

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Blažka PRIMOŽIČ

**SPREJEMLJIVOST JETRNE PAŠTETE
Z MANJ SOLI IN NATRIJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Blažka PRIMOŽIČ

**SPREJEMLJIVOST JETRNE PAŠTETE
Z MANJ SOLI IN NATRIJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ACCEPTANCE OF LIVER PATE
WITH REDUCED CONTENT OF SALT AND SODIUM**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo v laboratoriju za meso na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Lea Demšar, za somentorja dr. Tomaž Polak in za recenzentko doc. dr. Nataša Šegatin.

Mentorica: prof. dr. Lea Demšar

Somentor: dr. Tomaž Polak

Recenzentka: doc. dr. Nataša Šegatin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Blažka Primožič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 637.52 + 664.934: 664.41(043) = 163.6
KG	mesni izdelki/paštete/jetrna pašteta/morska sol/nitritna sol/fosfati/zmanjševanje soli/barva/ tekstura/senzorične lastnosti
AV	PRIMOŽIČ, Blažka
SA	DEMŠAR, Lea (mentorica)/POLAK, Tomaž (somentor)/ŠEGATIN, Nataša (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2012
IN	SPREJEMLJIVOST JETRNE PAŠTETE Z MANJ SOLI IN NATRIJA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	IX, 60 str., 15 pregl., 7 sl., 54 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomske naloge je bil narediti jetrno pašteto z manj soli in natrija ter s sprejemljivimi senzoričnimi in tehnološkimi lastnostmi. V recepturi za izdelavo paštete smo želeli zmanjšati vsebnost natrija z izključitvijo fosfatov ter zmanjšanjem dodatka nitritne in morske soli v koncentracijah od 1,7 % do 1,0 % soli. V osnovnem vzorcu jetrne paštete smo določili vsebnost beljakovin, maščob, skupnih mineralnih snovi, vode, soli, holesterola in koencima Q ₁₀ . V vseh vzorcih smo naredili kemijske analize vsebnosti natrija in NaCl, izvedli merjenje barve in teksture ter določili stabilnost emulzije. Senzorično analizo je izvajal štiričlanski panel preizkuševalcev, pri čemer so ocenjevali barvo, teksturo, aromo, slanost in skupni vtis. Rezultate smo statistično obdelali. Ugotovili smo, da vrsta in dodatek soli značilno vplivata na kemijske, senzorične in instrumentalne parametre kakovosti paštete. Paštete z nitritno soljo so temnejše, bolj rdeče in manj rumene od pašet z morsko soljo. Dodatek fosfatov in zmanjševanje dodatka soli na splošno ne vplivata na barvo pašet. Z zmanjševanjem dodatka soli je nižja senzorična ocena slanosti. Aroma jetrnih pašet s fosfati je manj izražena od tistih brez fosfatov. Paštete z dodatkom fosfatov imajo bolj čvrsto teksturo, prav tako paštete z nitritno soljo Paštete z dodanimi fosfati izločajo manj maščobe kot paštete brez fosfatov. Za določanje NaCl je primerna uporaba obeh metod, po Volhardu in ionoselektivna.

KEY WORDS DOCUMENTATION

- DN Dn
- DC UDC 637.52 + 664.934: 664.41(043) = 163.6
- CX meat products/pâtés/liver pâté/sea salt/nitrite salt/phosphates/reducing salt/color/texture/sensory properties
- AU PRIMOŽIČ, Blažka
- AA DEMŠAR, Lea (supervisor)/POLAK, Tomaž (co-advisor)/ŠEGATIN, Nataša (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2012
- TI ACCEPTANCE OF LIVER PATE WITH REDUCED CONTENT OF SALT AND SODIUM
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 60 p., 15 tab., 7 fig., 54 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The aim of this thesis was to make liver pâté with less salt and sodium and acceptable sensory and technological properties. The amount of sodium in pâtés was reduced by excluding phosphates and lowering the concentrations of nitrite and sea salt from 1.7% to 1.0%. The content of protein, fat, minerals, water, salt, cholesterol and coenzyme Q₁₀ was determined in basic sample of liver pâté. In all the pâté samples chemical parameters (content of sodium and NaCl by the method according Volhard and the sodiumion selective electrode), instrumental colour and texture parameters, as well as stability of the emulsion were determined. Sensory analysis was carried out by four-member panel, who evaluated colour, texture, aroma, salinity and total impression. The results were statistically analyzed. We found out that the type and the amount of salt added significantly affects chemical, sensory and instrumental quality parameters of pâtés. Pâtés with nitrite salt are darker, redder and less yellow than pâtés with sea salt. If the amount of salt added is reduced, the colour of pâtés becomes lighter, pâtés with nitrite salt are more red and pâtés with sea salt more yellow. In general the addition of phosphates and reducing salt content together do not affect the colour of pâtés. If the amount of salt added is reduced, the sensory evaluation of salinity is lower. Aroma of liver pâtés with phosphates is less expressed than those without phosphates. Pâtés with added phosphates have a firmer texture, also pâtés with nitrite salt. Pâtés with added phosphates excreted less fat than phosphate free pâtés. The appropriate method for determining NaCl are both, method according the Volhard and sodiumion selective electrode.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SOL	3
2.1.1 Splošno o soli.....	3
2.1.2 Lastnosti soli	3
2.1.3 Pozitivni tehnološki učinki kuhinjske soli v predelavi mesa	4
2.1.3.1 Negativni tehnološki učinki kuhinjske soli v predelavi mesa	6
2.1.4 Vpliv uživanja soli na zdravje	7
2.1.4.1 Vpliv na krvni tlak.....	7
2.1.4.2 Vpliv na srčno-žilne bolezni.....	8
2.1.4.3 Vpliv na kosti	8
2.1.4.4 Vpliv na druge bolezni	8
2.1.5 Mesni izdelki z manj soli in natrija.....	8
2.1.5.1 Zmanjševanje soli	8
2.1.5.2 Nadomeščanje soli.....	10
2.1.5.3 Odziv potrošnikov na zmanjševanje soli.....	11
2.1.5.4 Strategije za povečanje porabe izdelkov z manj soli pri potrošnikih	14
2.1.5.5 Lastnosti mesnih izdelkov z manj soli	15
2.2 PAŠTETA	17
2.2.1 Splošno o pašteti	17
2.2.2 Tehnologija izdelave paštet.....	17
2.2.2.1 Tehnološki postopek.....	18
2.3 SENZORIČNE LASTNOSTI PAŠTET	19
2.3.1 Zunanji izgled	19
2.3.2 Sestava in izgled prereza (vsebine)	19
2.3.3 Barva prereza (vsebine)	20
2.3.4 Tekstura	20
2.3.5 Vonj.....	20

2.3.6	Aroma in okus.....	20
3	MATERIAL IN METODE.....	21
3.1	MATERIAL	21
3.1.1	Načrt poskusa	21
3.1.2	Postopek izdelave paštet	23
3.2	METODE	24
3.2.1	Kemijske metode	24
3.2.1.1	Določanje vsebnosti vode v jetrni pašteti s sušenjem	24
3.2.1.2	Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi v jetrni pašteti.....	24
3.2.1.3	Določanje beljakovin v jetrni pašteti z metodo po Kjeldahlu	24
3.2.1.4	Določanje maščob v jetrni pašteti z metodo po Weibullu in Stoldtu	24
3.2.1.5	Izračun ogljikovih hidratov	24
3.2.1.6	Izračun energijske vrednosti.....	24
3.2.1.7	Določanje vsebnosti holesterola.....	25
3.2.1.8	Določanje vsebnosti koencima Q10	25
3.2.1.9	Določanje vsebnosti Cl ⁻ in natrijevega klorida jetrni pašteti z metodo po Volhardu	25
3.2.1.10	Določanje vsebnosti Na ⁺ in natrijevega klorida v jetrni pašteti z ionoselektivno elektrodo	27
3.2.2	Instrumentalne metode	29
3.2.2.1	Merjenje barve.....	29
3.2.2.2	Merjenje teksture.....	29
3.2.2.3	Stabilnost emulzije	30
3.2.3	Senzorična analiza.....	30
3.2.4	Statistična analiza rezultatov	31
4	REZULTATI.....	32
4.1	KEMIJSKA SESTAVA JETRNE PAŠTETE	32
4.1.1	Osnovna kemijska sestava jetrne paštete.....	32
4.1.2	Vsebnost NaCl in natrija v jetrni pašteti.....	32
4.2	INSTRUMENTALNA IN SENZORIČNA ANALIZA	34
4.2.1	Rezultati instrumentalnih metod	34
4.2.2	Rezultati senzorične analize	40
4.3	KORELACIJSKA ANALIZA.....	43
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	44
5.1	RAZPRAVA	44
5.2	SKLEPI	52
6	POVZETEK.....	54
7	VIRI	56

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Sestava morske in kamene soli (Renčelj, 2009).....	3
Preglednica 2: Bolezni, ki so posledica dolgotrajnega visokega vnosa kuhinjske soli (Gilbert in Heiser, 2005).....	7
Preglednica 3: Receptura sestavin (g, %) za izdelavo jetrne paštete.....	21
Preglednica 4: Vrsta soli, dodatek soli (%) in fosfatov ter oznake eksperimentalnih skupin v poskusu.....	22
Preglednica 5: Sestava in energijska vrednost jetrne paštete	32
Preglednica 6: Rezultati meritev vsebnosti natrija in soli v jetrnih paštetah, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	33
Preglednica 7: Vpliv metode določanja NaCl (Volhard vs. ionoselektivna elektroda) na njegovo povprečno vsebnost v paštetah (n = 62, <i>t</i> -test v paru).....	33
Preglednica 8: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na kemijske parametre jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	34
Preglednica 9: Rezultati instrumentalnega merjenja barve in teksture ter nestabilnosti emulzije jetrnih paštet, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	35
Preglednica 10: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).	36
Preglednica 11: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih paštet po 30 minutnem izpostavljanju površine zraku (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	37
Preglednica 12: Vpliv 30 minutnega izpostavljanja rezine paštete zraku na instrumentalno merjene parametre barve (n = 124, <i>t</i> -test v paru).....	38
Preglednica 13: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno teksturo in nestabilnost emulzije jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	39
Preglednica 14: Rezultati senzorične analize jetrnih paštet, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	40
Preglednica 15: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na senzorične lastnosti jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Senzorične lastnosti standardne (2,15 % NaCl), 1. poskusne (1,44 % NaCl + 0,71 % KCl) in 2. poskusne (1,44 % NaCl + 3 % K-laktat) tirolske klobase (Rajar, 2001)	16
Slika 2: Shematski prikaz načrta poskusa	23
Slika 3: Umeritvena krivulja določanja vsebnosti Na ⁺ v jetrni pašteti z ionoselektivno metodo	28
Slika 4: Značilna krivulja SR metode za določanje teksture	30
Slika 5: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne barve jetrnih paštet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli	46
Slika 6: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne slanosti jetrnih paštet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli	48
Slika 7: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne teksture jetrnih paštet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli	50

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CoQ ₁₀	koencim Q ₁₀
FAO	Food and Agriculture Organization (Organizacija za prehrano in kmetijstvo)
FSAI	Food Safety Authority of Ireland (Agencija za varnost hrane na Irskem)
ISA	Ionic Strength Adjustment (raztopina za zagotavljanje ionske moči)
KKT	kritična kontrolna točka
M	oznaka eksperimentalne skupine jetrnih paštet z dodano morsko soljo
MF	oznaka eksperimentalne skupine jetrnih paštet z dodano morsko soljo in mešanico fosfatov
N	oznaka eksperimentalne skupine jetrnih paštet z dodano nitritno soljo
NaCl	natrijev klorid, sol
NF	oznaka eksperimentalne skupine jetrnih paštet z dodano nitritno soljo in mešanico fosfatov
SVV	sposobnost vezanja vode
WHO	World Health Organization (Svetovna zdravstvena organizacija)

1 UVOD

Kuhinjska sol spada med dodatke, ki jih zakonodaja ne omejuje in veljajo za popolnoma »varne« za porabnika. Kljub temu pa strokovnjaki v zadnjih desetletjih priporočajo zmanjšanje vsebnosti natrija in kuhinjske soli v prehrani zaradi njenih potencialnih negativnih zdravstvenih učinkov (Rajar, 2000). Sol velja za eno glavnih povzročiteljic povišanega krvnega tlaka in posledično srčno-žilnih obolenj, prispeva k okvaram ledvic, razvoju raka na želodcu in osteoporozi (Antonios in MacGregor, 1997).

Sol v mesninah sproža mnogo pozitivnih lastnosti, med drugim daje okus in ojača aromo izdelka, izboljšuje teksturne lastnosti, povečuje ekonomičnost proizvodnje in deluje kot konzervans (Žlender, 2009).

V kulinarčni pripravi mesnih jedi se dodaja NaCl kot začimba v količinah od 0,5 do 1,0 %. Vendar pa je kontrola dodane soli slaba oz. se jo dodaja po občutku, lahko bi rekli »iz roke kuharja« in se je praviloma ne tehta oz. natančno odmerja. Običajno pa si porabnik mesne jedi na krožniku po svojem občutku jed dosoljuje, kar praviloma pomeni preveč zaužitega natrija (Žlender, 2009).

V Sloveniji dnevno zaužijemo s hrano od 9 do 12 g soli, kar 10- do 15-krat presega osnovne potrebe organizma po soli. Odrasel človek ne potrebuje dnevno več kot 500 mg soli, to je 8-10 mmol natrija. Več kot tričetrte zaužite soli v razvitih državah predstavlja kuhinjska sol dodana v različnih fazah priprave hrane v prehranski industriji (He in MacGregor, 2007), okrog 15 % soli zaužijemo v obliki začimb in dosoljevanja hrane pri mizi, 5-10 % pa je soli, ki se nahaja v svežih živilih (Accetto, 2000).

V Sloveniji se izvaja nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010-2020, cilji katerega so (Hlastan Ribič in sod., 2010):

- doseči večjo ozaveščenost prebivalcev o pomenu zmanjšanja porabe soli v prehrani z izbiro manj slanih živil in zmanjšanim dosoljevanjem;
- zagotoviti trajnejše sodelovanje z živilsko industrijo in ponudniki hrane, da se postopno doseže manjša vsebnost soli v živilih/obrokih;
- doseči usklajeno delovanje zdravstvenih delavcev pri zniževanju in učinkovitejšem obvladovanju zvišanega krvnega tlaka in drugih dejavnikov tveganja za kronične nenalezljive bolezni, povezane s čezmernim uživanjem soli;
- okrepiti vzgojno-izobraževalne dejavnosti za povečanje znanja ter veččin na področju zdravega prehranjevanja za različne ciljne skupine.

Da bi dosegli ciljno vrednost 5 do 6 g/dan na odraslo osebo (WHO, 2003), je torej nujno potrebno zmanjšati količino zaužite soli. To lahko dosežemo z javno kampanjo o nevarnih učinkih soli, kar vodi k manjši uporabi kuhinjske soli v kombinaciji s postopnim in vztrajnim zmanjševanjem soli v predelanih živilih (He in MacGregor, 2007).

Mesna industrija se danes v neizprosni borbi za kupca ne samo v ponudbi mesa, temveč tudi izdelkov, izjemno trudi ugoditi željam in zahtevam porabnikov. Ti so načeloma dobro seznanjeni s priporočili prehranskih strokovnjakov o zdravi in varovalni prehrani ter jih v

veliki meri upoštevajo. Prehranski strokovnjaki svetujejo uživanje hrane s čim manj maščob, predvsem živalskih, s čim manj ali brez tradicionalnih aditivov v predelavi (NaCl, nitrit, fosfati...) ali kot se temu reče z manj ali brez kemije v proizvodnji hrane, ter z uporabo takih metod obdelave in shranjevanja mesa ter izdelkov, ki čim manj spremenijo naravno sestavo in hranilno vrednost (Žlender, 1997).

1.1 NAMEN DELA

- Narediti jetrno pašteto (mesno emulzijo) z manj soli oz. natrija, ki bo imela sprejemljive senzorične in tehnološke lastnosti.
- Zmanjšati vsebnost natrija v pašteti z izključitvijo fosfatov in zmanjšanjem dodatka morske in nitritne soli v recepturi.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavili smo, da bodo paštete z manj soli in brez dodanih fosfatov manj stabilne ter bodo izločale več vode in maščobe. Predvidevali smo, da se bo posledično poslabšala tudi senzorična kakovost, predvsem slanost, aroma in tekstura.

Pričakovali smo, da bosta tudi intenzivnost in stabilnost barve paštet odvisni od dodane soli (boljši v primeru nitritne kot morske soli), koncentracije soli (boljši pri višjih koncentracijah), dodatek fosfatov pa bo vplival predvsem na teksturo (slabša mazavost) jetrnih paštet.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SOL

2.1.1 Splošno o soli

Čista sol je prozoren, brezbarven in kristalinični prah s specifično težo 21650 N/m^3 . Njena topnost v vodi pri $0 \text{ }^\circ\text{C}$ je $35,7 \text{ g/100 g}$ in pri $100 \text{ }^\circ\text{C}$ $39,8 \text{ g/100 g}$. Je higroskopična, absorbira vlago iz vlažne atmosfere pri relativni vlažnosti nad 75% . Spodbuja slanost, enega od osnovnih okusov, neprimerljivo z drugimi kemikalijami. Ima majhno toksičnost, čeprav je znano, da pretirane količine soli povzročajo usodne zastrupitve, zlasti pri zelo majhnih otrocih (Man, 2007).

Kuhinjska sol (NaCl) je sol močne baze (NaOH) in močne kisline (HCl). Pridobiva se z naravno kristalizacijo soli na solnih bazenih (morska sol), s predelavo solne rude (kamena sol) in z izparevanjem slane vode v industrijskih kristalizatorjih (evaporirana sol). Proizvaja se v različno velikih kristalih. V naši mesnopredelovalni industriji se uporablja predvsem fina sol. Po predpisih mora kuhinjska sol vsebovati najmanj 95% natrijevega klorida na suho snov in največ 7% vode ter ne sme vsebovati vidnih tujih primesi (Pravilnik o kakovosti soli, 2003).

Preglednica 1: Sestava morske in kamene soli (Renčelj, 2009)

Parameter	Morska sol iz Jadranskega morja	Kamena sol
Na (%)	38,50	38,70
K (%)	0,02	0,002
Ca (%)	0,06	0,04
Mg (%)	0,04	0,21
Cl (%)	59,30	59,60
Br (ppm)	112	28
NO_3 (ppm)	1,3	1,6
NO_2 (ppm)	1,7	0,3
voda (%)	2,6	1,10
NaCl (%)	97,70	98,70

2.1.2 Lastnosti soli

Sol je ena od najpogosteje uporabljenih sestavin v predelanih mesnih izdelkih in je v uporabi že od antičnih časov. Uporablja se za ohranitev mesnih izdelkov zaradi zmožnosti zmanjšanja aktivnosti vode in s tem zaviranja rasti mikroorganizmov. V sodobni mesni industriji se sol uporablja kot snov za aromatiziranje ali kot ojačevalec okusa, odgovorna pa je tudi za doseg želenih teksturnih lastnosti predelanega mesa. Sol povezuje več funkcionalnih lastnosti v mesnih izdelkih: aktivira beljakovine za povečanje hidracije in sposobnosti vezave vode, zmanjšuje izgubo tekočine v vakuumsko pakiranih toplotno obdelanih izdelkih, povečuje povezovalne lastnosti proteinov za izboljšanje teksture, povečuje viskoznost sekljanega mesa in omogoča vključevanje maščobe pri oblikovanju

stabilnega izdelka iz mletega mesa, je bistvenega pomena za okus in deluje bakteriostatično (Terrell, 1983).

