorično kakovost.

Predvidevali smo, da bodo mesne emulzije z manjšo vsebnostjo soli kazale slabšo stabilnost emulzije, da bodo odpuščale več vode in maščobe. Predpostavili smo, da bodo senzorične lastnosti mesnih emulzij z manj soli drugačne, predvsem okus, aroma in tekstura. Pričakovali smo, da bo barva mesnih emulzij z različnimi solmi in koncentracijami soli različna.

V tehnološkem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti, Oddelek za živilstvo smo po dani recepturi izdelali 27 različnih šarž mesnih emulzij. Razdelili smo jih v 4 skupine, v katerih smo uporabili različne vrste soli: kosmičeno sol, morsko sol, nitritno sol ter solni cvet. V vsaki skupini smo postopoma zmanjševali koncentracijo določene soli iz 1,7 % na 1,1 %.

Na mesni emulziji z 1,4 % nitritne soli smo po uradnih metodah 16. izdaje standardnih analiz AOAC – Official Analytical Chemists (AOAC, 1997) določili kemijske parametre: vsebnost vode, maščob, beljakovin, skupnih mineralnih snovi. Vsebnost koencima Q10 smo določili z metodo po Lušnic-evi (Lušnic, 2008), vsebnost holesterola pa z modificirano metodo po Naemi-ju (Naemi in sod., 1995). Analize so bile opravljene v šestih paralelkah. Mesne emulzije z 1,4 % nitritne soli so vsebovale 19,2 % maščob, 11,4 % beljakovin, 2,1 % mineralnih snovi, 65,4 % vode, holesterol 61,3 mg/100g in koencim Q<sub>10</sub> 3,01 mg/100g. Ta kemijska sestava velja za vse vzorce mesnih emulzij v diplomskem delu.

Na vseh vzorcih smo opravili kemijske analize vsebnosti NaCl po Volhardu ter določili Na<sup>+</sup> z Na-ISE. Določili smo tudi stabilnost posameznega vzorca. S kromometrom Minolta CR-200B smo izmerili barvo kot vrednosti L\*, a\* in b\*. Instrumentalni profil teksture smo določili z metodo analiza profila teksture (TPA-Texture Profile Analysis) in rezno trdnost z Warner-Bratzler-jevo metodo. Senzorično smo iz vrednotili kakovost vseh vzorcev kot barvo, aromo, slanost, teksturo in skupni vtis.

Rezultate analiz smo obdelali z ustreznimi statističnimi metodami. Osnovne statistične parametre smo izračunali s postopkom MEANS, s postopkom UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve (SAS Software, 1990). Rezultati poskusa so bili analizirani po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM. Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in primerjane pri 5 % tveganju. Pearsonovi korelacijski koeficienti med parametri mesnih emulzij so izračunani s postopkom CORR.

Ob zmanjševanju vsebnosti soli so se spremenile senzorične lastnosti. Barva mesnih emulzij je imela ob dodatku nitritne soli najbolj značilno barvo hrenovk, medtem ko so imele hrenovke z dodano morskno soljo najmanj značilno barvo. Mesne emulzije z dodano nitritno soljo so imele najvišje ocenjeni skupni vtis, medtem ko so imele mesne emulzije z dodano morskno soljo najnižje ocenjenega.

Mesne emulzije z nitritno soljo so še sprejemljive senzorične kakovosti, če znižamo koncentracijo soli na 1,2 %. Mesnim emulzijam z morskno soljo ali solnim cvetom lahko znižamo koncentracijo soli na 1,4 %, da imajo še sprejemljiv slan okus, aromo in teksturo. Mesne emulzije s kosmičeno soljo imajo še sprejemljivo slanost, aromo in teksturo, če znižamo koncentracijo dodane soli na 1,2 %. Mesne emulzije z morskno soljo, kosmičeno soljo ali solnim cvetom imajo nesprejemljivo oceno barve.

Korelacije med senzorično ocenjeno barvo in instrumentalnimi vrednostmi  $L^*$ ,  $a^*$  in  $b^*$  so statistično zelo visoko značilne. Pearsonovi koeficienti korelacije so visoki med vrednostmi  $a^*$  in senzorično oceno barve. Na skupni vtis najbolj vpliva ocena barve, medtem ko ima ocena teksture najmanjši vpliv.

## 7 VIRI

- Angus F. 2007. Dietary salt intake: sources and targets for reduction. V: Reducing salt in foods: Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 3-17
- Antonios T. F. T., MacGregor G. A. 1997. Scientific basis for reducing the salt (sodium) content in food 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: 84-100
- AOAC 920.153. Ash of meat. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- AOAC 935.47. Salt in meat. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC 950.46. Moisture in meat. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 1
- AOAC 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16<sup>th</sup> ed. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 3-4
- Beeren C. 2009. Technological innovations for reducing sodium in foods: IOM sodium strategies. Leatherhead, Leatherhead Food International: 21 str. <http://www.iom.edu/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/ReduceSodiumStrat/BEEREN.pdf> (2. feb. 2012)
- Bem Z., Žlender B., Savić I. 2003a. Mesni izdelki: mikrobiologija dodatkov. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 337-342
- Bem Z., Žlender B., Savić I. 2003b. Mesni izdelki. Mikrobiologija toplotno obdelanih klobas. Mikrobiologija barjenih klobas. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 371-385

- Betts G., Everis L., Betts R. 2007. Microbial 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: 174-200
- Cappuccio F. P., Kalaitzidis R., Duneclift S., Eastwood J. B. 2000. Unravelling the links between calcium excretion, salt intake, hypertension, kidney stones and bone metabolism. *Journal of Nephrology*, 13: 169-177
- Carey O. J., Locke C., Cookson J. B. 1993. Effect of alterations of dietary sodium on the severity of asthma in men. *Thorax*, 48: 714-718
- Cheftel J. C., Culioli J. 1997. Effects of high pressure on meat: A review. *Meat Science*, 46, 3: 211-236
- Claus J. R., Sorheim O. 2006. Preserving pre-rigor meat functionality for beef patty production. *Meat Science*, 73: 287-294
- 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
- Cook N., Buring J., Rexrode K., Obarzanek E., Cutler J., Appel L., Kumanyika S. 2009. Cutting salt intake isn't the only way to reduce blood pressure. *Maywood, Loyola Medicine*: 2 str.  
[http://www.loyolamedicine.org/News/News\\_Releases/news\\_release\\_detail.cfm?var\\_news\\_release\\_id=973440913](http://www.loyolamedicine.org/News/News_Releases/news_release_detail.cfm?var_news_release_id=973440913) (27. sept. 2011)
- 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
- 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
- DGE. 2008. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr: Natrium, Kalium und Chlorid. Bonn, Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.: 1 str.  
<http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3&page=5> (7. nov. 2011)