Sol ima v živilih tri glavne funkcije: konzerviranje ter oblikovanje okusa in teksturnih lastnosti. To velja tako za hrano kot za pijačo (Man, 2007). Sol prispeva ne le okus, ampak prispeva tudi k izboljšanju celotnega okusa v živilu prisotnih komponent. Poleg tega lahko sol zmanjša zaznavanje drugih dražljajev, kot so grenke spojine. Tretjič, sol ima pri proizvodnji različnih živil različne tehnološke funkcije. V mesu in ribah sol izboljša sposobnost vezanja vode (SVV) in poveča vezivno sposobnost zmletega mesa. V nekaterih živilih lahko sol izpolnjuje vse te lastnosti: funkcijo konzervansa ter oblikovanje okusa in teksturnih lastnosti (Kilcast in den Ridder, 2007).

Poleg svojega bolj znanega učinka konzerviranja, sol opravlja različne funkcije v mesu in mesnih izdelkih. Sol vpliva na mehčanje mesa. To je delno posledica večje sposobnosti vezanja vode v mesu. Sol tudi povečuje povezovanje mesa, kar je velikega pomena za proizvodnjo in kakovost večine mesnih izdelkov (Man, 2007).

Zelo pomemben je vpliv kuhinjske soli na SVV mesa. 1 % dodatka natrijevega klorida poveča sposobnost za vezanje vode za 20 %. Največja SVV mesa je pri okoli 2,5 % dodatka NaCl. Dodajanje večjih količin NaCl v mesu povzroči ravno nasprotni učinek zaradi denaturacije mišičnih beljakovin (Beltram, 2003).

Na zaznavo slanega okusa soli v trdnem kristaliziranem stanju vplivata velikost in oblika kristalov. S spremembo oblike kristalov (dendrična, fina kosmičena in vakuumsko evaporirana) sol postane biološko bolj razpoložljiva, bolj izboljša SVV mesa, poveča pH nadeva mesnine, izboljša topnost miofibrilarnih beljakovin in je zato v izdelku potrebno dodati manjšo količino soli. Z omenjenimi strukturno spremenjenimi solmi lahko izdelamo mesnine z 45-51 % manj natrija (Desmond, 2006).

2.1.3 Pozitivni tehnološki učinki kuhinjske soli v predelavi mesa

Sol je dodatek z naslednjimi temeljnimi nalogami v mesninah (Žlender, 2009):

- oblikuje značilen okus izdelka,
- je ojačevalec arome,
- vpliva na teksturne lastnosti izdelkov, kot sta mehkoča in sočnost,
- deluje kot konzervans in posledično vpliva na varnost izdelka,
- poveča ekonomičnost proizvodnje, s tem da izboljša SVV mesa in zmanjša izgube mase.

Vpliv na aromo

NaCl deluje kot ojačevalec arome in daje izdelkom zaželen slan okus. Slanost oblikujejo Cl⁻ ioni, Na⁺ ioni pa stimulirajo brbončice za okušanje. Sol z nativnimi beljakovinami presnih mesnih izdelkov oblikuje stabilne komplekse, slan okus pa daje samo prebitna, to je prosta (nevezana) sol. Kompleksi beljakovin s soljo med toplotno obdelavo razpadejo, zato je presni (toplotno neobdelani) izdelek ob enaki vsebnosti soli manj slan kot končni, toplotno obdelani izdelek (Rajar, 2000).

Vpliv na okus

Natrijev klorid povečuje zaznavanje polnosti in gostote. Z dodatkom natrijevega klorida se zmanjša ali prikrije kovinski/kemijski priokus. To bistveno izboljša okus izdelka, ki je bolj zglajen, zaokrožen, polnejši in intenzivnejši. Ta dejavnik je deloma posledica zmanjšanja priokusa, izboljšanja občutka v ustih in bolj močnega okusa. Raven vsebnosti soli v določenem izdelku je že vnaprej določena in je odvisna od pričakovanj in navad potrošnikov glede intenzivnosti slanega okusa. Zaznavanje slanega okusa je relativno slabo (Desmond, 2007). Številne študije pa so pokazale, da se lahko raven natrija zmanjša za 30-50 %, ne da bi to vplivalo na potrošniško zaznavo okusa in sprejemljivost izdelka. Vendar se mora v izdelkih količina soli zmanjševati zelo počasi, postopno (Bertino in sod., 1982).

Sol izboljša in poudari aromo mesnih izdelkov. Na okus vplivata tako Na^+ kot Cl^- . Maščoba in sol skupaj pomembno prispevata k številnim senzoričnim lastnostim mesnin. Povečana količina soli bo občutneje povečala slan okus v bolj mastni mesnini v primerjavi s pustjo. To pomeni, da povečanje deleža beljakovin v mesnini zmanjša občutek slanosti, ali drugače povedano, v bolj pustih mesninah potrebujemo za enak občutek slanosti več soli (Žlender, 2009).

Vpliv na beljakovine

Dodatek soli poveča ionsko moč in s tem topnost miofibrilarnih beljakovin, zato se izboljša njihova emulgivna in povezovalna sposobnost, kar ugodno vpliva na teksturo mesnih izdelkov (Price, 1997). NaCl raztaplja miofibrilarne beljakovine, ki imajo v mnogih mesnih izdelkih funkcijo zlepljanja kosov nadeva. Na povezovalno sposobnost mišičnih beljakovin vplivajo predvsem Cl^- ioni kuhinjske soli (Monahan in Troy, 1997). V izdelkih na osnovi mesnih emulzij (skupina barjenih klobas) v soli topne mišične beljakovine v zvezni fazi oblikujejo beljakovinski film, ki obdaja maščobne kapljice, ter tako delujejo kot emulgatorji. Po toplotni obdelavi izdelka ostanejo maščobne kapljice vezane (in tako stabilizirane) v koaguliranem beljakovinskem matriksu (Monahan in Troy, 1997).

NaCl vpliva na sposobnost mesa za vezanje vode s spreminjanjem števila električno nabitih stranskih skupin na aminokislinah beljakovin mesa. Cl^- ioni se močno vežejo na pozitivno nabite (amino) skupine aminokislin, s tem izničijo del pozitivnih nabojev in tako trgajo ionske vezi med verigami beljakovin ter rahljajo mrežo beljakovinskih verig in s tem povečajo SVV. Na^+ ioni se rahlo vežejo na negativno nabite (karboksilne) skupine aminokislin (Ruusunen in Puolanne, 2005), zato se izoelektrična točka mesa pomakne k nižjemu pH. Povečajo se prostori med filamentami, ki so na voljo molekulam vode (Bučar s sod., 1989) in na ta način se poveča delež proste vode v mesu (Rajar, 2000).

Vpliv na teksturo

Ravno funkcija soli, da razkroji miofibrilarne proteine v mesu, je ena izmed najpomembnejših funkcij soli, saj vpliva na raztopitev funkcionalnih miofibrilarnih beljakovin v mesu. Le-ta poveča hidracijo beljakovin in sposobnost za vezanje vode, posledično pa povečuje vezivne lastnosti proteinov, ter s tem izboljšanje teksture izdelka (Desmond, 2007).

Kot lahko vidimo, preko vpliva na adhezijo kosov mesa, zadrževanje maščobe in sposobnost vezanja vode, je sol ključnega pomena za teksturo predelanih mesnih izdelkov. Te lastnosti se uporabljajo v proizvodih, kot so klobase tipa emulzije, kjer je vlaknasta narava mesa zmanjšana in izdelek postane značilno bolj želatinast ali gumijast. Pri tej vrsti izdelkov je vezava tako močna, da bi se klobasa ob upogibu zlomila (Desmond, 2007).

Glavna tehnološka funkcija soli v predelavi mesa je topljenje funkcionalnih miofibrilarnih beljakovin mesa. To poveča sposobnost za vezanje vode beljakovin. Na ta način se zmanjša izguba mase mesnin med tehnološko obdelavo (predvsem toplotno obdelavo) kar izboljša mehkobo in sočnost izdelkov. Sol je kritična komponenta, ki oblikuje teksturo mesnih izdelkov. V izdelkih z malo soli in veliko dodane vode je nujen dodatek posebnih proteinov ali drugih funkcionalnih sestavin, ki povečajo donos oz. izkoristek (Žlender, 2009).

Protimikrobni učinek

NaCl v dovolj visokih koncentracijah zavira v mesu rast tehnološko škodljivih (kvarljivcev) in patogenih mikroorganizmov, hkrati pa spodbuja rast fermentativnih mikroorganizmov (Collins, 1997).

Konzerviranje in rok uporabnosti predelanega mesa je ključnega pomena pri zmanjševanju ravni soli. Zmanjšanje vsebnosti NaCl v izdelkih pod mejo, ki se ponavadi uporablja pri izdelavi tipičnega mesnega izdelka brez kakršnih koli drugih konzervansov, je pokazalo, da se takšnim izdelkom občutno zmanjša rok trajanja (Desmond, 2007).

Obstojnost mesnin je v primeru zmanjšanja soli vitalnega pomena. Zmanjšanje koncentracije soli pod običajno koncentracijo brez drugih učinkov konzerviranja zmanjša obstojnost izdelkov. NaCl lahko tudi pospeši razvoj žarke arome v primerjavi z nadomestki soli, KCl ali MgCl₂. Zelo pomembno za določitev obstojnosti in varnosti izdelkov je koristno pred zmanjšanjem koncentracije soli vedeti, ali bo nadomeščena z drugimi sestavinami in koliko (Žlender, 2009).

2.1.3.1 Negativni tehnološki učinki kuhinjske soli v predelavi mesa

Oksidacijske spremembe maščob

NaCl pospešuje oksidacijske spremembe maščob in s tem razvoj žarkosti maščobnih sestavin mesnih izdelkov. Ta negativni vpliv kuhinjske soli je potrebno upoštevati zlasti pri daljšem skladiščenju izdelkov in ga je mogoče zmanjšati z dodatkom naravnih ali sintetičnih antioksidantov (npr. tokoferoli in izvlečki rožmarina) (Monahan in Troy, 1997). Prooksidativni učinek soli v predelavi mesa zmanjša tudi dodatek nitritov (razsoljevanje) in fosfatov (Rajar, 2000).

Spremembe v barvi mesa in mesnih izdelkov

Negativni vpliv kuhinjske soli na barvo mesa se razlaga s pospešeno oksidacijo hema in nastankom metmioglobina, ki povzroča rjave diskoloracije mesa (Monahan in Troy, 1997; Beltram, 2003).

2.1.4 Vpliv uživanja soli na zdravje

Sol (NaCl) velja za eno glavnih povzročiteljic povišanega krvnega tlaka (He in MacGregor, 2007). Domnevajo, da ima pretirano uživanje kuhinjske soli lahko tudi druge negativne zdravstvene vplive. Sol naj bi v velikih količinah direktno (neodvisno od vpliva na krvni pritisk) prispevala k pojavu kapi. Velike količine kuhinjske soli prispevajo tudi k razvoju srčne hipertrofije, okvaram ledvic, razvoju raka na želodcu in pojavu nekaterih obolenj. Visok vnos soli povzroča tudi povečano izločanje kalcija v urin, kar dolgoročno prispeva k demineralizaciji kosti (Antonios in MacGregor, 1997).

Preglednica 2: Bolezni, ki so posledica dolgotrajnega visokega vnosa kuhinjske soli (Gilbert in Heiser, 2005)

Bolezni	Fiziološki učinek dolgotrajnega visokega vnosa kuhinjske soli
visok krvni tlak	povečuje krvni tlak; tudi pri zdravih ljudeh se ob prehrani z zmanjšanim vnosom soli krvni tlak zniža
srčno-žilne bolezni	s povišanjem krvnega tlaka poveča tveganje za nastanek srčno-žilnih bolezni
zadrževanje tekočine	povzroča zadrževanje vode v telesu
izguba kalcija	poveča tveganje za osteoporozo, poveča urinsko izločanje kalcija (kalciurija)
rak želodca in požiralnika	poveča tveganje za ti dve vrsti raka
hipertrofija levega prekata srca (neodvisno od krvnega tlaka)	poveča tveganje
astma	poslabša stanje astme
oslabitev ledvične funkcije	poveča tveganje

2.1.4.1 Vpliv na krvni tlak

Epidemiološke raziskave na splošno kažejo na povezavo med količino natrija, ki ga zaužijemo s hrano in višino krvnega tlaka ter razširjenostjo hipertenzije; večji, ko je vnos natrija (soli), višji je krvni tlak (Southgate, 1997; Accetto, 2000).

Populacijske raziskave kažejo, da se krvni tlak pri ljudeh, ki spremenijo prehranske navade in začno uživati bolj slano hrano, poveča že v kratkem času, v nekaj tednih. Druga raziskava na Nizozemskem je jasno pokazala, da je bil krvni tlak pri majhnih otrocih (do šestega meseca starosti) hranjenih s hrano, ki je vsebovala malo natrija, bistveno nižji od krvnega tlaka pri otrocih v kontrolni skupini. Te raziskave torej nakazujejo, da je sol dejansko povezana z višino krvnega tlaka (Accetto, 2000).

Vendar pa sol ni edini dejavnik, ki lahko vpliva na krvni tlak. Southgate (1997) ugotavlja, da razmerje med vnosom natrija in kalija odločilno vpliva na višino krvnega pritiska. Zato priporoča povečanje vnosa kalija, ki krvni pritiska znižuje, od hkratnem zmanjšanju vnosa kuhinjske soli (Antonios in MacGregor, 1997).

2.1.4.2 Vpliv na srčno-žilne bolezni

Bolezni srca in ožilja s posledičnim pojavom srčnega infarkta in kapi so danes v razvitem svetu najpogostejši vzrok smrti (Rajar, 2000).

Ena najpomembnejših strategij za izboljšanje javnega zdravja je zmanjševanje soli v prehrani, saj se s tem ukrepom lahko prepreči umiranje in trpljenje ljudi zaradi srčnih kapi in srčnega popuščanja (He in MacGregor, 2007). Pri srčnem popuščanju gre pri bolnikih za pretirano zadrževanje vode. Bolnikom v hujših primerih svetujejo uživanje popolnoma neslane hrane, v blažjih primerih pa omejitev soli v prehrani (Accetto, 2000).

2.1.4.3 Vpliv na kosti

Vnos soli s hrano je eden od ključnih dejavnikov izločanja kalcija s sečem: večji je vnos soli, večje je izločanje kalcija z urinom. Avtorji so ugotovili, da bi zmanjšanje vnosa soli za približno polovico, imelo enak učinek na kostno mineralno gostoto kot povečanje vnosa kalcija za približno 900 mg (Antonios in MacGregor, 1997).

2.1.4.4 Vpliv na druge bolezni

Človeško telo je sestavljeno iz več kot 60 % vode. To stanje se vzdržuje z regulatornimi mehanizmi, ki pospešujejo ali pa zavirajo izločanje vode bodisi preko kože, dihal, prebavnega sistema ali ledvic. Presnova vode v telesu je tesno povezana z NaCl, ki ga zaužijemo v obliki kuhinjske soli (Accetto, 2000).

Pri nekaterih ledvičnih boleznih je potrebna omejitev soli v prehrani, pri nekaterih pa ne. Torej je nasvet o omejitvi soli v prehrani ledvičnih bolnikov strogo individualen. Pri nekaterih boleznih pa je potrebno sol celo dodajati (Accetto, 2000).

2.1.5 Mesni izdelki z manj soli in natrija

2.1.5.1 Zmanjševanje soli

Mnogi proizvajalci živilskih izdelkov se zmanjšanju soli upirajo z utemeljitvijo, da je sol ključnega pomena za okus nekega živila in da bi v primeru drastičnega zmanjšanja vsebnosti soli porabniki takšne izdelke zavračali. Takojšnje močno zmanjšanje soli bi bilo za porabnike prav gotovo moteče ali celo nesprejemljivo, vendar pa je dokazano, da postanejo receptorji za slanost ob zmanjševanju vnosa soli postopno občutljivejši in zaznajo mnogo manjše koncentracije NaCl, zato postane okus hrane z večjimi količinami soli sčasoma neprijeten in moteč (Antonios in MacGregor, 1997). Količino soli v živilih je torej mogoče zmanjšati postopno v daljšem obdobju, kar porabnikom omogoča prilagajanje in navajanje na manj slan okus (Rajar, 2000).

Razvoj mesnin z majhno vsebnostjo soli ni preprost, saj ima sol zelo pomembno vlogo v izdelkih. V takih izdelkih ni samo problem v manjši slanosti, temveč tudi v manj značilni

aromi, na katero so potrošniki navajeni in jo želijo tudi pri izdelkih z manj ali malo soli. Preden se najde ustrezen aromatičen nadomestek za NaCl, je najboljša pot postopno zmanjševanje vsebnosti soli v izdelkih (Žlender, 2009). Kilcast in den Ridder (2007) menita, da se s takim pristopom lahko na daljši časovni rok doseže veliko zmanjšanje vsebnosti soli.

Pri zmanjševanju soli je potrebno prilagoditi tudi surovinsko sestavo in proizvodno tehnologijo mesnin. Seveda pa je enostavneje zmanjšati delež soli v bolj slanah izdelkih. V praksi se je pokazalo, da se do 25 % zmanjšanje soli lahko doseže brez občutne spremembe senzoričnih značilnosti nekaterih skupin izdelkov (Žlender, 2009).

Ruusunen in Puolanne (2005) ter Žlender (2009) navajajo več pristopov k zmanjšanju soli v mesnih izdelkih:

- osveščanje ljudi o vlogi soli in znižanje njihovih pričakovanj glede slanosti izdelkov;
- zmanjšanje deleža dodane soli;
- zamenjava vsega ali enega dela NaCl z drugimi kloridnimi solmi (KCl, MgCl₂);
- zamenjava dela NaCl z nekloridnimi solmi, kot so fosfati, ali z novimi procesnimi tehnikami oz. modifikacijami procesov;
- izboljšanje lastnosti soli;
- kombinacija katerihkoli od omenjenih pristopov.

Uporaba ojačevalcev arome

Pri zmanjševanju vsebnosti soli v mesnih izdelkih imajo pomembno vlogo ojačevalci arome, ki sami nimajo slanega okusa, vendar povečajo slanost izdelkov, če se uporabljajo v kombinaciji s soljo, kar omogoča manjše dodajanje soli v izdelke (Desmond, 2007). Ojačevalce slanosti lahko opredelimo kot material, ki povečuje zaznavanje slanosti spojine slanega okusa brez, da bi imel slanost sam. Nekateri od njih so: glicin, laktati, trehaloza, kvasni ekstrakti, mononatrijev glutaminat, nukleotidi, peptidi in aminokisljine, hidrolizirani rastlinski proteini, flavonoidi (Desmond, 2006; Kilcast in den Ridder, 2007; Žlender, 2009).