- Elliott P., Brown I. 2007. Sodium intakes around the world: Background document prepared for the forum and technical meeting on reducing salt intake in population. Paris, France, 5-7 October 2006. Geneva, World Health Organization: 85 str.  
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/Elliott-brown-2007.pdf> (6. junij 2012)
- FDA. 2010. Lowering salt in your diet. Silver Spring, FDA - U. S. Food and Drug Administration: 3 str.  
<http://www.fda.gov/ForConsumers/ConsumerUpdates/ucm181577.htm>.  
(16. sept. 2011)
- Frančeškin B. 1994. Poizkus izdelave hrenovk za varovalno prehrano. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 74 str.
- Geleijnse J. M., Witteman J. C. M., Bak A. A. A., den Breeijen J. H., Grobbee D. E. 1994. Reduction in blood pressure with a low sodium, high potassium, high magnesium salt in older subjects with mild to moderate hypertension. *British Medical Journal*, 309: 436-440
- He F. J., MacGregor G. A. 2006. Importance of salt in determining blood pressure in children: meta-analysis of controlled trials. *Hypertension*, 48: 861-869
- He F. J., MacGregor G. A. 2007. Dietary salt, high blood pressure and other harmful effects on health. V: *Reducing salt in foods. Practical strategies*. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 18-54
- Hlastan Ribič C. 2009. Sol v prehrani. Seminar. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje: 6 str.  
<http://www.mf.uni-lj.si/dokumenti/ab3e2e57ba6c553c1e33607b4abdf4ee.pdf>  
(31. jan. 2012)
- Hlastan Ribič C., Maučec Zakotnik J., Vertnik L., Vegnuti M., Cappuccio F. P. 2010a. Salt intake of the Slovene population assessed by 24 h urinary sodium excretion. *Public Health Nutrition*, 13, 11: 1803–1809
- Hlastan Ribič C., Poličnik R., Vertnik L., Fajdiga Turk V., Maučec Zakotnik J., Kerstin Petrič V. 2010b. 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/si/delovna\\_podrocja/javno\\_zdravje/sektor\\_za\\_krepitev\\_zdravja\\_in\\_zdrav\\_zivljenjski\\_slog/prehrana/publikacije\\_in\\_druga\\_gradiva/](http://www.mz.gov.si/si/delovna_podrocja/javno_zdravje/sektor_za_krepitev_zdravja_in_zdrav_zivljenjski_slog/prehrana/publikacije_in_druga_gradiva/) (31. jan. 2012)
- Hlastan Ribič C., Vertnik L., Poličnik R., Maučec Zakotnik J. 2010c. Prekomerno uživanje soli – javno zdravstveni problem. V: XIX. Strokovni sestanek sekcije za arterijsko hipertenzijo. Zbornik. Portorož, 2.-3. december 2010. Dolenc P. (ur.). Ljubljana, Slovensko zdravniško društvo, Sekcija za arterijsko hipertenzijo: 65-76

- Intersalt Cooperative Research Group. 1988. Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. *British Medical Journal*, 297, 6644: 319-328
- IVZ RS. 2010a. Praksa v tujini. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 1 str. [http://nesoli.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=46&Itemid=1](http://nesoli.si/index.php?option=com_content&view=article&id=46&Itemid=1) (3. okt. 2011)
- IVZ RS. 2010b. Fiziološki pomen soli. Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja RS: 2 str. [http://www.nesoli.si/index.php?option=com\\_content&view=article&id=17&Itemid=25](http://www.nesoli.si/index.php?option=com_content&view=article&id=17&Itemid=25) (12. jan. 2012)
- Joossens J. V., Hill M. J., Elliott P., Stamler R., Stamler J., Lesaffre E., Dyer A., Nichols R., Kesteloot H. 1996. Dietary salt, nitrate and stomach cancer mortality in 24 countries. *International Journal of Epidemiology*, 25, 3: 494-504
- Karppanen H., Tanskanen A., Tuomilehto J., Puska P., Vuori J., Jantti V., Seppanen M.-L. 1984. Safety and effects of potassium- and magnesium- containing low sodium salt mixtures. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 6: 236-243
- 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
- Kim H.-Y., Lee E.-S., Jeong J.-Y., Choi J.-H., Choi Y.-S., Han D.-J., Lee M.-A., Kim S.-Y., Kim C.-J. 2010. Effect of bamboo salt on the physicochemical properties of meat emulsion systems. *Meat Science*, 86, 4: 960-965
- Leistner L. 1997. Microbial stability and safety of healthy 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: 347-360
- Liem D. G., Miremadi F., Keast R. S. J. 2011. Reducing sodium in foods: The effect on flavour. *Nutrients*, 3: 694-711
- Lilić S., Matekalo-Sverak V. 2011. Salt reduction in meat products – challenge for meat industry. *Tehnologija mesa*, 52, 1: 22-30
- 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: 157-173
- Matulis R. J., McKeith F. K., Sutherland J. W., Brewer M. S. 1995. Sensory characteristics of frankfurters as affected by fat, salt, and pH. *Journal of Food Science*, 60, 1: 42-47