Prispevek soli k splošnemu okusu je mogoče nadomestiti tudi z uporabo naravnih sredstev, ki prispevajo k zahtevanemu okusu. To so zelišča in začimbe, limona, čebula, česen, kis... (Kilcast in den Ridder, 2007).

Uporaba fosfatov

Polifosfati so natrijeve in kalijeve soli fosforjeve (V) kisline (H₃PO₄) (Žlender in sod., 2009). Te soli so bel higroskopen in lahko topljiv prah. V polifosfatnih pripravkih je predpisana omejena količina primesi. Komercialni pripravki običajno vsebujejo 56 do 60 % fosforja, izraženega kot fosforjev pentaoksid (P₂O₅) (Beltram, 2003).

Fosfati so funkcionalne sestavine živil in imajo širok krog uporabe v živilski industriji. Njihova sprejemljivost temelji na številnih funkcionalnih lastnostih, ki bistveno vplivajo na potek proizvodnje in kakovost končnih izdelkov (Nahtigal, 1995).

Mesno-predelovalna industrija uporablja soli fosfatov pri predelavi mesa, perutnine in rib. Koristni učinki vključujejo izboljšanje sposobnosti za vezanje vode, kar izboljša izkoristek med toplotno obdelavo in zmanjša izgubo tekočine ter s tem posredno vpliva na teksturo izdelka. Delujejo tudi kot emulgatorji, zavirajo razvoj oksidativne žarkosti, imajo protimikrobni učinek ter pospešujejo razvoj barve in arome mesa (Nahtigal, 1995; Žlender in sod., 2009).

Nahtigal (1995) ter Ruusunen in Puolanne (2005) poudarjajo, da postanejo polifosfati še pomembnejši pri dietnih mesnih izdelkih z zmanjšano vsebnostjo soli, kjer omogočijo ustrezno topnost proteinov in povezanost, enotnost izdelka. Dodani fosfati so pomembni tudi s prehranskega vidika (obogatitev hrane s fosforjem), čeprav pri ljudeh pomanjkanje fosfatov ni pogosto (Žlender in sod., 2009).

Večje količine fosfatov v mesnih izdelkih pa lahko povzročijo pojav kovinskega ali milnatega priokusa ter poslabšanje teksture (prečvrst in gumijav izdelek) (Žlender in sod., 2009). Nahtigal (1995) navaja, da se presežek dodanih fosfatov lahko odrazi v zmanjšani hranilni vrednosti izdelka in poslabšanju njegovih senzoričnih lastnosti. Prav tako pa lahko prispeva k previsokemu porastu vsebnosti vode v izdelku. Schnack (2007) pa navaja, da lahko privede tudi do izločanja želeja v izdelku.

Pravilnik o aditivih za živila (2010) dovoljuje za mesne izdelke uporabo naslednjih aditivov, posamezno ali v kombinaciji: fosforno kislino (E 338), Na-fosfat (E 339), K-fosfat (E 340), Ca-fosfat (E 341), Mg-fosfat (E 343), difosfat (E 450), trifosfat (E 451) in polifosfat (E452). Uporabljajo se v proizvodnji mesnih izdelkov, ki v tehnologijo izdelave vključujejo toplotno obdelavo, vendar sme po Pravilniku o aditivih za živila (2010) končni izdelek vsebovati največ do 0,5 % (do 5 g/kg) skupnih fosfatov (Žlender in sod., 2009).

2.1.5.2 Nadomeščanje soli

Mesnine so predmet številnih kritičnih obravnav, saj mnoge vsebujejo večje količine maščob živalskega izvora in nekatere aditive, ki jih porabnik pod geslom »čim manj kemije v hrani« vse bolj zavrača (Rajar, 1997).

Aditivi so snovi, ki jih živilom dodajamo z namenom, da bi jih izboljšali senzorične in nekatere druge lastnosti ali da bi dosegli določene tehnološke in druge učinke (Rajar, 1997).

Aditivi so zaradi svojih funkcionalnih lastnosti v prehrabeni industriji mnogokrat nepogrešljivi. Vendar pa je tudi v mesnopredelovalni industriji včasih uporaba aditivov bolj stvar poenostavitve in pocenitve tehnološkega postopka kot za dejanske potrebe. Z vidika zaščite zdravja porabnika je vsekakor potrebno ovrednotiti, kateri aditivi in koliko jih je v nekem izdelku resnično potrebnih. Z razvojem tehnologije predelave se je v zadnjih 50 letih tudi pri nas uporaba nekaterih aditivov (zlasti kuhinjske soli in nitritov) močno racionalizirala (Rajar, 1997). Kljub temu se še vedno pojavlja vedno večja je težnja po zmanjšanju uporabe in zamenjavi zdravju manj prijaznih aditivov z varnejšimi.

Natrij se nahaja v mnogih aditivih, ki se uporabljajo v predelavi mesa npr. mononatrijev glutaminat, natrijevi fosfati, natrijev citrat in včasih natrijev laktat. Količina natrija v naštetih aditivih je nižja kot v NaCl. Ker je sol ojačevalec arome, se pomanjkanje le-te lahko nadomesti z dodatkom začimb, ki ne vsebujejo natrija (Žlender, 2009).

Kot nadomestki soli se lahko uporabljajo kalcijev klorid, magnezijev klorid, magnezijev sulfat, glutaminska kislina, kalijev glutaminat, kalijev klorid (Desmond, 2006; Žlender, 2009). Na trgu obstajajo številne mešanice, ki običajno vsebujejo kalijev klorid (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Kalijev klorid je najverjetneje eden izmed najbolj pogostih nadomestkov soli, ki se uporablja v izdelkih z zmanjšano vsebnostjo soli. Njegova sprejemljivost je omejena zaradi izrazitega grenko/kemičnega/kovinskega okusa in pookusa. Zamenjava 30 % natrijevega klorida s kalijevim kloridom je na splošno mogoča za številne izdelke, medtem ko je 50 % zamenjava mogoča le za posamezne izdelke (Desmond, 2007; Kilcast in den Ridder, 2007).

Puolanne in sod. (1988) so proučili komercialno mešanico (PanSalt), ki vsebuje 58 % NaCl, 27 % KCl in 12 % MgCl₂ ali MgSO₄. V raziskavi se je pokazalo, da se lahko vnos natrija v klobase brez dodanih fosfatov zmanjša za 31-37 %, pri čemer se ohrani sposobnost za vezanje vode.

V mesni industriji se za oblikovanje nekaterih senzoričnih lastnosti mesnih izdelkov, zlasti značilne rožnate termostabilne barve ter značilnega okusa, vonja in arome razsoljenega mesa običajno uporablja dodatek nitritne soli, mešanice NaCl in 0,5 % natrijevega nitrita (NaNO₂, E250). Nitriti so toksični, kancerogeni in mutageni, zato se po predpisih svetovne zdravstvene organizacije tolerira dnevni vnos do največ 0,4 mg nitrita/kg telesne teže (Žlender in sod., 2009).

2.1.5.3 Odziv potrošnikov na zmanjševanje soli

Spreminjanje potrošnikovega načina življenja je v zadnjem času imelo velik vpliv na prehranjevanje, še posebej na porabo soli. Kot kaže literatura, je izbira živil zapletena in obstaja veliko dejavnikov, ki so privedli do povečanja porabe živil z veliko vsebnostjo soli (Purdy in Armstrong, 2007).

Psihološki dejavniki

Bertino in sod. (1982) podpirajo stališče, da je količina soli, ki jo potrošniki dodajajo živilom, odvisna od običajne količine zaužite soli. Potrošniki z običajno velikim vnosom soli so postali manj občutljivi na sol in zato potrebujejo večjo količino soli za doseg enakega okusa živil. Zmanjšanje soli je torej lahko v nekaterih vrstah živil nesprejemljivo za nekatere potrošnike. Vendar pa lahko postopno zmanjšanje vnosa soli poveča občutljivost potrošnikov na sol in v končni fazi povzroči, da le-ti dajo prednost izdelkom z zmanjšano vsebnostjo soli. Torej, je lahko postopno zmanjševanje soli v predelanih živilih najbolj učinkovito sredstvo za zmanjševanje količine soli, ki jo zaužijemo (Purdy in Armstrong, 2007).

Socialni dejavniki

Spremembe v načinu življenja družin so imele vpliv na pospešen razvoj polpripravljenih in pripravljenih živil. Navsezadnje pa je to pripeljalo do povečanja porabe soli, kljub že veliki vsebnosti soli v predelanih živilih in pogostnosti uživanja le-teh (Purdy in Armstrong, 2007).

Z manj razpoložljivega časa za pripravo obrokov hrane je neizogibno, da bo manj časa namenjenega pripravi jedi iz osnovnih surovin. V mnogih domovih je namreč glavni obrok pripravljen v manj kot pol ure, v primerjavi z 2,5 urami v 30-ih letih dvajsetega stoletja. Doma skuhane obroke so v veliki meri zamenjale pripravljene jedi z veliko vsebnostjo soli, kar pa ima lahko resne dolgoročne posledice na zdravstveno stanje ljudi (Purdy in Armstrong, 2007).

Vpliv senzorične kakovosti

Od več dejavnikov, ki vplivajo na izbiro hrane, ima senzorična kakovost verjetno največji vpliv na potrošnikovo odločanje glede izbire živil (Purdy in Armstrong, 2007). Senzorična kakovost je pomembna pri izbiri živil, saj potrošniki glede na senzorične lastnosti razlikujejo med istovrstnimi izdelki, izdelek pa bo bodisi sprejet bodisi zavrnjen, odvisno od videza, vonja, okusa in teksture (Clark, 1998).

Kolikor živilski izdelki nimajo zelenih senzoričnih lastnosti, jih posledično potrošnik ne bo kupoval. Zato morajo proizvajalci za doseg cilja zdrave prehrane z manj soli doseči zadovoljivo senzorično kakovost tovrstnih živil (Purdy in Armstrong, 2007).

Ekonomski dejavniki

Višji razpoložljivi dohodki in želja po več prostega časa so povzročili porast nakupa polpripravljene in pripravljene hrane. Še vedno pa ima cena zelo močan vpliv na potrošnikovo izbiro živil in je pri nakupu hrane močno povezana s senzorično kakovostjo (Purdy in Armstrong, 2007).

V zvezi z vnosom soli, je pomembno spoznanje, da socialno-ekonomske razlike vplivajo na porabo soli, kar vpliva na iskanje in izvajanje učinkovite strategije za zmanjšanje soli v prehrani (Purdy in Armstrong, 2007).

Tehnološki dejavniki

Sol je pomembna tudi zaradi svojih tehnoloških lastnosti. V pripravljenih jedeh je sol pomembna za izboljšanje okusa izdelka in ohranjanje roka uporabe, pri čemer so uporabljene velike količine soli. Zaradi nujnega zmanjšanja vsebnosti soli v predelanih živilih, bi morala živilska industrija dati prednost raziskavam, usmerjenim v reševanje vprašanj v zvezi z zmanjšanjem vsebnosti soli v predelanih živilih (tehnološke lastnosti, rok uporabnosti, konzerviranje in ohranjanje okusa) (Purdy in Armstrong, 2007; FSAI, 2005).

Za spoznavanje potrošnikovega načina odločanja o izbiri hrane so potrebne številne raziskave. Ugotovitve iz vprašalnika, ki so ga opravili Tilston in sod. (1993), so navedle zaskrbljenost med potrošniki v zvezi z vplivom soli na njihovo zdravje. Kljub zavesti o morebitnih škodljivih učinkih soli na njihovo zdravje, ugotovitve kažejo majhno uporabo

nadomestkov soli in majhno ozaveščenost o zmanjšanju porabe soli. Znanje potrošnikov o vsebnosti soli v predelanih živilih so ocenili kot zelo slabo. Ista študija poroča tudi o visoki stopnji zavesti o pomenu prehrane z manj soli, vendar majhno stopnjo nakupa tovrstnih živil.

Raziskava na Irskem

Na Severnem Irskem je bila opravljena raziskava na reprezentativnem vzorcu 360 potrošnikov, od tega 78,3 % žensk in 21,7 % moških. V študiji so raziskovali znanje potrošnikov o vsebnosti soli v predelanih živilih, ozaveščenost potrošnikov in nakup izdelkov z majhno vsebnostjo soli ter ozaveščenost o zdravstvenih tveganjih, povezanih z velikim vnosom soli. Vključena so bila vprašanja, ki so zajela: dodajanje soli za mizo in med kuhanjem, pogostost uživanja predelane hrane, zavest o vsebnosti soli v predelani hrani, prepoznavanje in potrošnja hrane z majhno vsebnostjo soli in dožemanje potrošnikov o vplivu zaužite soli na zdravje. Cilj vprašalnika je bil, da raziše vpliv demografskih, ekonomskih, socialnih in izobraževalnih dejavnikov na porabo soli. Izkazalo se je, da sol pri mizi in v večjih količinah dodaja več moških kot žensk. Purdy in Armstrong (2007) navajata, da bi bilo to lahko zaradi nizke ozaveščenosti o zdravi prehrani in slabega razumevanja posledic uživanja velikih količin soli na zdravje. Ženske anketiranke so bile bolj seznanjene z vsebnostjo soli v predelanih živilih kot moški. Raziskava je pokazala tudi, da mlajši ljudje in ljudje srednjih let uživajo več soli, kar lahko pripišemo pogostemu uživanju predelane pripravljene hrane, medtem ko so starejši ljudje znižali vnos soli zaradi zdravstvenih težav (zniževanje krvnega tlaka). Rezultati te študije so pokazali, da socialni in demografski dejavniki bistveno vplivajo na vnos soli. Stopnja izobrazbe je bila edini dejavnik, ki je pomembno vplival na ozaveščenost potrošnikov o tveganjih za zdravje, povezano z običajnim velikim vnosom soli. Kljub dejstvu, da so potrošniki z višjo izobrazbo bolj nagnjeni k uporabi pripravljenih obrokov, se bolj zavedajo posledic soli na zdravje, kot ljudje z nižjo izobrazbo. Več kot polovica (53,6 %) vprašanih je opazila živila z majhno ali zmanjšano vsebnostjo soli v trgovini, vendar jih je le 19,4 % dejansko kupilo te izdelke. Od 70 potrošnikov, ki so kupili živila z majhno vsebnostjo soli, jih je slaba polovica navedla, da jih kupujejo le občasno. Četrtnina jih je kupovala živila z manj soli pogosto, druga četrtnina pa vedno. Potrošniki tudi niso zadovoljni s trenutno razpoložljivo paleto izdelkov z manj soli, kar poziva k več tovrstnim izdelkom in boljšemu označevanju obstoječih izdelkov. V tej študiji več kot polovica vprašanih (53,1 %) misli, da je sol je škodljiva za zdravje, in dodatnih 40 % meni, da je škodljiva pri uživanju v prevelikih količinah (Purdy in Armstrong, 2007).

Pri zmanjševanju vsebnosti soli v izdelkih je potrebno upoštevati vsebnost natrija v običajni prehrani potrošnikov, saj so le-ti lahko navajeni velike ali majhne vsebnosti soli v prehrani. To pomeni, da je potrebno zmanjšanje vsebnosti soli preskusiti za vsak izdelek in ga prilagoditi potrošnikom (Ruusunen in Puolanne, 2005).

Veliko posameznikov ima na začetku težave pri prehrani z majhno vsebnostjo soli, saj menijo, da je tovrstna hrana zaradi zmanjšanja soli neprijetnega okusa. Senzorične študije pa so pokazale, da se zmanjšanje soli da doseči zgolj s prehransko manipulacijo (Walsh, 2007). Ko se nekdo prehranjuje z manj slano hrano nekaj tednov do nekaj mesecev, se privadi na blag okus tovrstnih izdelkov (Ruusunen in Puolanne, 2005), poleg tega pa so študije jasno pokazale, da z zmanjšanjem uživanja soli, postanejo receptorji okusa za slano

precej občutljivi in zato postane zelo soljena hrana neprijetnega okusa (Antonios in MacGregor, 1997). Drugi razlog za majhno stopnjo odločanja za prehrano z omejitvijo uživanja natrija, so lahko stroški, saj velja, da je prehrana z manj soli je dražja od običajne (Walsh, 2007).

2.1.5.4 Strategije za povečanje porabe izdelkov z manj soli pri potrošnikih

Da bi lahko dosegli izboljšanje na področju zdravja, Purdy in Armstrong (2007) predlagata naslednje strategije:

- obvezno označevanje soli in natrija v živilih;
- uporabniku prijazen sistem označevanja;
- obvezno zmanjšanje vsebnosti soli predelanih živil.

Pomanjkanje ozaveščenosti potrošnikov o izdelkih z majhno vsebnostjo soli, bi lahko bil razlog za majhno stopnjo nakupa. To je lahko tudi posledica omejenega obsega tovrstnih izdelkov, razpoložljivih določenim skupinam potrošnikov. Poleg tega lahko slabo označevanje izdelkov potrošnikom otežuje razlikovanje manj slanih izdelkov od standardnih izdelkov, zaradi česar je stopnja nakupa majhna. Te ugotovitve podpirajo potrebo po promociji obstoječih živil z majhno oziroma zmanjšano vsebnostjo soli. S tem bi proizvajalci živil in trgovci poskusili povečati ozaveščenost potrošnikov o živilih z manj soli in posledično vplivali na nakup teh živil (Purdy in Armstrong, 2007).

Dokazi kažejo, da so potrebni takojšnji ukrepi za dvig ozaveščenosti potrošnikov o soli v živilih. To se lahko doseže na več načinov (Purdy in Armstrong, 2007).

Označevanje živil

Najprej, mora biti v pristojnosti vlade, da zagotovi točno označevanje vseh predelanih živil z vsebnostjo soli in natrija na odmerek ter na 100 g. Nekateri proizvajalci in trgovci so že začeli označevati svoje izdelke, ker pa to ne velja za vse, je obvezno označevanje soli v živilih vse bolj pomembno. S tovrstnim označevanjem bi potrošniki lahko bolje proučili razpoložljiva živila, kar bi lahko prispevalo k izboljšanju prehrane (Purdy in Armstrong, 2007).

Oglaševanje

Poleg jasnega, uporabniku prijaznega označevanja izdelkov, bi boljša promocija v trgovinah dodatno prispevala k zavedanju potrošnikov o vsebnosti soli v živilih. Jasno označevanje izdelkov lahko pomaga k lažjemu prepoznavanju tovrstnih izdelkov, vendar pa bi lahko še dodatno povečali prodajo z ustreznim oglaševanjem, s promocijami v trgovinah in s spodbujanjem nakupa z ugodnostmi (Purdy in Armstrong, 2007).

Živilska industrija

Če bi se izboljšala znanje in zavest potrošnikov o vsebnosti soli v predelanih živilih, bi lahko potrošniki postali manj naklonjeni pogostemu uživanju zelo slane hrane. Kljub ozaveščenosti potrošnikov, samo to ne bo zagotovilo zmanjšanja porabe soli na ravni prebivalstva. Zato je bistveno, da živilska industrija prevzame odgovornost za zmanjšanje vsebnosti soli v predelanih živilih (Purdy in Armstrong, 2007).