- McCaughey S. 2007. Dietary salt and flavor: mechanisms of taste perception and physiological controls. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 77-98
- Mickleborough T. D., Fogarty A. 2006. Dietary sodium intake and asthma: An epidemiological and clinical review. *International Journal of Clinical Practice*, 60, 12: 1616-1624
- 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
- Morris R. C. Jr., Schmidlin O., Frassetto L. A., Sebastian A. 2006. Relationship and interaction between sodium and potassium. *Journal of the American College of Nutrition*, 25, 3: 262-270
- Pelucchi C., Tramacere I., Bertuccio P., Tavani A., Negri E., La Vecchia C. 2009. Dietary intake of selected micronutrients and gastric cancer risk: an Italian case-control study. *Annals of Oncology*, 20, 1: 160-165
- Pokorn D. 2004. Prehrana v različnih življenjskih obdobjih. Ljubljana, Založba Marbona: 240 str.
- Požar J. 2003. Hranoslovje – Zdrava prehrana. Učbenik za predmet zdrava prehrana in dietetika v drugem letniku srednjih zdravstvenih šol za program tehnik zdravstvene nege. Maribor, Obzorja: 192 str.
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2004. Uradni list Republike Slovenije, 14, 34: 3956-3962
- Price J. F. 1997. Low fat/salt cured meat products. V: Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A. M., Dutson T. R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional, Chapman & Hall: 242-256
- Purdy J., Armstrong G. 2007. Dietary salt and the consumer: reported consumption and awareness of associated health risks. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 99-123
- Rajar A. 1997. Sodobni trendi v proizvodnji zdravju varnejših mesnih izdelkov. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin 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., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 103-113
- Rolfes S. R., Pinna K., Whitney E. 2008. Understanding normal and clinical nutrition. 8<sup>th</sup> ed. Belmont, Wadsworth: 410-413
- Ruusunen M., Vainionpaa J., Puolanne E., Lyly M., Lahteenmaki L., Niemisto M., Ahvenainen R. 2003. Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients. *Meat Science*, 63, 1: 9-16
- Ruusunen M., Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 3: 531-541
- SACN. 2003. Salt and health. London, SACN – Scientific Advisory Committee on Nutrition.: 118 str.  
[http://www.sacn.gov.uk/pdfs/sacn\\_salt\\_final.pdf](http://www.sacn.gov.uk/pdfs/sacn_salt_final.pdf) (31. jan. 2012)
- Sofos J. N. 1983. Effects of reduced salt (NaCl) levels on the stability of frankfurters. *Journal of Food Science*, 48: 1684-1691
- Stamler J., Elliot P., Dennis B., Dyer A. R., Kesteloot H., Liu K., Ueshima H., Zhou B. F. 2003. INTERMAP: background, aims, design, methods, and descriptive statistics (nondietary). *Journal of Human Hypertension*, 17, 9: 591-608
- Strunz U., Jopp A. 2007. Minerali. 1. izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 144 str.
- Štimec M. 2011. Preskrbljenost z jodom in vnos soli pri slovenskih adolescentih. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 59 str.
- 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
- Teucher B., Dainty J. R., Spinks C. A., Majsak-Newman G., Berry D. J., Hoogewerff J. A., Foxall R. J., Jakobsen J., Cashman K. D., Flynn A., Fairweather-Tait S. J. 2008. Sodium and bone health: The impact of moderately high and low salt intakes on calcium metabolism in postmenopausal women. *Journal of Bone and Mineral Research*, 23, 9: 1477-1485
- Texture Technologies. 2012. Food industry probes. Texture Technologies Corp, Stable Micro Systems, Ltd.: 1 str. [http://128.121.92.221/foods\\_probes.html](http://128.121.92.221/foods_probes.html) (3. apr. 2012)
- Toldra F., Flores M. 2007. Sensory quality of meat Products. V: Handbook of food products manufacturing: Health, meat, milk, poultry, seafood, and vegetables. Hui Y. I. (ed.). Hoboken (New Jersey), Wiley-Interscience: 303-328