Nekatere kategorije živil potrebujejo daljše časovno obdobje in pomembne finančne naložbe, da bi dosegli zmanjšanje soli v izdelku, ki pa bi moral biti varen, stabilen in sprejemljiv za potrošnike. Vendar pa samo ena sestavina ne more nadomestiti uporabe soli v mesnih izdelkih. Zato je potrebno razviti oziroma optimizirati paleto funkcionalnih kombinacij sestavin. Živilska industrija mora proizvesti take izdelke z zmanjšano soljo, ki so senzorično podobni običajnim izdelkom. Nekatera podjetja proizvajajo take izdelke, ki uspešno zamenjujejo ali nadomeščajo natrij v predelanih izdelkih, drugi so pri tem manj uspešni (Desmond, 2007).

Monahan in Troy (1997) menita, da bi za ohranitev senzoričnih lastnosti izdelka brez dodajanja odvečne količine soli in dodatkov, proizvajalci hrane morali razmisliti o uporabi bolj kakovostnih surovin, ki imajo boljšo naravno aromo. To bi sicer imelo finančne posledice v smislu proizvodnje, vendar bi bil določen segment potrošnikov kljub temu pripravljeni plačati višjo ceno za senzorično kakovosten izdelek, ki nima negativnih učinkov na zdravje (Purdy in Armstrong, 2007).

2.1.5.5 Lastnosti mesnih izdelkov z manj soli

Danes se v mesno-predelovalni industriji zaradi razvoja sodobnih metod konzerviranja kuhinjska sol uporablja v mnogo manjših količinah kot v preteklosti, vendar pa je vsebnost soli v mnogih mesnih izdelkih še vedno visoka. Sodobna prehranska naravnost porabnikov skupaj z dietnimi priporočili zahteva razvoj novih mesnih izdelkov z manj kuhinjske soli. Takšna zahteva pa je ob ohranitvi zelenih lastnosti, ki jih izdelku zagotavlja NaCl, za tehnologe v mesni predelavi pogosto problematična. Z zmanjševanjem vsebnosti soli se namreč poslabša senzorična kakovost izdelka (predvsem aroma in tekstura), zmanjša se dobit med toplotno obdelavo, pogosto se poslabšata tudi mikrobiološka stabilnost in »varnost« izdelka za porabnika (Rajar, 2000).

Tekstura izdelkov z manj NaCl

Kuhinjska sol s svojo sposobnostjo raztapljanja miofibrilarnih beljakovin in vplivom na povečanje sposobnosti mesa za vezanje vode odločilno vpliva na teksturo mnogih mesnih izdelkov (Monahan in Troy, 1997). Poslabšanje teksture izdelkov zaradi zmanjšanja vsebnosti kuhinjske soli lahko preprečimo ali vsaj omilimo z izbiro surovine (mesa) ustreznе kakovosti, z uporabo nadomestnih soli in drugih dodatkov in z izbiro primernih tehnoloških postopkov (Rajar, 2000).

Nadomestne soli in dodatki

Optimalno ionsko moč za doseganje primernih funkcionalnih lastnosti, ki jo zagotavlja NaCl, lahko v mesnih izdelkih dosežemo tudi z uporabo kombinacije drugih kloridov (Ca, K, Li, Mg). Njihov učinek na ionsko moč je praktično enak učinku NaCl (Price, 1997). Med kloridi se je v mesni predelavi kot delni nadomestek za kuhinjsko sol najbolj uveljavil KCl, ki je tehnološko zelo učinkovit in se na tržišču najpogosteje pojavlja v komercialno pripravljenih »pol-slanih mešanicah« z 50 % NaCl in 50 % KCl (Rajar, 2000).

Optimalno ionsko moč običajno v enaki meri kot kuhinjska sol zagotavljajo tudi mešanice fosfatov in polifosfatov (Price, 1997). Z uporabo fosfatov lahko delno zmanjšamo količino NaCl v izdelku brez neugodnih učinkov na senzorično kakovost in dobit predelave (Rajar, 2000). Monahan in Troy (1997) navajata, da uporaba kalijevih fosfatnih preparatov lahko do neke mere nadomesti tehnološke učinke NaCl ob hkratnem zmanjšanju vsebnosti natrija.

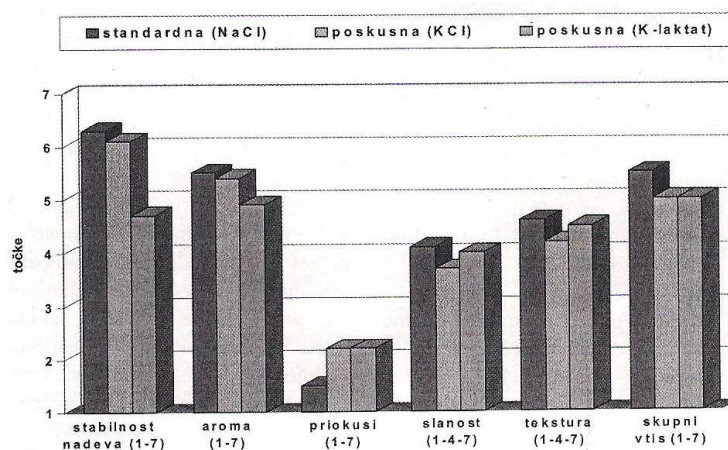
Tehnološki postopki

Možnosti v izdelavi izdelkov z manj NaCl predstavljajo tudi tehnologije z uporabo visokih tlakov in ultrazvoka. Monahan in Troy (1997) navajata, da je obdelava pri visokem tlaku (1500 barov) povečala čvrstost povezave sestavin v goveji pašteti, kar pripisujejo razgradnji in spremembam strukture beljakovin zaradi delovanja visokih tlakov.

Aroma izdelkov z manj NaCl

Kuhinjska sol ojača aromo in poleg tega oblikuje slan okus mesnih izdelkov. Manjšo slanost mesnih izdelkov z zmanjšano vsebnostjo NaCl je mogoče v določeni meri izravnati z uporabo ojačevalcev slanosti in nadomestkov s slanim okusom, kot so organske kisline, zlasti mlečna, očetna in citronska, v količinah nad pragom zaznave ojačajo občutek slanosti ali pa so same nosilke slanega okusa (Price, 1997).

Skupaj s spremembami zaznane slanosti, je najbolj opazna senzorična sprememba, ki izhaja iz zmanjšanja soli, pogosto povečanje grenkobe. Le-ta je lahko posledica izgube inhibicije grenkobe s soljo, ali pa je grenkoba povezana z uporabo solnih nadomestkov. Zaznana grenkoba se šteje kot negativna in nezaželena lastnost v številnih izdelkih, in je še en dejavnik, ki ga je treba upoštevati (Kilcast in den Ridder, 2007). Idealno bi bilo, da zmanjšanje soli ne bi negativno spremenilo značilnega okusa in občutka izdelka v ustih. Literatura navaja za posamezne izdelke različne koncentracije nadomestnih soli (30 do 50 % zamenjava NaCl z KCl, MgCl₂ ali s kalijevim laktatom), ki še ne poslabšajo arome in ne povzročajo priokusov (Monahan in Troy, 1997; Price, 1997).



Slika 1: Senzorične lastnosti standardne (2,15 % NaCl), 1. poskusne (1,44 % NaCl +0,71 % KCl) in 2. poskusne (1,44 % NaCl + 3 % K-laktat) tirolske klobase (Rajar, 2001)

Mikrobiološka stabilnost in »varnost« izdelkov z manj NaCl

Koncentracije NaCl, ki se v mesni predelavi običajno uporabljajo, niso dovolj visoke, da bi zadostovale za popolno mikrobiološko zaščito izdelkov, vendar imajo kljub temu določen varovalni učinek. Zmanjšanje vsebnosti NaCl zelo pogosto poslabša mikrobiološko stabilnost mesnih izdelkov in njihovo »varnost« za porabnika (Leistner, 1997).

Protimikrobni učinek NaCl je v veliki meri pogojen z zniževanjem aktivnosti vode. Nadomestni kloridi (K, Ca, Mg) in polifosfati znižajo a_w v podobni meri kot NaCl, zato se kot delni nadomestki kuhinjske soli uporabljajo predvsem mešanice kalijevega klorida in polifosfatov (Leistner, 1997).

2.2 PAŠTETA

2.2.1 Splošno o pašteti

Po Pravilniku o kakovosti mesnih izdelkov (2012) spadajo paštete:

- v skupino pasteriziranih mesnin, podskupina kuhane klobase (toplotno obdelane na T_s največ 100 °C); polnjenje v naravne ali umetne ovitke ali v drugo embalažo (22. člen Pravilnika o kakovosti mesnih izdelkov);
- v skupino steriliziranih mesnin (toplotno obdelane nad T_s 100 °C); polnjenje v embalažo, ki se neprodušno zapre in sterilizira (39. člen Pravilnika o kakovosti mesnih izdelkov).

V 22. in 39. členu Pravilnika o kakovosti mesnih izdelkov je določeno, da se kot pašteta lahko poimenuje izdelek, ki je izdelan iz mesa, slanine ali druge maščobe živalskega ali rastlinskega izvora, bujona ali vode, drobovine (jeter), kožic, dodatnih surovin, aditivov. Stopnja razdetosti nadeva je fina in homogena, brez vidne strukture mišičnine in mastnine, brez izločene maščobe ali želeja, mazave teksture, skladnega vonja in okusa, brez zažganih in drugih arom (Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov, 2012).

Pri navajanju imena »jetrna pašteta« mora biti vsebnost jeter v končnem izdelku najmanj 15 % (Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov, 2012).

2.2.2 Tehnologija izdelave paštet

Od drobovine, se za izdelavo jetrnih paštet uporabljajo predvsem jetra in so glavni nosilec značilne arome za to vrsto izdelka (Marušič in Janči, 2011). Količina jeter, ki jo uporabimo, naj ne presega 30 % mase nadeva in je odvisna od režima toplotne obdelave izdelka (pasterizacija ali sterilizacija). Med toplotno obdelavo izdelka namreč v nadevu poteka Maillardova reakcija, njeni produkti pa dajejo jetrni pašteti grenak priokus, ki je moteč, če je preveč intenziven. Zato pri ostrejših režimih toplotne obdelave, npr. pri sterilizaciji uporabimo manjšo količino jeter kot pri pasterizaciji (Rajar, 2002). Poleg tega za boljšo barvo dodajamo presna jetra, ker vsebujejo mioglob in v nativni obliki (Gašperlin in Rajar, 2008).

Za izboljšanje arome se dodajajo različne začimbe, najpogosteje sol, črni in beli poper, čebula, muškadni orešček, koriander, kumina, piment in klinčki (Marušić in Janči, 2011).

Po Pravilniku o aditivih za živila (2010) je dovoljena tudi uporaba nitritne ali nitratne soli (Glavič, 2002). Nitritno sol uporabljamo pri izdelavi jetrnih paštet, pri katerih želimo izdelati pašteto rožnate barve, v drugih vrstah paštet pa uporabljamo kuhinjsko sol, saj uporaba nitritne soli ni smiselna, barva teh paštet je sivo-rjava (Gašperlin in Rajar, 2008).

2.2.2.1 Tehnološki postopek

Za izdelavo paštet je pomembna predpriprava mesnih surovin. Mesne beljakovine moramo denaturirati, kar običajno naredimo s kuhanjem mesa (Glavič, 2002). Ostale sestavine so še maščoba, voda ali juha, v kateri so se kuhale mesne surovine, emulgatorji in začimbe.

Vse sestavine za pašteto (razen jeter) običajno predhodno toplotno obdelamo v vodi ali maščobi in jih v kutru obdelujemo v vročem stanju (temp. > 80°C). Za nadev jetrne paštete dodajamo v kuter presna jetra (boljša aroma, beljakovine jeter delujejo kot emulgator) (Rajar, 2002).

Osnova za izdelavo paštet je t.i. paštetna emulzija, ki jo običajno grobo izdelamo v kutru pri cca. 3000 obratih nožev v minuti (odvisno od števila in velikosti nožev), če želimo zelo fino zrnato oz. gladko pašteto (tip francoskih paštet), pa homogenizacijo in emulgiranje zaključimo v mikrokutru. Med mešanjem in sekljanjem se v paštetno maso vtepa zrak, ki povzroča oksidacijo maščob in luknjičavost izdelka. Z vakuumskim kutrom ta pojav zmanjšamo (Glavič, 2002; Rajar, 2002).

Pripravljeno paštetno maso moramo v čim krajšem času napolniti v embalažo in toplotno obdelati, saj je fino razdeta in topla paštetna masa idealen medij za razvoj mikroorganizmov. Toplotna obdelava zagotavlja higiensko varnost proizvodov, poleg tega pa prispeva tudi k razvoju zaželenega okusa in teksture izdelka. Emulzija se pretvori v gel in proizvod se stabilizira, relativno visoka vsebnost maščob pa pripomore k dobri mazavosti paštete (Glavič, 2002; Marušić in Janči, 2011).

V proizvodnji paštet kot trajnih (steriliziranih) izdelkov je embalaža za pašteto pločevinka ali mehka aluminijasta dozica, kozarček ali v zadnjem času tuba. Pašteto lahko embaliramo tudi v ovitke za klobase, če bo izdelek pasteriziran. Zapiranje embalaže z napolnjenim izdelkom je pri pašteti izredno pomembna faza v tehnološkem procesu, saj nepopolno ali slabo zaprt izdelek lahko pomeni tveganje za rekontaminacijo z mikroorganizmi. Zato je ta faza t.i. kritična kontrolna točka (KKT), ki je pod stalnim nadzorom proizvajalca. Po zapiranju je potrebno izdelek podvreči toplotni obdelavi, tako da se mu podaljša obstojnost. Poznamo dva načina toplotne obdelave – sterilizacijo in pasterizacijo (Glavič, 2002).

Pasterizacija je toplotna obdelava, s katero obdelujemo izdelek pri temperaturi pod 100 °C, običajno ne več kot 82 °C pasterizirani oz. poltrajni izdelki imajo kratek rok trajanja, največ do 3 mesecev v hladilniku ($T \leq 4^{\circ}\text{C}$) (Glavič, 2002).

Sterilizacija je toplotna obdelava, kjer izdelek obdelujemo pri temperaturi nad 110 °C. Tako dosežemo uničenje vseh vegetativnih oblik bakterij ter spor patogenih bakterij. Tak izdelek je tehnološko sterilen, njegova trajnost pa se giblje od 2 do 5 let pod normalnimi pogoji skladiščenja (Glavič, 2002).

Čas in temperatura toplotne obdelave sta odvisni od različne vrste embalaže. Temperaturo medija med toplotno obdelavo dvigamo postopno; prehitro segrevanje lahko povzroči odpuščanje vode in maščobe, ki se izločita pod ovitkom (Gašperlin in Rajar, 2008; Marušić in Janči, 2011). Po končani toplotni obdelavi in ohlajanju izdelkov nastopi čas t.i. karantene (inkubiranje vzorcev pri temperaturi 37 °C) ter senzorična in mikrobiološka analiza, nato pa je izdelek pripravljen za trženje (Glavič, 2002).

2.3 SENZORIČNE LASTNOSTI PAŠTET

Osnovne lastnosti pašet, ki določajo njihovo senzorično kakovost, so zunanji izgled, sestava in izgled prereza, barva prereza, tekstura, vonj in okus (Rajar, 2002).

2.3.1 Zunanji izgled

Zunanji izgled je tudi pri paštetah (pasteriziranih in steriliziranih) lastnost, ki pomembno vpliva na odločitev porabnika o nakupu. Izgled obeh tipov izdelkov naj bo atraktiven in brez napak. Pogosto pa se, tako kot pri drugih vrstah mesnih izdelkov, tudi pri paštetah pojavljajo napake v obliki. Paštete v ovitkih so ob zaključkih pogosto deformirane (nepravilno polnjenje), deli ovitka na zaključkih so predolgi, prekratki ali grdo odrezani in včasih vsebujejo ostanke nadeva. Umazana ali zamaščena površina izdelkov, natrgane ali postrani nalepljene etikete pa potrošnike zelo odbijajo (Rajar, 2002).

2.3.2 Sestava in izgled prereza (vsebine)

Pašteta je neke vrste emulzija, torej mora biti njen nadev stabilen. Če se iz nadeva pod ovitkom ali ob steni pločevinke izločita maščoba in žele, izgled prereza oz. vsebine ni prijeten. Ta napaka se zelo pogosto pojavlja pri steriliziranih paštetah (v pločevinkah ali alu-lončkih). Vzrok za nestabilno paštetno emulzijo je lahko v preveliki količini uporabljene maščobe, nepravilnem postopku emulgiranja ali pa v nepravilni toplotni obdelavi končnega izdelka (prehitro dvigovanje temperature, previsoka končna temperatura) (Rajar, 2002).

Ne glede na stopnjo razdetosti pa mora biti nadev paštete homogen (ne sme vsebovati večjih kosov nerazdetih tkiv ali celo veziva). Izjema so paštete z dodatki. Pri paštetah v pločevinkah in alu-lončkih nas po odpiranju pogosto odbije izrazita luknjičavost vsebine, pri paštetah v ovitkih (zlasti manjšega premera) pa je ta napaka redkejša in manj opazna (Rajar, 2002).

2.3.3 Barva prereza (vsebine)

V postopku izdelave paštete lahko uporabljamo nitritno (jetrna pašteta) ali kuhinjsko sol. V prvem primeru je barva nadeva končnega izdelka rožnata, v drugem primeru pa sivo-rjava. Noben od teh dveh barvnih odtenkov ni moteč in ju uporabniki normalno sprejemajo. Pač pa se v barvi paštete lahko pojavljajo druge napake, npr. izrazito pretemna ali presvetla barva, neenakomerna barva, diskoloracije itd. (Rajar, 2002).

2.3.4 Tekstura

Paštete uvrščamo med namaze, zato je zelo pomembna mazavost. To lastnost običajno ocenjujemo na paštetah, ki so ogrete na sobno temperaturo (18 do 20 °C). Mazavost naj bo primerna, prevelika mazavost (premehke paštete) ali premajhna mazavost (prečvrste in drobljive paštete) sta za porabnika moteči (Rajar, 2002).

Med ocenjevanjem teksture zaznavamo tudi zrnatost paštete, ki pa je odvisna od stopnje obdelave nadeva. Ne glede na stopnjo obdelave oz. zrnatost paštete, naj bo občutek v ustih prijeten, tekstura naj ne bo groba (nezadostna oz. neenakomerna razdetost), vodena, mastna, oljava, »kosmata«, peskava itd. (Rajar, 2002).

2.3.5 Vonj

Vonj paštete naj bo prijeten in tipičen za uporabljeno vrsto mesa, jetra, dodatke ter začimbe, hkrati pa naj bo harmoničen (uravnoteženo in primerno intenzivno zaznavanje posameznih sestavin ter začimb). Razmeroma pogosta napaka pri tej lastnosti je premalo intenzivna, premočna ali pa enostranska začinjenost (ena od začimb izstopa), redkeje pa v vonju izstopa ena od osnovnih sestavin paštete (npr. preveč izražen vonj po šunki ipd.). Včasih, vendar redko, se v vonju pojavljajo napake, kot so tuji vonji po žarkem, plesnivem, po kislem, po kožicah ipd. (Rajar, 2002).