- Tsugane S. 2005. Salt, salted food intake, and risk of gastric cancer: epidemiologic evidence. *Cancer Science*, 96, 1: 1-6
- Vertnik L. 2008. Ocena zaužite količine kuhinjske soli iz kupljenih živil. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53 str.
- Walsh C. 2007. Consumer responses to low-salt food products. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Killcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 124-133
- WASH. 2007. Newsletter, Issue No. 1, Autumn 2007. London, WASH – World Action on Salt & Health: 7 str.  
<http://www.worldactiononsalt.com/publications/docs/AutumnNewsletter07.pdf>  
(31. jan. 2012)
- WCRF/AICR. 2007. Food, nutrition, physical activity, and the prevention of cancer: a global perspective. London, World Cancer Research Fund; Washington, American Institute for Cancer Research: 517 str.  
<http://eprints.ucl.ac.uk/4841/1/4841.pdf> (2. feb. 2012)
- WCRF. 2009. A closer look at: salt. London, World Cancer Research Fund: 8 str.  
<http://www.wcrf-uk.org/PDFs/SaltLeaflet.pdf> (1. feb. 2012)
- Whiting R. C. 1984. Addition of phosphates, proteins, and gums to reduced-salt frankfurter batters. *Journal of Food Science*, 49: 1355-1357
- WHO. 2003. Sodium in drinking-water. Background document for development of WHO guidelines for drinking-water quality. Geneva, WHO: 11 str.  
[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/sodium.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/sodium.pdf) (6. junij 2012)
- WHO. 2007. Reducing salt intake in populations. Report of a WHO Forum and Technical meeting 5-7 October 2006, Paris, France. Geneva, World Health Organization: 65 str.  
[http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt\\_Report\\_VC\\_april07.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/Salt_Report_VC_april07.pdf) (6. junij 2012)
- WHO. 2008. Salt as a vehicle for fortification. Report of a WHO expert consultation. Luxembourg, 21-22 March 2007. Geneva, World Health Organization: 36 str.  
<http://www.who.int/dietphysicalactivity/LUXsaltreport2008.pdf> (6. junij 2012)
- WHO. 2011. Strategies to monitor and evaluate population sodium consumption and sources of sodium in the diet. Report of a joint technical convened by WHO and the Government of Canada. Canada, October, 2010. Geneva, World Health Organization: 42 str.  
[http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501699\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241501699_eng.pdf) (6. junij 2012)

- Žlender B., Gašperlin 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. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Slovensko prehransko društvo: 157-169
- Žlender B. 2010. Sol v mesninah – možnosti za zmanjšanje vsebnosti. Ljubljana, Gospodarska zbornica: 33 str.  
<http://www.gzs.si/slo/49263> (31. jan. 2012)
- 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, Marjanu in Mariji, ki sta me spremljala, spodbujala in omogočila vsa leta izobraževanja.

Zaročenec Boštjan, hvala ti za pozitivno energijo, zaradi katere je bilo izdelovanje diplomskega dela toliko bolj enostavno.

Magdalena in Uroš, hvala vama za pomoč in vse dobre misli ob nastajanju diplomskega dela.

Posebno zahvalo si zaslužijo Blažka, Amadeja in Mateja. Z njimi je delo v laboratoriju potekalo v dobrem in sproščenem vzdušju.

Somentorju dr. Tomažu Polaku se zahvaljujem za pomoč in potrpežljivost pri izvedbi praktičnega dela. Hvala tudi za vse nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

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

Prof. dr. Lea Gašperlin, hvala za statistično obdelavo podatkov ter napotke tekom izdelave diplomskega dela.

Hvala doc. dr. Lei Pogačnik za pregledano diplomsko delo.

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