2.3.6 Aroma in okus

Podobno kot vonj, naj bo tudi aroma paštete prijatna in značilna za določen tip izdelka (uporabljena vrsta mesa, jetra, različni dodatki, začimbe) ter hkrati harmonična. Tudi pri tej lastnosti se kot pogosta napaka pojavlja premalo ali preveč izražena ter enostranska začinjenost, mnogo redkejši pa so različni priokus (po žarkem, po kožicah, po plesnivem, po starem, kisel priokus itd). Izjema je grenak priokus, ki ga dajejo proizvodi Maillardove reakcije med toplotno obdelavo jetrne paštete. V pasteriziranih jetrnih paštetah (v ovitkih) je grenka sestavina okusa zelo blaga in kot takšna celo zaželeno (Rajar, 2002).

Če je količina dodanih fosfatov v pašteti prevelika, se v aromi izdelka pojavi neprijeten astringenten oz. trpek priokus. Slanost paštete, ki jo tudi ocenjujemo v sklopu okusa, naj bo primerna, paštete so pogosto preslane in le v izjemnih primerih premalo slane (Rajar, 2002).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Osnovni material za izvedbo poskusa so bile paštete, narejene z različnimi vrstami (morska in nitritna sol) in koncentracijami soli (1,0-1,7 %) ter brez/z dodatkom fosfatov. Na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil smo v štirih serijah izdelali enaintrideset eksperimentalnih skupin jetrnih paštet. Osnovne sestavine za proizvodnjo paštet so bile prašičje meso (mehka slanina, prašičje mastne obreznine in glave s kožo), telečja jetra, voda, začimbe, fosfati, morska in nitritna sol.

Podatki o sestavinah:

- začimbna mešanica Aroma mix Jetrna pašteta (proizvajalec Prava AROMA, d.o.o., sestavine: kuhinjska sol (max. 73 %), naravne začimbe in ekstrakti začimb);
- mešanica fosfatov za izdelavo pasteriziranih mesnin Aroma Fos-K (proizvajalec Prava AROMA, d.o.o., sestavine: stabilizator E450 –difosfat, E451 –trifosfat);
- nitritna sol (proizvajalec Vobo d.o.o., sestavine: kuhinjska sol, konzervans E250 – natrijev nitrit);
- morska sol (proizvajalec: DK Sol d.o.o.).

3.1.1 Načrt poskusa

Jetrne paštete so bile izdelane po recepturi iz učbenika Tehnologije mesa in mesnin I. (Gašperlin in Polak, 2010), razvidni iz preglednic 3 in 4.

Preglednica 3: Receptura sestavin (g, %) za izdelavo jetrne paštete

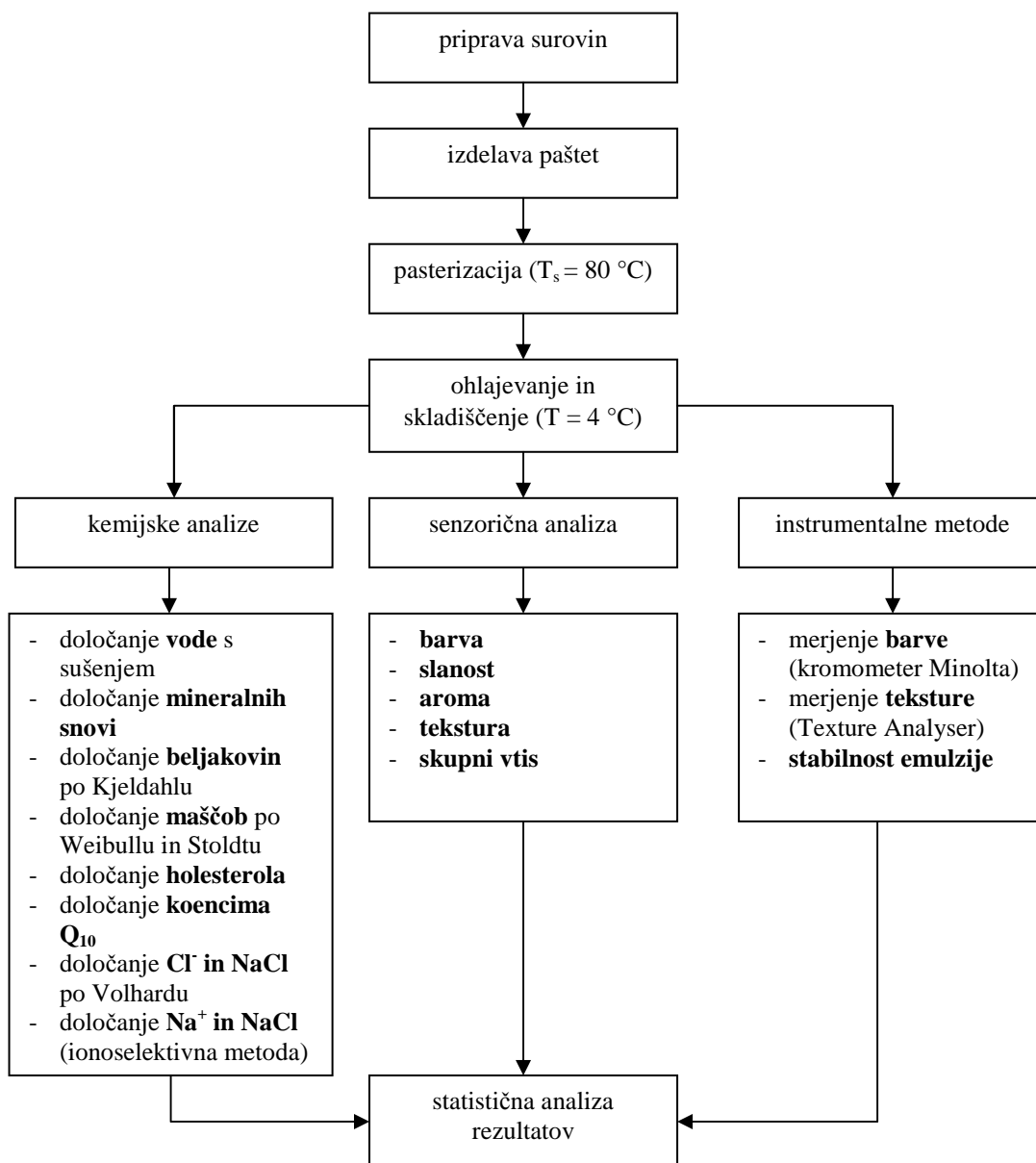
Sestavine	Masa za 2 kg (g)	Delež (%)
mehka slanina	500	25
prašičje mastne obreznine	460	23
prašičje glave s kožo	300	15
telečja jetra	340	17
voda	400	20
začimbna mešanica	4	0,2
mešanica fosfatov	0 ali 3	0 ali 0,15
nitritna sol	0 ali 17-31	0 ali 1,0-1,7
morska sol	0 ali 17-31	0 ali 1,0-1,7

Za pripravo vseh jetrnih paštet smo uporabili sestavine, navedene v preglednici 3, od mehke slanine do začimbne mešanice. Vsebnost zadnjih treh sestavin smo v poskusih spreminjali. V poskusih z oznako M, smo v pašteto dodajali le morsko sol, kot navajamo v preglednici 4, nismo pa dodajali nitritne soli in mešanice fosfatov. V paštete z oznako MF smo dodajali morsko sol, kot navajamo v preglednici 4 in po 3 g mešanice fosfatov. V paštete z oznako N smo dodajali nitritno sol, kot navaja preglednica 4, nismo pa dodajali morske soli in mešanice fosfatov, pri poskusih z oznako NF pa smo dodajali nitritno sol, kot navaja preglednica 4 in mešanico fosfatov (3 g), nismo pa dodajali morske soli.

Preglednica 4: Vrsta soli, dodatek soli (%) in fosfatov ter oznake eksperimentalnih skupin v poskusu

Dodatek soli (%)	Oznaka eksperimentalne skupine			
	morska sol	morska sol s fosfati	nitritna sol	nitritna sol s fosfati
1,7	M1,7	MF1,7	N1,7	NF1,7
1,6	M1,6	MF1,6	N1,6	NF1,6
1,5	M1,5	MF1,5	N1,5	NF1,5
1,4	M1,4	MF1,4	N1,4	NF1,4
1,3	M1,3	MF1,3	N1,3	NF1,3
1,2	M1,2	MF1,2	N1,2	NF1,2
1,1	M1,1	/	N1,1	NF1,1
1,0	M1,0	MF1,0	N1,0	NF1,0

Po polnjenju paštetne mase v sintetične ovitke je sledila pasterizacija paštet pri 80 °C ter nato ohlajevanje in skladiščenje na 4 °C. Na ohlajenih paštetah smo opravili vrsto kemijskih analiz, pri čemer smo določili vsebnosti natrijevega klorida, klora in natrija ter osnovno sestavo jetrne paštete. Z instrumentalnimi metodami smo izmerili parametre barve in teksture ter določili stabilnost emulzije. Senzorične lastnosti je z analitičnim deskriptivnim testom z nestrukturirano točkovno lestvico v dveh ocenjevanjih ocenil štiričlanski panel izkušenih preizkuševalcev. Vrednosti, ki smo jih dobili v poskusu, smo uredili in statistično analizirali. Shematski prikaz poskusa sem prikazala na sliki 2.



Slika 2: Shematski prikaz načrta poskusa

3.1.2 Postopek izdelave paštet

Za izvedbo poskusa smo izdelali 31 eksperimentalnih skupin po 2 kg paštet. Po recepturi (preglednica 3) smo natančno odtehtano mehko slanino, prašičje mastne obrezine in prašičje glave s kožo zmleli v volku skozi luknjačo premera 3 mm. Dodali smo vodo, določeno vrsto in količino soli (preglednica 4) ter ob stalnem mešanju segrevali do temperature 80 °C. Vsebinsko smo ob dodatku začimb in fosfatov (preglednici 3 in 4) prenesli v kuter (Stephan UMC 5 electronic). Po nekajminutnem mešanju se je temperatura znižala na 40 °C. V tej fazi smo dodali presna jetra, ki smo jih predhodno sesekljali v gospodinjskem sekljalniku. Mešali smo še 4 minute, da se je oblikovala homogena masa. Le-to smo v naslednjem koraku napolnili v sintetične ovitke (premer 35 mm). Vsako

eksperimentalno skupino paštet smo označili z oznakami (preglednica 4) in jih pasterizirali v konvektomatu (SelfCooking Center podjetja Rational) do središčne temperature 80 °C. Po končani toplotni obdelavi je sledilo počasno ohlajevanje na sobno temperaturo in nato skladiščenje v hladilniku pri temperaturi 4 °C.

3.2 METODE

3.2.1 Kemijske metode

3.2.1.1 Določanje vsebnosti vode v jetrni pašteti s sušenjem

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

3.2.1.2 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi v jetrni pašteti

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

3.2.1.3 Določanje beljakovin v jetrni pašteti z metodo po Kjeldahlu

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

3.2.1.4 Določanje maščob v jetrni pašteti z metodo po Weibullu in Stoldt

Vsebnost maščob smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 991.36 Fat (Crude) in Meat and Meat Products (AOAC 991.36, 1997).

3.2.1.5 Izračun ogljikovih hidratov

Vsebnost ogljikovih hidratov smo določili z izračunom:

$$\text{Ogljikovi hidrati (\%)} = 100 - (\text{maščobe (\%)} + \text{beljakovine (\%)} + \text{voda (\%)} + \text{mineralne snovi (\%)}) \quad \dots (1)$$

3.2.1.6 Izračun energijske vrednosti

Izračun energijske vrednosti jetrne paštete:

$$\text{Energijska vrednost (\%)} = \text{maščobe (g)} \times 37 \text{ kJ/g} + \text{beljakovine (g)} \times 17 \text{ kJ/g} + \text{ogljikovi hidrati (g)} \times 17 \text{ kJ/g} \quad \dots (2)$$

3.2.1.7 Določanje vsebnosti holesterola

Za določanje vsebnosti holesterola smo uporabili modificirano metodo po Naeemiju in sod. (Naeemi in sod., 1995). Vsebnost holesterola smo kvantitativno določili z visokotlačno tekočinsko kromatografijo (HPLC).

3.2.1.8 Določanje vsebnosti koencima Q10

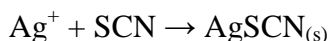
Za določanje vsebnosti koencima Q₁₀ smo uporabili modificirano metodo po Lušnic-evi (Lušnic, 2008).

3.2.1.9 Določanje vsebnosti Cl⁻ in natrijevega klorida jetrni pašteti z metodo po Volhardu

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

Princip:

Kloride oborimo s prebitkom srebrovega nitrata(V) (AgNO₃), ostanek AgNO₃ določimo z rodanidom (tiocianatni ion) v kislem mediju:



Končno točko titracije določimo z dodatkom indikatorja amonijevega železovega(III) sulfata. V kislem mediju tvorijo železovi ioni, Fe³⁺, s tiocianovimi ioni SCN⁻ intenzivno rdeče obarvan kompleksni ion:



Pribor:

- merilna erlenmajerica z obrusom, 100 ml
- merilne pipete, 5 in 10 ml
- merilna pipeta 20 ml
- bireta
- lij, Φ 7 cm
- erlenmajerica 250 ml
- filter papir

Reagenti:

- 0,1 M raztopina srebrovega nitrata: 16,987 g AgNO₃ p.a., v 1000 ml raztopine. Popolnoma suh AgNO₃ dobimo s sušenjem pri 220°C v 15 minutah.
- 0,1 M raztopina amonijevega tiocianata: približno 7,61g NH₄CNS v 1000 ml raztopine. Točen titer določimo s titriranjem z 0,1 M AgNO₃ po Volhardu.
- 10 % dušikova(V) kislina (HNO₃)
- dietileter

- nasičena raztopina amonijevega železovega(III) sulfata (amonijev ferisulfat) $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \times 12\text{H}_2\text{O}$
- Carrezova raztopina:
 - I. raztopina kalijev heksacianoferrat(II) (kalijev fero cianid): 150 g $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \times 3\text{H}_2\text{O}$ v 1000 ml
 - II. raztopina cinkovega sulfata: 300 g $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ v 1000 ml.

Postopek:

Približno 10 g ($\pm 0,01$ g) zmletega in homogeniziranega vzorca zatehtamo v 100 ml erlenmajerico z obrusom. Dodamo 50 ml destilirane vode in magnetno mešalo. Erlenmajerico brez zamaška postavimo na magnetni mešalnik za 20 minut (mešanje hitrost 7, segrevanje 9). Po ohladitvi poberemo magnetno mešalo, ga speremo z destilirano vodo ter dodamo po 10 ml Carrezove raztopine I in II, da se balastne snovi posedejo, nato dopolnimo z destilirano vodo do 100 ml in premešamo. Ko se usedlina sesede, jo filtriramo skozi naguban filter papir, pri čemer nekaj prvih ml filtrata odstranimo, 10 ml popolnoma bistrega filtrata (1 g vzorca) pa s pipeto odpipetiramo v 250 ml erlenmajerico, dodamo 10 ml natančno odmerjene 0,1 M raztopine srebrovega nitrata, 10 ml 10 %-ne dušikove(V) kisline in 5 ml dietiletra. Vsebino premešamo in ko se tekočina zbistri, dodamo 5 ml raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrata pa titriramo z 0,1 M raztopino amonijevega tiocianata (NH_4CNS), dokler se ne pokaže obstojna rdečkasta barva. Upoštevajoč porabljeno količino srebrovega nitrata izračunamo vsebnost natrijevega klorida.

Slepi poskus:

V erlenmajerico odmerimo 10 ml destilirane vode, dodamo 10 ml natančno odmerjene 0,1 M raztopine srebrovega nitrata, 10 ml 10 %-ne dušikove kisline in 5 ml dietiletra. To premešamo in ko se tekočina zbistri, dodamo 5 ml raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrata pa titriramo z 0,1 M raztopino amonijevega tiocianata, do pojava obstojne rdečkaste barve.

Določili smo 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) in 2 ml nasičenega ferisulfata ter titrirali z NH_4CNS do rožnate barve.

Račun:

Masni delež soli v vzorcu

$$\% \text{ NaCl (g / 100g)} = \frac{(V_{sl} - V_{vz}) \times c_{\text{NH}_4\text{CNS}} \times M_{\text{NaCl}}}{m_{\text{vzorca}}} \dots(3)$$

V_{sl} = volumen NH_4CNS , porabljen za titracijo slepega vzorca (ml)

V_{vz} = volumen NH_4CNS , porabljen za titracijo vzorca (ml)

$c_{\text{NH}_4\text{CNS}}$ = molarna koncentracija NH_4CNS (mol/ l)

M_{NaCl} = molska masa NaCl (58,46 g/ mol)

m_{vzorca} = masa vzorca (g)

Izračun točne molarne koncentracije amonijevega tiocianata

$$c_{NH_4CNS} = \frac{c_{AgNO_3} \times V_{AgNO_3}}{V_{NH_4CNS}} \quad \dots(4)$$

c_{NH_4CNS} = molarna koncentracija NH_4CNS (mol/l)

c_{AgNO_3} = molarna koncentracija $AgNO_3$ (mol/l)

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

V_{AgNO_3} = volumen $AgNO_3$ (ml)

1 ml 0,1 M $AgNO_3$ odgovarja 0,005846 g NaCl.

3.2.1.10 Določanje vsebnosti Na^+ in natrijevega klorida v jetrni pašeti z ionoselektivno elektrodo

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

Pribor:

- merilna 100 ml erlenmajerica z obrusom
- merilna pipeta, 10 in 20 ml
- lij, Φ 7 cm
- filter papir
- steklene čaše, 100 ml
- instrument za merjenje potenciala PHM250 Ion Analyzer
- natrijeva elektroda ISE21Na
- referenčna »red rod« elektroda REF251, proizvajalec Radiometer

Reagenti:

- Raztopina ISA (Ionic Strength Adjustment- raztopina za zagotavljanje ionske moči): Raztopimo 11,34 g 0,046 M $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ in 7,995 g Tris (hidroksimetil) – aminometana v 1000 ml destilirane vode.

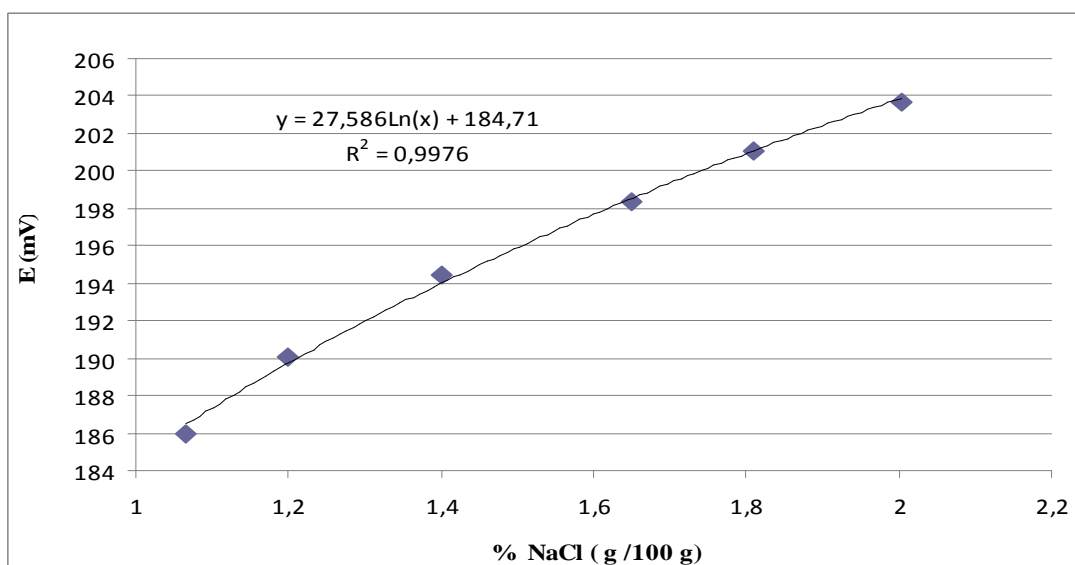
Postopek:

Približno 5 g ($\pm 0,01$ g) zmletega in homogeniziranega vzorca zatehtamo v 100 ml erlenmajerico z obrusom in dopolnimo z raztopino ISA do oznake 75 ml. Dodamo magnetni mešalček in postavimo na magnetno mešalo za 10 minut (mešanje hitrost 7, brez segrevanja). Odstranimo mešalček, ga speremo z raztopino ISA in dopolnimo do 100 ml in premešamo. Prefiltriramo skozi nagubani filtrirni papir v 100 ml steklene čaše. Z elektrodo

izmerimo potencial raztopine vzorca. S pomočjo umeritvene krivulje in izmerjenih potencialov izračunamo koncentracijo natrijevega klorida in Na^+ ionov v vzorcu.

Umeritvena krivulja:

Za umeritveno krivuljo pripravimo 6 standardnih raztopin natrijevega klorida s koncentracijami 1,06, 1,20, 1,40, 1,65, 1,81 in 2,00 % natrijevega klorida v raztopini z enako ionsko močjo kot pri vzorcih. Pazimo, da sta temperatura in hitrost mešanja raztopin pri vseh vzorcih in standardnih raztopinah enaka. Vsaki standardni raztopini izmerimo potencial. Najprej pomerimo potencial najbolj razredčene standardne raztopine, nadaljujemo z vse bolj koncentriranimi. Z magnetnim mešalom zagotavljamo enako hitrost mešanja pri vseh meritvah in potencial odčitamo, ko se le-ta ustali (približno 30 s). Med meritvami spiramo elektrodo z raztopino za spiranje elektrode. Naklon in odsek umeritvene krivulje določimo iz odvisnosti napetosti od logaritma koncentracije natrijevih ionov.



Slika 3: Umeritvena krivulja določanja vsebnosti Na^+ v jetrni pašeti z ionoselektivno metodo

Račun:

Masni delež soli v vzorcu

$$\% \text{NaCl (g/100g)} = \frac{e^{-\frac{b-E}{a}}}{m_{\text{vzorca}}} \times R \quad \dots (5)$$

a = naklon umeritvene krivulje = 27,586 mV/ g/100 g

b = odsek umeritvene krivulje = 184,71 mV

E = izmerjen potencial raztopin NaCl (mV)

m_{vzorca} = masa vzorca (g)

R = razredčitev = 5×

Koncentracija natrijevih ionov v vzorcu

$$\text{koncentracija Na}^+ (\text{g/kg}) = \frac{\% \text{NaCl} (\text{g}/100\text{g}) \times M_{\text{Na}}}{M_{\text{NaCl}}} \times 10 \quad \dots (6)$$

M_{NaCl} = molska masa NaCl (58,46 g/mol)

M_{Na} = molska masa natrija (22,9 g/mol)

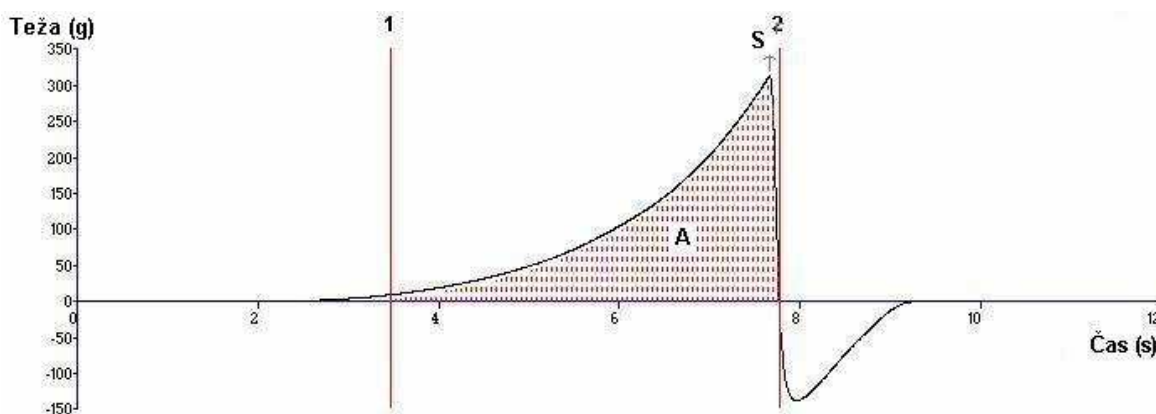
3.2.2 Instrumentalne metode

3.2.2.1 Merjenje barve

Barvo smo določali instrumentalno s kromometrom Minolta CR 200b (Illuminant C, 0° viewing angle). Predhodno smo aparat umerili na belem standardu. Naredili smo razmaz paštete in ga pokrili s folijo za živila. Merjenje smo izvedli v 4 paralelkah, takoj po odprtju embalaže paštet in po preteku 30 minut. Aparat podaja barvo v treh koordinatah: L*, a* in b*. Vrednost L* opisuje svetlost vzorca. Nižje vrednosti predstavljajo temnejšo barvo vzorca, medtem ko višje vrednosti predstavljajo svetlejšo barvo vzorca. Vrednost a* predstavlja intenziteto zelene barve v negativnem in rdeče barve v pozitivnem območju. Vrednost b* predstavlja intenziteto modre barve v negativnem in rumene barve v pozitivnem območju.

3.2.2.2 Merjenje teksture

Teksturne lastnosti smo določili instrumentalno z instrumentom TA-XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems). Uporabili smo metodo SR (ang. Stress relaxation) na principu penetracije. Uporabili smo kombinacijo sile in kompresije. Pašteto smo do vrha napolnili v plastične posodice višine 3,5 cm in premera 3,5 cm. Analizo smo izvajali v štirih paralelkah. Uporabili smo nastavek v obliki stožca SMSP60°C, pri testni hitrosti 3,0 mm/s, ki je prodril 15 mm v globino vzorca. Značilna krivulja se je izrisala na ekranu računalnika, kot kaže slika 4. Vrh krivulje, označen s S, predstavlja težo, s katero je nastavek deloval, da prodril v globino vzorca, površina pod krivuljo z oznako A, pa predstavlja površino dela striga. Kot rezultat je pomembna teža, merjena v gramih, s katero je instrument deloval na paštete. Rezultat smo preračunali v silo (N), ki predstavlja čvrstost teksture jetrnih paštet.



Slika 4: Značilna krivulja SR metode za določanje teksture

3.2.2.3 Stabilnost emulzije

Stabilnost emulzije smo določali z metodo po Kim in sod. (2010). V 50 ml centrifugirke smo zatehtali približno 30 g vzorca in jih 30 min segrevali v vodni kopeli pri temperaturi 80 °C. Nato smo jih 5 minut centrifugirali pri 1000 × g v centrifugi Tehnica Železniki. Izločeno maščobo smo odlili in stehtali, količino izločene vode pa smo določili z merjenjem višine vode v centrifugirki.

$$\% \text{ izločene maščobe} = \frac{\text{masa maščobe (g)}}{\text{masa vzorca (g)}} \quad \dots (7)$$

$$\% \text{ izločene vode} = \frac{\text{višina vode (ml)}}{\text{masa vzorca (g)}} \quad \dots (8)$$

3.2.3 Senzorična analiza

Senzorično ocenjevanje je izvajal štiričlanski panel izkušenih preizkuševalcev (ekspertov) na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti.

Uporabili smo test točkovanja lastnosti iz skupine deskriptivnih testov z nestrukturirano točkovno lestvico. Za aromo in skupni vtis smo izbrali točkovanje od 1 do 7 točk, pri čemer 7 točk pomeni ekstremno izraženo lastnost, 1 točka pomeni ekstremno neizraženo lastnost. Za barvo, slanost in teksturo, pa smo izbrali točkovanje 1-4-7 točk, pri čemer 4 točke predstavljajo optimalno lastnost.

Za senzorično analizo smo uporabili 2-3 dni stare paštete, ki smo jih hranili v hladilniku. Vzorce smo naključno označili.

Panel je ocenjeval naslednje lastnosti:

- Barva (1-4-7 točk): 1 točka – presvetla barva; 4 točke – optimalna, rožnata barva; 7 točk – pretemna barva.
- Slanost (1-4-7 točk): 1 točka – premajhna slanost; 4 točke – optimalna slanost; 7 točk – prevelika slanost.
- Aroma (1-7 točk): 1 točka – neznačilna in neizrazita aroma; 7 točk – značilna, dobro izražena aroma.
- Tekstura (1-4-7 točk): 1 točka – premehka tekstura; 4 točke – optimalna tekstura; 7 točk – prečvrsta tekstura.
- Skupni vtis (1-7 točk): 1 točka – slab skupni senzorični vtis, nesprejemljivost izdelka, presvetla barva, prenizka slanost, neznačilna in neizražena aroma, prečvrsta tekstura; 7 točk – odličen skupni senzorični vtis izdelka, optimalna barva, slanost in tekstura, zaokrožena aroma.

3.2.4 Statistična analiza rezultatov

Vrednosti, ki smo jih dobili v poskusu smo uredili in vnesli v program Excel 2003. S programom SAS/STAT (SAS Software, 1999), postopkom MEANS smo izračunali osnovne statistične parametre. Rezultati poskusa so bili analizirani z metodo najmanjših kvadratov s postopkom GLM. Za analizo vpliva različne količine in vrste soli ter dodanega fosfatnega preparata na kemijske, instrumentalne in senzorične parametre jetrnih pašet smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksne vplive vrste soli (V: morska in nitritna sol), dodatek fosfatov (P: dodan, brez), dodatka soli (D: 1,0-1,7 %) in proizvodne ponovitve (S: 1-2) ter dvojno interakcijo vrsta soli×dodatek fosfatov oz. eksperimentalne skupine (S: M (morska sol), MF (morska sol + fosfatni preparat), N (nitritna sol), NF (nitritna sol + fosfatni preparat)) in trojno interakcijo vrsta soli×dodatek fosfatov×dodatek soli: $y_{ijklm} = \mu + V_i + P_j + D_k + S_l + V \times P_{ij} + V \times P \times D_{ijk} + e_{ijklm}$.

Povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z Duncanovim testom in primerjanje pri 5 % tveganju. S postopkom CORR smo izračunali Pearsonove korelacijske koeficiente med senzoričnimi, instrumentalnimi in kemijskimi parametri. Za vrednotenje vpliva načina postopka določanja vsebnosti Na⁺ oz. % NaCl smo uporabili TTEST (*t*-test v paru). Prav tako smo TTEST uporabili za vrednotenje vpliva 30 minutnega izpostavljanja rezine pašete zraku na eksperimentalno merjene parametre barve.

4 REZULTATI

4.1 KEMIJSKA SESTAVA JETRNE PAŠTETE

4.1.1 Osnovna kemijska sestava jetrne paštete

V osnovnem vzorcu jetrne paštete (nitritna sol, dodatek 1,4 %) smo analizirali vsebnost natrijevega klorida (po Volhardu), vode, skupnih mineralnih snovi, beljakovin in maščob ter holesterola in koencima Q₁₀. Vsebnost vode, skupnih mineralnih snovi, maščobe in koencima Q₁₀ smo določili v šestih paralelkah, beljakovine v petih, holesterol v štirih in natrijev klorid v dveh paralelkah.

Jetrna pašteta na 100 g v povprečju vsebuje 55,69 % vode, 30,5 % maščob, 11,65 % beljakovin, 1,94 % skupnih mineralnih snovi, 0,22 g ogljikovih hidratov (preračunano po formuli), 1,55 g soli, 66 mg holesterola in 2 mg koencima Q₁₀ (preglednica 5).

Preglednica 5: Sestava in energijska vrednost jetrne paštete

Parameter	Vsebnost na 100 g
energijska vrednost	1330 kJ (322 kcal)
beljakovine	11,65 g
maščobe	30,50 g
ogljikovi hidrati	0,22 g
voda	55,69 g
mineralne snovi	1,94 g
sol	1,55 g
holesterol	0,066 g
koencim Q ₁₀	0,002 g

S sušenjem smo določili tudi vodo v morski in nitritni soli, ki smo ju uporabili pri izdelavi paštet. Rezultate te analize smo uporabili pri izračunu dodatka soli v določeno eksperimentalno skupino, saj bi lahko zaradi vsebnosti vlage prišlo do nenatančnih zateht soli. V morski soli smo določili 0,38 % vode, v nitritni soli pa 0,04 %.

4.1.2 Vsebnost NaCl in natrija v jetrni pašteti

Vsebnost NaCl in natrija smo določili v dveh ponovitvah v vseh enaintridesetih vzorcih jetrne paštete. Vsebnost natrija in natrijevega klorida smo določili z ionoselektivno metodo, vsebnost natrijevega klorida pa smo posredno preko določanja klora določili z metodo po Volhardu. Rezultati so prikazani v preglednici 6, iz katere lahko razberemo povprečne, najmanjše in največje vrednosti, standardni odklon in koeficiente variabilnosti. V celotnem poskusu določena povprečna vsebnost NaCl z ionoselektivno elektrodo je bila 1,49 %, z metodo po Volhardu pa 1,46 %. Povprečna vsebnost natrija, ki smo ga določili z ionoselektivno elektrodo, pa je bila 5,91 g/kg. Koeficienta variabilnosti rezultatov za vsebnost NaCl dobljenih z elektrodo in z metodo po Volhardu sta bila zelo podobna (15,4 % oz. 15,8 %).

Preglednica 6: Rezultati meritev vsebnosti natrija in soli v jetrnih pašetah, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
vsebnost Na _{elek.} (g/kg)	62	5,91	4,26	7,53	0,91	15,4
vsebnost NaCl _{elekt.} (%)	62	1,49	1,07	1,90	0,23	15,4
vsebnost NaCl _{Volh.} (%)	62	1,46	1,00	1,87	0,23	15,8

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

Preglednica 7: Vpliv metode določanja NaCl (Volhard vs. ionoselektivna elektroda) na njegovo povprečno vsebnost v pašetah (n = 62, t-test v paru).

Parameter (%)	metoda		t vred.	značilnost (p vred.)
	Volhard	ionoselektivna elektroda		
NaCl	1,46	1,49	1,99	0,0509

Preglednica 7 prikazuje, kako izbira metode (po Volhardu vs. z ionoselektivno elektrodo) vpliva na določeno vsebnost NaCl v pašetah. Z metodama je bila določena podobna vsebnost ($p = 0,0509$). Z metodo po Volhardu je bilo določeno za 0,03 % manj NaCl kot z ionoselektivno elektrodo, vendar je razlika statistično neznačilna.

Vsebnosti NaCl (analizirane po Volhardovi metodi in z ionoselektivno elektrodo) in Na⁺ v jetrni pašeti se statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminjajo z vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in količino dodane soli, statistično značilni pa sta tudi dvojna interakcija – med vrsto uporabljene soli in dodatkom fosfata ($p < 0,0001$) ter trojna interakcija med vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in dodano količino soli ($p < 0,0001$).

V preglednici 8 je podrobno predstavljen vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (eksperimentalna skupina) in količine dodane soli na vsebnost Na⁺ in NaCl v jetrnih pašetah.

Eksperimentalne skupine pašet z dodatkom soli 1,0 %, 1,4 % in 1,5 % se v vsebnosti Na⁺ in NaCl, določenega z elektrodo, statistično značilno ne razlikujejo. V vsebnosti NaCl, določeni po Volhardu, pa ni značilnih razlik med skupinami pri dodatku soli 1,1 %, 1,2 %, 1,4 % in 1,6 %. V vsebnosti Na⁺ in NaCl, določenega z elektrodo, so razlike med skupinami z dodatkom soli 1,1 %, 1,2 %, 1,3 %, 1,6 % in 1,7 % značilne pri 5 % tveganju ali manj.

Na splošno lahko rečemo, da je vsebnost Na⁺ v skupinah z dodanimi fosfati večja ($p \leq 0,05$) kot v skupinah brez dodanih fosfatov. Pašete z nitritno soljo in fosfati vsebujejo značilno manjše vsebnosti NaCl, določene po Volhardu, od tistih brez fosfatov.

S povečevanjem dodatka soli se povečuje vsebnost Na⁺ in NaCl določenega z elektrodo, z izjemami: dodatek 1,1 % morske soli, dodatek 1,4 % morske soli s fosfati ter dodatek 1,2 % nitritne soli, vendar so razlike statistično neznačilne. Prav tako se s povečevanjem

dotatka soli povečuje vsebnost NaCl po Volhardu, z izjemama 1,5 % dodatka morske soli s fosfati ter 1,7 % dodatka nitritne soli. Poudarjamo pa, da omenjene razlike niso statistično značilne.

Preglednica 8: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na kemijske parametre jetrnih pašet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				
		M	MF	N	NF	Z.
vsebnost Na ⁺ _{elek.} (g/kg)	1,0	4,62 ±0,15ef	4,54 ±0,19d	4,32 ±0,10e	4,83 ±0,08e	nz
	1,1	4,45 ±0,18fB	-	5,15 ±0,02dA	5,43 ±0,20dA	*
	1,2	4,85 ±0,02eB	5,64 ±0,25cA	4,86 ±0,20dB	5,85 ±0,14cA	**
	1,3	5,52 ±0,13dC	6,53 ±0,10bA	5,17 ±0,10dD	5,98 ±0,05cB	***
	1,4	5,87 ±0,23c	6,28 ±0,34b	5,83 ±0,18c	6,37 ±0,04b	nz
	1,5	6,00 ±0,13bc	6,74 ±0,01b	6,23 ±0,34c	6,39 ±0,10b	nz
	1,6	6,28 ±0,02abC	7,25 ±0,19aA	6,79 ±0,07bB	7,05 ±0,06aAB	**
	1,7	6,42 ±0,18aB	7,38 ±0,05aA	7,31 ±0,31aA	7,10 ±0,00aA	*
	Z.	***	***	***	***	
vsebnost NaCl _{elek.} (%)	1,0	1,16 ±0,04ef	1,15 ±0,05d	1,09 ±0,02e	1,22 ±0,02e	nz
	1,1	1,12 ±0,04fB	-	1,30 ±0,00dA	1,37 ±0,05dA	*
	1,2	1,22 ±0,00eB	1,42 ±0,06cA	1,22 ±0,05dB	1,47 ±0,04cA	**
	1,3	1,39 ±0,03dC	1,65 ±0,02bA	1,30 ±0,03dD	1,51 ±0,01cB	***
	1,4	1,48 ±0,06c	1,58 ±0,09b	1,47 ±0,04c	1,61 ±0,01b	nz
	1,5	1,51 ±0,03bc	1,70 ±0,00b	1,57 ±0,08c	1,61 ±0,02b	nz
	1,6	1,58 ±0,00abC	1,83 ±0,05aA	1,71 ±0,02bB	1,78 ±0,02aAB	**
	1,7	1,62 ±0,05aB	1,86 ±0,01aA	1,84 ±0,08aA	1,79 ±0,00aA	*
	Z.	***	***	***	***	
vsebnost NaCl _{Volh.} (%)	1,0	1,01 ±0,02fC	1,12 ±0,00dAB	1,14 ±0,01eA	1,09 ±0,01dB	**
	1,1	1,21 ±0,02e	-	1,30 ±0,02d	1,18 ±0,05d	nz
	1,2	1,35 ±0,01d	1,32 ±0,02c	1,33 ±0,06d	1,30 ±0,05c	nz
	1,3	1,42 ±0,03cdA	1,46 ±0,03bA	1,40 ±0,01cAB	1,33 ±0,04cB	*
	1,4	1,48 ±0,03c	1,54 ±0,05b	1,55 ±0,00b	1,38 ±0,07c	nz
	1,5	1,67 ±0,04bA	1,50 ±0,03bC	1,60 ±0,02bAB	1,52 ±0,03bBC	*
	1,6	1,73 ±0,06b	1,77 ±0,03a	1,73 ±0,00a	1,65 ±0,02a	nz
	1,7	1,86 ±0,00aA	1,83 ±0,06aA	1,70 ±0,00aB	1,67 ±0,07aB	*
	Z.	***	***	***	***	

z.: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično 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); M – morska sol; MF – morska sol in fosfati; N – nitritna sol; NF – nitritna sol in fosfati; elekt. – Na⁺ ionoselektivna elektroda, Volh. – Volhard.

4.2 INSTRUMENTALNA IN SENZORIČNA ANALIZA

4.2.1 Rezultati instrumentalnih metod

Rezultati instrumentalnih analiz barve in teksture ter merjenja stabilnosti emulzije so predstavljeni v preglednicah 9 in 10.

Povprečni vrednosti L^* in b^* , izmerjeni na svežem rezu, sta manjši kot vrednosti L^* in b^* , merjeni po 30 minutah na zraku, medtem, ko je povprečna vrednost a^* svežega reza večja od vrednosti a^* po 30 minutah na zraku. Največja variabilnost (20 % pri svežem rezu oz. 17 % po 30 minutah na zraku) se kaže pri parametru a^* , ki predstavlja intenziteto rdeče barve in je najbrž odvisen od dodatka nitritne soli, najmanjši koeficient variabilnosti pa je pri parametru L^* , ki predstavlja svetlost barve.

Tudi pri merjenju teksture smo določili razmeroma velike koeficiente variabilnosti (54 %), kar gre pripisati različni čvrstosti pašet z/brez dodanih fosfatov. Dodatek fosfatov najbrž vpliva tudi na stabilnost emulzije, saj smo pri merjenju izločene maščobe in vode v paštetah ugotovili visoko variabilnost rezultatov (24,8 % in 36,7 %). Jetrne pašete v povprečju izločajo več maščob (11,4 %) in manj vode (10,5 %).

Preglednica 9: Rezultati instrumentalnega merjenja barve in teksture ter nestabilnosti emulzije jetrnih pašet, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
barva						
L_{sr}^*	124	72,0	68,4	74,6	1,4	2,0
a_{sr}^*	124	6,8	4,5	9,0	1,4	20
b_{sr}^*	124	15,9	13,0	18,6	1,1	7,0
L_{zr}^*	124	72,3	68,7	74,5	1,3	1,8
a_{zr}^*	124	5,8	3,8	7,7	1,0	17
b_{zr}^*	124	16,2	13,7	18,5	0,8	5,1
tekstura						
čvrstost (N)	93	7,1	2,3	20,0	3,8	54
stabilnost emulzije						
izločena maščoba (%)	62	11,4	5,9	16,1	2,8	24,8
izločena voda (%)	62	10,5	3,3	19,4	3,9	36,7

n – število obravnavanj, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti; sr – sveži rez; zr – na zraku 30 minut; elekt. – Na^+ ionoselektivna elektroda; Volh. – Volhard.

Vse instrumentalno merjene vrednosti barve in teksture kot tudi delež izločene maščobe in vode v jetrni pašeti se statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminjajo z vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in količino dodane soli, statistično značilni pa sta tudi dvojna interakcija – med vrsto uporabljene soli in dodatkom fosfata ($p < 0,0001$) ter trojna interakcija med vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in dodano količino soli ($p < 0,0001$). Na instrumentalno izmerjeno teksturo dodatek soli vpliva le statistično značilno ($p \leq 0,05$), na izločanje vode pa ne vpliva značilno ($p > 0,05$).

Srednje vrednosti L_{sr}^* in L_{zr}^* se v eksperimentalni skupini jetrnih pašet z morsko soljo statistično značilno razlikujejo ($p < 0,05$) od skupin z nitritno soljo, z izjemo dodatka 1,3 % soli (preglednici 10 in 11). Na splošno lahko rečemo, da pašete z morsko soljo (brez fosfatov) dosegajo največje vrednosti L^* , po čemer sklepamo, da imajo bolj svetlo barvo v primerjavi z drugimi skupinami.

Paštete z nitritno soljo (z in brez fosfatov) pa imajo večje srednje vrednosti a_{sr}^* in a_{zr}^* kot paštete z morskno soljo (z in brez fosfatov) pri enakem dodatku soli. To pomeni, da so paštete z nitritno soljo bolj rdeče barve kot paštete z morskno soljo.

Srednje vrednosti b_{sr}^* in b_{zr}^* izmerjene na površini jetrnih pašet se v eksperimentalni skupini pašet z morskno soljo in fosfati statistično značilno razlikujejo od ostalih skupin ($p < 0,05$). Dosegajo najvišje vrednosti, po čemer sklepamo, da imajo paštete z morskno soljo in fosfati bolj rumeno barvo od drugih skupin, v 30 minutah izpostavljanja zraku hitreje oksidirajo kot ostale skupine, predvsem tiste z dodano nitritno soljo.

Kot je razvidno iz preglednic 10 in 11, obstajajo pri instrumentalno izmerjenih parametrih barve (L^* , a^* in b^*) razlike v vrednostih med različnimi dodatki soli. Kljub temu, s spreminjanjem dodatka soli nismo zaznali trenda povečanja oziroma zmanjšanja vrednosti parametrov barve. Menimo, da je k temu doprinesla heterogenost (nehomogenost) vzorcev v obliki izločanja želeja, predvsem pri pašetah z nitritno soljo, ali pa neenakomernost barve na površini pašet zaradi grobe emulzije.

Preglednica 10: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih pašet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				
		M	MF	N	NF	Z.
L_{sr}^*	1,0	74,2 ±0,2aA	72,8 ±0,6bB	72,4 ±0,2aB	70,1 ±0,6deC	**
	1,1	72,8 ±0,1cA	-	72,6 ±0,2aA	71,6 ±0,8bB	*
	1,2	73,4 ±0,3bA	72,5 ±0,2bB	72,2 ±0,2aB	72,6 ±0,3aB	***
	1,3	72,9 ±0,2cB	73,8 ±0,6aA	72,7 ±0,4aB	70,3 ±0,1cdC	***
	1,4	74,3 ±0,1aA	74,1 ±0,3aA	71,6 ±0,2bB	71,0 ±1,0bcB	***
	1,5	72,2 ±0,4dA	72,4 ±0,4bA	70,8 ±0,2cB	71,0 ±0,4bcB	***
	1,6	73,3 ±0,2bA	70,2 ±0,4cB	70,9 ±0,8cB	69,4 ±0,1eC	***
	1,7	72,7 ±0,2cA	68,9 ±0,4dC	71,3 ±0,3bcB	72,5 ±0,6aA	***
	Z.	***	***	***	***	
a_{sr}^*	1,0	6,3 ±0,3aB	6,3 ±0,2aB	6,4 ±0,1fB	8,5 ±0,3abA	***
	1,1	5,6 ±0,0bC	-	6,9 ±0,1eB	8,6 ±0,5aA	***
	1,2	4,7 ±0,2fD	6,3 ±0,1aC	8,3 ±0,1bcA	7,8 ±0,1cdB	***
	1,3	5,4 ±0,0cC	5,0 ±0,1cD	8,1 ±0,1cdB	8,6 ±0,3aA	***
	1,4	5,2 ±0,1cdC	5,6 ±0,1bB	8,5 ±0,1aA	8,5 ±0,2aA	***
	1,5	6,2 ±0,1aB	5,8 ±0,1bC	8,0 ±0,1dA	8,1 ±0,1bcA	***
	1,6	4,8 ±0,2efD	5,7 ±0,2bC	8,1 ±0,2cdA	7,6 ±0,1dB	***
	1,7	5,0 ±0,1deD	5,8 ±0,1bC	8,5 ±0,3abA	6,4 ±0,1eB	***
	Z.	***	***	***	***	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 10: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih pašet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				z.
		M	MF	N	NF	
b* _{sr}	1,0	16,1 ±0,2bcAB	16,5 ±0,7cdA	15,6 ±0,1aBC	15,0 ±0,5bcC	***
	1,1	16,0 ±0,1cA	-	15,6 ±0,5aA	14,2 ±0,8dB	***
	1,2	16,3 ±0,1bA	16,4 ±0,2cdA	14,5 ±0,2dC	15,0 ±0,1bcB	***
	1,3	16,1 ±0,2bcB	17,5 ±0,1bA	14,9 ±0,2bcdC	15,1 ±0,2bcC	***
	1,4	16,3 ±0,1bA	16,2 ±0,4dA	15,1 ±0,2bcB	14,4 ±0,1cdC	***
	1,5	16,9 ±0,2aA	16,9 ±0,3cA	15,3 ±0,1abB	14,8 ±0,2cdC	***
	1,6	16,3 ±0,2bB	18,5 ±0,1aA	14,9 ±0,4cdD	15,6 ±0,7abC	***
	1,7	17,1 ±0,1aB	18,4 ±0,2aA	14,9 ±0,1cdD	15,9 ±0,2aC	***
	Z.	***	***	***	***	

z.: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično 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); M – morska sol; MF – morska sol in fosfati; N – nitrina sol; NF – nitrina sol in fosfati; sr – sveži rez.

Preglednica 11: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih pašet po 30 minutnem izpostavljanju površine zraku (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				z.
		M	MF	N	NF	
L* _{zr}	1,0	73,5 ±0,5bA	73,0 ±0,3bAB	72,8 ±0,2aB	70,9 ±0,5cdC	***
	1,1	72,7 ±0,2d	-	72,6 ±0,3a	72,2 ±0,6b	nz
	1,2	73,6 ±0,3bA	73,0 ±0,3bB	72,7 ±0,3aB	73,0 ±0,2aB	**
	1,3	73,3 ±0,2bcB	74,0 ±0,3aA	72,9 ±0,3aB	70,6 ±0,4dC	***
	1,4	74,2 ±0,2aA	74,2 ±0,5aA	71,8 ±0,3bB	71,0 ±0,4cdC	***
	1,5	72,2 ±0,2eA	72,5 ±0,3cA	71,0 ±0,3cB	71,3 ±0,4cB	***
	1,6	73,3 ±0,1bcA	70,8 ±0,1dC	71,6 ±0,6bB	69,6 ±0,4eD	***
	1,7	73,0 ±0,2cdA	69,2 ±0,3eC	71,9 ±0,2bB	72,8 ±0,3abA	***
	Z.	***	***	***	***	
a* _{zr}	1,0	4,4 ±0,1dD	5,6 ±0,1aB	5,3 ±0,1eC	7,1 ±0,1abA	***
	1,1	4,9 ±0,0bC	-	5,5 ±0,1dB	7,2 ±0,4abA	***
	1,2	4,0 ±0,3eD	5,4 ±0,1bC	6,7 ±0,1bA	6,4 ±0,3dB	***
	1,3	4,8 ±0,1bcC	4,5 ±0,0eD	6,4 ±0,2cB	7,1 ±0,3abA	***
	1,4	4,6 ±0,1cD	5,0 ±0,1dC	7,0 ±0,1aB	7,3 ±0,3aA	***
	1,5	5,7 ±0,1aB	5,3 ±0,0bcC	6,7 ±0,0bA	6,8 ±0,2bcA	***
	1,6	4,4 ±0,1dC	5,2 ±0,1cB	6,5 ±0,1cA	6,5 ±0,1cdA	***
	1,7	4,7 ±0,1cC	5,4 ±0,1bB	6,8 ±0,2abA	5,4 ±0,1eB	***
	Z.	***	***	***	***	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 11: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno barvo jetrnih pašet po 30 minutnem izpostavljanju površine zraku (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				Z.
		M	MF	N	NF	
b* _{zr}	1,0	16,4 ±0,3bcB	17,1 ±0,2cA	16,1 ±0,0abB	15,3 ±0,5bC	***
	1,1	15,9 ±0,2eAB	-	16,2 ±0,5aA	15,1 ±1,0bB	nz
	1,2	16,2 ±0,1cdB	16,7 ±0,3cA	15,5 ±0,1bcD	15,8 ±0,3abC	***
	1,3	16,1 ±0,1deB	17,5 ±0,3bA	15,9 ±0,5abcB	15,7 ±0,3bB	***
	1,4	16,3 ±0,2bcdA	16,2 ±0,3dAB	15,9 ±0,2abB	15,3 ±0,2bC	***
	1,5	16,9 ±0,1aA	16,9 ±0,2cA	15,9 ±0,2abB	15,6 ±0,2bB	***
	1,6	16,5 ±0,2bB	18,1 ±0,2aA	15,2 ±1,0cC	15,9 ±0,8abBC	***
	1,7	17,0 ±0,1aB	18,1 ±0,3aA	15,7 ±0,2abcD	16,5 ±0,1aC	***
	Z.	***	***	*	**	

z.: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično 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); M – morska sol; MF – morska sol in fosfati; N – nitritna sol; NF – nitritna sol in fosfati; sr – sveži rez; zr – na zraku 30 minut.

Preglednica 12: Vpliv 30 minutnega izpostavljanja rezine pašete zraku na instrumentalno merjene parametre barve (n = 124, t-test v paru).

Vrednost	rez		t vred.	značilnost (p vred.)
	sveži	po 30-ih minutah		
L*	72,05	72,29	-5,25	<0,0001
a*	6,80	5,75	23,86	<0,0001
b*	15,88	16,24	-7,20	<0,0001

Preglednica 12 prikazuje, kako 30 minutno izpostavljanje rezin zraku vpliva na instrumentalno izmerjene parametre barve. Po 30-ih minutah površina pašet v povprečju postane statistično značilno svetlejša ($\Delta L^* = 0,24$), manj rdeča ($\Delta a^* = 1,05$) in bolj rumena ($\Delta b^* = 0,36$).

Povprečna **čvrstost** pašet z dodano nitritno soljo in fosfati (med dodatki 1,0-1,6 %) je značilno večja ($p < 0,05$) kot pri ostalih eksperimentalnih skupinah (preglednica 13). To pomeni, da je pri tej skupini potrebna največja sila za prerezanje vzorca. Jetrne pašete z nitritno soljo imajo v povprečju večjo čvrstost (za 2,0 N) kot pašete z dodano morsko soljo, prav tako so pašete z dodanimi fosfati bolj čvrste od tistih brez fosfatov (morska sol za 1,6 N, nitritna sol za 4,9 N).

Preglednica 13: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na instrumentalno izmerjeno teksturo in nestabilnost emulzije jetrnih pašet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Parameter	Dodatek (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				
		M	MF	N	NF	Z.
čvrstost (N)	1,0	3,6 ±0,5bC	9,2 ±0,7aB	5,5 ±0,4cdBC	13,9 ±4,2A	**
	1,1	4,6 ±0,9bB	-	4,3 ±0,7dB	12,1 ±2,5A	***
	1,2	4,5 ±1,6bB	4,3 ±1,7bB	5,6 ±0,4cdB	11,3 ±3,2A	**
	1,3	3,8 ±1,1bC	3,6 ±0,8bC	7,4 ±0,9bcB	13,8 ±3,4A	***
	1,4	3,8 ±0,3bB	5,4 ±1,3bB	3,8 ±0,8dB	8,8 ±1,5A	**
	1,5	4,7 ±0,6bB	9,2 ±2,9aAB	5,1 ±0,9cdB	11,7 ±3,8A	*
	1,6	3,6 ±1,1bB	4,6 ±1,3bB	11,0 ±2,4aA	14,3 ±5,6A	**
	1,7	7,4 ±0,8aAB	6,1 ±1,4bB	9,1 ±2,2abA	5,0 ±0,8B	*
	Z.	**	**	***	nz	
izločena maščoba (%)	1,0	14,8 ±0,9a	9,3 ±1,0c	12,2 ±0,4bc	9,5 ±2,5	nz
	1,1	11,9 ±0,8bB	-	15,5 ±0,7aA	9,3 ±0,4C	**
	1,2	15,1 ±1,0aA	10,8 ±1,5bcB	9,4 ±0,5dB	7,7 ±2,0B	*
	1,3	15,0 ±0,0a	12,6 ±1,4b	9,2 ±0,2d	11,4 ±2,4	nz
	1,4	15,5 ±0,3a	15,7 ±0,5a	10,7 ±1,4cd	8,8 ±3,9	nz
	1,5	10,3 ±1,6b	13,0 ±1,0b	12,3 ±1,1bc	10,4 ±0,9	nz
	1,6	14,7 ±0,2aA	10,8 ±0,8bcB	12,0 ±0,7bcB	7,3 ±0,6C	**
	1,7	11,7 ±1,6bA	6,7 ±1,1dB	12,7 ±0,4bA	6,7 ±0,3B	**
	Z.	**	**	***	nz	
izločena voda (%)	1,0	9,8 ±0,1B	9,0 ±1,3bcB	5,7 ±1,2cdC	18,7 ±1,0A	***
	1,1	10,8 ±3,6A	-	3,3 ±0,0dB	15,4 ±1,2A	*
	1,2	13,2 ±2,5A	6,6 ±2,3cB	6,5 ±0,0cB	14,7 ±2,2A	*
	1,3	11,5 ±2,4	9,9 ±0,1abc	8,1 ±0,0bc	14,7 ±4,5	nz
	1,4	13,3 ±0,0	13,1 ±0,0a	7,3 ±1,2bc	13,8 ±5,6	nz
	1,5	7,4 ±1,3	12,1 ±1,2ab	5,7 ±1,1cd	13,1 ±4,6	nz
	1,6	6,5 ±2,3	13,2 ±2,4a	11,5 ±2,3a	14,7 ±2,5	nz
	1,7	8,3 ±0,1	8,2 ±0,1c	9,7 ±0,0ab	9,9 ±2,3	nz
	Z.	nz	*	**	nz	

z.: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično 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); M – morska sol; MF – morska sol in fosfati; N – nitritna sol; NF – nitritna sol in fosfati; sr – sveži rez; zr – na zraku 30 minut.

Izločanje maščobe je v skupini pašet z dodano morsko soljo in brez dodanega fosfata (razen dodatka 1,1 % soli) značilno večje kot v skupini z dodanim fosfatom, pa tudi nekoliko večje kot v skupinah z dodano nitritno soljo in fosfati oz. brez fosfatov. Praviloma je izločanje maščob značilno večje v tistih pašetah, v katere ni bil dodan fosfat, ne glede na dodano vrsto soli (preglednica 13). Količina dodane soli ne vpliva značilno ($p > 0,05$) na **izločanje vode**, razen pri dodatkih soli med 1,0 % in 1,2 %, ko se največ vode izloči v skupini pašet z nitritno soljo in fosfati.

4.2.2 Rezultati senzorične analize

V preglednici 14 so predstavljeni rezultati senzorične analize jetrnih paštet, katerim so bile dodane različne količine in vrste soli ter fosfatni preparat. Iz preglednice lahko razberemo povprečne, najmanjše in največje vrednosti, standardni odklon in koeficiente variabilnosti. Jetrne paštete so bile v povprečju ocenjene s 3,5 točke za barvo, 4,5 točke za slanost, 5,0 točkami za aromo, 4,8 točk za teksturo in 4,6 točk za skupni vtis. Največjo variabilnost rezultatov senzorične analize je pokazala barva (KV, 35 %), visok odstotek variabilnosti pa sta pokazali tudi slanost (23 %) in tekstura (21 %). Najmanjši koeficient variabilnosti izkazuje aroma (9 %).

Preglednica 14: Rezultati senzorične analize jetrnih paštet, izdelanih z morsko/nitritno soljo v različnih koncentracijah in brez/z dodanimi fosfati, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost (točke)	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
barva (1-4-7)	124	3,5	2,0	6,0	1,2	35
slanost (1-4-7)	124	4,5	2,5	6,5	1,0	23
aroma (1-7)	124	5,0	3,5	6,0	0,4	9
tekstura (1-4-7)	124	4,8	2,5	7,0	1,0	21
skupni vtis (1-7)	124	4,6	2,5	6,0	0,7	15

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

Vse senzorične lastnosti jetrnih paštet se statistično značilno ($p < 0,0001$) spreminjajo z vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in količino dodane soli, statistično značilni pa sta tudi dvojna interakcija – med vrsto uporabljene soli in dodatkom fosfata ($p < 0,0001$) ter trojna interakcija med vrsto uporabljene soli, dodatkom fosfata in dodano količino soli ($p < 0,0001$). Na senzorično ocenjeno aromo dodatek soli vpliva le statistično značilno ($p \leq 0,05$).

Iz preglednice 15 je razvidno, da je v povprečju **barva** paštet z nitritno soljo boljše ocenjena (več točk) kot pri paštetah z morsko soljo. Paštete z morsko soljo so svetlejšje barve kot paštete z nitritno soljo, vse pa imajo barvo ocenjeno slabše od optimalne ocene, ne glede na dodano količino soli. Srednje vrednosti ocene barve paštet z nitritno soljo in brez fosfatov so večje od optimalne ocene, z izjemo dodatka 1,0 % nitritne soli, kar pomeni, da so nekoliko temnejše od optimalne rožnate barve.

Razlike med dodatki soli za eksperimentalno skupino paštet z morsko soljo niso statistično značilne ($p > 0,05$), za skupino paštet z morsko soljo in fosfati pa velja, so razlike med dodatki soli statistično značilne ($p \leq 0,05$). Za eksperimentalno skupino paštet z nitritno soljo in fosfati lahko rečemo, da je ocena barve od 1,0 % do 1,3 % dodatka soli (z izjemo 1,2 % dodatka soli) relativno visoka, od 1,3 % do 1,7 % dodatka soli pa so ocene nižje. Barva paštet z nitritno soljo (brez fosfatov) je od 1,4 % do 1,7 % dodatka soli ocenjena z večjim številom točk od paštet z dodatkom soli od 1,0 % do 1,3 %, z izjemo 1,2 % dodatka nitritne soli. Barva paštet z nitritno soljo in dodanimi fosfati je pri manjših dodatkih soli (od 1,0 % do 1,3 %) v povprečju ocenjena z večjim številom točk od paštet z nitritno soljo brez dodatka fosfatov, z izjemo 1,2 % dodatka soli, medtem, ko je pri večjih dodatkih soli

(od 1,5 % do 1,7 %) v povprečju ocenjena z manjšim številom točk od paštete z nitritno soljo brez fosfatov.

Kot je razvidno iz preglednice 15, so srednje vrednosti ocen **slanosti** pri vseh skupinah in dodatku 1,0 % in 1,1 % soli manjše od optimalne slanosti. Optimalno slanost kažeta le vzorca paštete z dodatkom 1,2 % in 1,3 % nitritne soli s fosfati. Jetrne paštete z morskimi soljo so v povprečju bolj slane od paštete z nitritno soljo, z izjemo 1,2 % in 1,5 % dodatka soli. V eksperimentalni skupini z nitritno soljo in fosfati so srednje vrednosti ocen slanosti od 1,0 % do 1,3 % dodatka soli, z izjemo 1,2 % soli, večje od skupine brez fosfatov, od 1,4 % do 1,6 % dodatka soli pa so srednje vrednosti ocen manjše. Slanost paštete z morskimi soljo in fosfati je v povprečju večja od paštete brez fosfatov, z izjemo dodatka 1,0 %, 1,4 % in 1,5 % morske soli. S povečevanjem dodatka morske soli se povečuje slanost paštete. Pri skupini z morskimi soljo in fosfati so ocene slanosti med 1,0 % in 1,5 % dodatka soli manjše od optimalne slanosti, z izjemo 1,3 % soli. Pri skupini jetrnih paštete z nitritno soljo se do 1,5 % dodatka soli slanost povečuje (z izjemo 1,3 % soli), nato pa se zmanjšuje.

Srednje vrednosti ocen **arome** so med 4,5 in 5,9 točke. Najboljše ocenjena aroma je bila pri pašteti z 1,5 % nitritne soli. Srednje vrednosti ocenjene arome jetrnih paštete z nitritno soljo in fosfati se statistično značilno ne razlikujejo glede na dodatek soli. Aroma jetrnih paštete s fosfati je manj izražena (manj točk) od tistih, brez fosfatov, kar velja tako za morskimi kot za nitritno sol. V povprečju je glede na skupino najboljše ocenjena eksperimentalna skupina z nitritno soljo, z izjemo 1,0 % dodatka soli. Ostale tri skupine se v intenzivnosti arome statistično ne razlikujejo.

Eksperimentalna skupina jetrnih paštete z nitritno soljo in fosfati ima največje srednje vrednosti ocen **teksture**, z izjemo dodatka soli 1,7 %. Iz tega lahko sklepamo, da so paštete z nitritno soljo in fosfati najbolj trde. Paštete s fosfati imajo višje srednje vrednosti ocen od paštete brez fosfatov, kar se kaže predvsem pri nitritni soli. Pri skupini jetrnih paštete z nitritno soljo (brez fosfatov) se s povečevanjem dodatka soli povečuje tudi trdota, z izjemo 1,4 % in 1,5 % dodatka soli. Paštete z nitritno soljo so ocenjene z večjim številom točk za teksturo kot paštete z morskimi soljo, z izjemo 1,0 % in 1,1 % dodatka soli.

Najvišje srednje vrednosti ocene **skupnega vtisa** je dosegla skupina paštete z od 1,1 % do 1,7 % dodatka nitritne soli. Najboljše ocenjen skupni vtis je dosegla pašteta z 1,4 % nitritne soli (6,0 točk), najslabše pa je bila ocenjena pašteta z 1,6 % morske soli s fosfati (3,0 točk). Paštete z dodanimi fosfati imajo slabše ocenjen (manj točk) skupni vtis od tistih, brez fosfatov, kar se kaže tako pri morskimi, kot pri nitritni soli, z izjemami: dodatek 1,4 % morske soli in 1,5 % nitritne soli. Skupni vtis v skupini paštete z nitritno soljo je v primerjavi z morskimi soljo ocenjen z višjim številom točk. Ocena skupnega vtisa se v skupini z nitritno soljo izboljšuje do 1,4 % dodane soli, nato pa se poslabšuje.

Preglednica 15: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na senzorične lastnosti jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Lastnost (točke)	Dodatek soli (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				
		M	MF	N	NF	Z.
barva (1-4-7)	1,0	2,4 ±0,3C	2,9 ±0,3aB	3,0 ±0,0eB	4,5 ±0,0cA	***
	1,1	2,9 ±0,6C	-	4,3 ±0,3dB	5,1 ±0,3bA	***
	1,2	2,4 ±0,3D	2,8 ±0,3abC	5,4 ±0,3bA	3,5 ±0,0dB	***
	1,3	2,4 ±0,5C	2,1 ±0,3cC	4,1 ±0,3dB	5,6 ±0,5aA	***
	1,4	2,5 ±0,4B	2,4 ±0,3bcB	4,8 ±0,3cA	4,8 ±0,5bcA	***
	1,5	2,9 ±0,3C	2,5 ±0,0abcd	6,0 ±0,0aA	3,9 ±0,3dB	***
	1,6	2,6 ±0,3C	2,5 ±0,4abcC	4,9 ±0,3cA	3,9 ±0,3dB	***
	1,7	2,1 ±0,3C	2,6 ±0,3abB	5,4 ±0,3bA	2,5 ±0,0eB	***
	Z.	nz	*	***	***	
slanost (1-4-7)	1,0	3,5 ±0,4dA	2,6 ±0,3dB	3,1 ±0,3eAB	3,6 ±0,5dA	**
	1,1	3,6 ±0,5d	-	3,8 ±0,3cd	3,9 ±0,3cd	nz
	1,2	3,5 ±0,4dC	3,6 ±0,3cBC	4,1 ±0,3cA	4,0 ±0,0cdAB	*
	1,3	4,5 ±0,0cB	5,3 ±0,3bA	3,5 ±0,4deD	4,0 ±0,4cdC	***
	1,4	6,1 ±0,3aA	3,8 ±0,3cC	4,9 ±0,3bB	4,6 ±0,3bB	***
	1,5	5,5 ±0,4bA	3,6 ±0,5cC	5,9 ±0,3aA	4,3 ±0,3bcB	***
	1,6	5,6 ±0,3bA	6,0 ±0,6aA	5,6 ±0,3aA	3,8 ±0,3cdB	***
	1,7	5,5 ±0,0bB	6,4 ±0,3aA	4,6 ±0,3bC	5,8 ±0,3aB	***
	Z.	***	***	***	***	
aroma (1-7)	1,0	5,1 ±0,3abA	4,5 ±0,0C	4,6 ±0,3dBC	5,0 ±0,4AB	*
	1,1	4,5 ±0,0cB	-	5,3 ±0,3bcA	4,8 ±0,3B	**
	1,2	4,8 ±0,3bcB	4,8 ±0,3B	5,4 ±0,3A	5,0 ±0,4AB	*
	1,3	4,9 ±0,3bc	5,0 ±0,4	5,1 ±0,5bcd	4,8 ±0,3	nz
	1,4	4,9 ±0,3bcB	4,9 ±0,3B	5,4 ±0,3abA	4,8 ±0,3B	**
	1,5	5,0 ±0,4abB	5,0 ±0,4B	5,9 ±0,3aA	5,3 ±0,3B	*
	1,6	5,0 ±0,0abAB	4,8 ±0,3B	5,4 ±0,5abA	4,5 ±0,4B	*
	1,7	5,4 ±0,3a	4,6 ±0,3	4,8 ±0,3cd	5,1 ±1,1	nz
	Z.	**	nz	***	nz	
tekstura (1-4-7)	1,0	3,9 ±0,3bcB	5,9 ±0,3aA	3,8 ±0,3cB	5,8 ±0,5bcA	***
	1,1	4,6 ±0,5aA	-	3,3 ±0,6cB	5,3 ±0,3cdA	***
	1,2	4,9 ±0,3aA	3,8 ±0,6cB	5,0 ±0,4bA	5,0 ±0,4dA	**
	1,3	3,6 ±0,3cB	3,1 ±0,3dC	5,8 ±0,3aA	5,6 ±0,3bcA	***
	1,4	3,6 ±0,5cC	3,9 ±0,5cBC	4,6 ±0,8bB	6,0 ±0,0abA	***
	1,5	4,6 ±0,3aB	5,8 ±0,3aA	5,0 ±0,4bB	5,8 ±0,3bcA	***
	1,6	4,9 ±0,3aB	4,6 ±0,3bB	6,1 ±0,3aA	6,4 ±0,5aA	***
	1,7	4,4 ±0,6abB	4,5 ±0,4bB	6,0 ±0,0aA	3,4 ±0,5eC	***
	Z.	***	***	***	***	

Se nadaljuje.

Nadaljevanje preglednice 15: Vpliv interakcije vrste soli in dodatka fosfata (M, MF, N, NF) ter količine dodane soli (%) na senzorične lastnosti jetrnih paštet (Duncanov test, $\alpha = 0,05$).

Lastnost (točke)	Dodatek soli (%)	Eksperimentalna skupina (interakcija vrste soli in dodatka fosfata)				
		M	MF	N	NF	z.
skupni vtis (1-7)	1,0	5,6 ±0,3aA	3,3 ±0,5cC	4,5 ±0,0dB	4,4 ±0,5bcB	***
	1,1	4,9 ±0,3b	-	5,1 ±0,3b	4,6 ±0,3bc	nz
	1,2	4,8 ±0,3bB	4,4 ±0,3bB	5,3 ±0,3bA	5,3 ±0,3aA	**
	1,3	4,9 ±0,5b	4,5 ±0,0b	5,0 ±0,0bc	4,5 ±0,4bc	nz
	1,4	4,3 ±0,3cD	5,0 ±0,0aB	6,0 ±0,0aA	4,5 ±0,0bcC	***
	1,5	4,8 ±0,3b	4,8 ±0,3ab	4,8 ±0,3cd	4,9 ±0,3ab	nz
	1,6	4,3 ±0,3cAB	3,0 ±0,4cC	4,6 ±0,3dA	3,8 ±0,5dB	***
	1,7	4,5 ±0,0bcA	3,3 ±0,3cB	4,6 ±0,3dA	4,3 ±0,3cA	***
	z.	***	***	***	***	

z.: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; srednje vrednosti z različno črko (a,b,c,d,e,f,g) znotraj stolpca se statistično 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); M – morska sol; MF – morska sol in fosfati; N – nitritna sol; NF – nitritna sol in fosfati.

4.3 KORELACIJSKA ANALIZA

S korelacijsko analizo smo dokazali pozitivno povezavo med senzorično ocenjeno in instrumentalno izmerjeno teksturo ($r = 0,64$, $p < 0,001$). Rezultati instrumentalnega merjenja teksture (čvrstosti) so v negativni korelaciji z izločanjem maščobe ($r = -0,39$, $p < 0,01$) in pozitivni z izločanjem vode ($r = 0,53$, $p < 0,001$). Rezultati senzorično ocenjene teksture so prav tako v negativni korelaciji z izločanjem maščobe in pozitivni korelaciji z izločanjem vode, vendar so koeficienti manjši ($r = -0,34$, $p < 0,01$; $r = 0,41$, $p < 0,001$), torej povezave bolj ohlapne.

Ugotovili smo tudi statistično zelo visoko značilno in tesno povezavo med izmerjenima parametroma barve (a^* , b^*) in senzoričnim profilom barve ($r = 0,88$, $p < 0,001$; $r = -0,72$, $p < 0,001$).

Vrednost L_{sr}^* je v zelo tesni pozitivni korelaciji z vrednostjo L_{zr}^* ($r = 0,93$, $p \leq 0,001$), a_{sr}^* z a_{zr}^* ($r = 0,96$, $p \leq 0,001$) in b_{sr}^* z b_{zr}^* ($r = 0,87$, $p \leq 0,001$).

Vsebnost natrija in soli je v pozitivni korelaciji s senzorično ocenjeno slanostjo paštet ($r=0,67$ oz. $0,78$; $p < 0,001$). S korelacijsko analizo smo dokazali pozitivno, statistično zelo visoko značilno in tesno povezavo med dvema metodama za določanje NaCl v paštetah, po Volhardu in z ionoselektivno elektrodo ($r = 0,84$, $p < 0,001$).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Priporočen dnevni vnos soli (NaCl) s hrano za odraslega človeka je od 5 do 6 g/dan. Prekoračitev priporočene dnevne količine pa predstavlja pomemben dejavnik tveganja za pojav povišanega krvnega tlaka ter bolezni srca in ožilja. Zato je bil namen diplomske naloge narediti jetrno pašteto z manj soli in natrija, ki bo imela sprejemljive tehnološke in senzorične lastnosti. Uporabili smo različni soli, morsko in nitritno, v različnih koncentracijah ter brez/z dodatkom fosfatov.

Največjo variabilnost med senzoričnimi lastnostmi jetrnih paštet je bilo zaznati pri barvi, slanosti in teksturi. Vzrok temu je predvsem uporaba različnih soli in dodatkov le-te, ter uporaba fosfatov. Na barvo in teksturo močno vpliva vrsta soli, slanost pa je odvisna predvsem od dodatka soli.

Ugotovili smo, da dodatek fosfatov vpliva na poslabšanje **arome in skupnega vtisa** jetrnih paštet tako z nitritno kot z morsko soljo. V povprečju so glede na eksperimentalno skupino za aromo najvišje ocenjene paštete z nitritno soljo, z izjemo 1,0 % dodatka soli, ostale skupine pa se v intenzivnosti arome statistično ne razlikujejo. Prav tako je za skupni vtis skupina paštet z dodatkom nitritne soli višje ocenjena od paštet z morsko soljo.

Barva je bila v povprečju senzorično ocenjena s 3,5 točkami, pri čemer je dosegla najvišjo variabilnost rezultatov senzorične analize (35 %). Iz tega lahko sklepamo, da je bilo med posameznimi vzorci veliko razlik v oceni barve (najmanjša 2,0; največja 6,0), kar pripisujemo uporabi različnih vrst soli.

Ugotovili smo, da se barva na površini paštet po 30 minutnem izpostavljanju zraku spremeni. Barva postane svetlejša, manj rdeča in bolj rumena. Doolaege in sod. (2012) so ugotovili, da koncentracija dodanega nitrita vpliva na vzdrževanje barve prekajenega mesa med skladiščenjem. Pri manjšem dodatku nitritne soli pride do hitrejšje spremembe v barvi mesa v primerjavi z večjimi dodatki.

Pomemben je podatek, da na izmerjeno in senzorično določeno barvo paštet močno vplivata tako koncentracija kot tudi vrsta soli. Torej je zelo pomembno, katero sol in kolikšno koncentracijo uporabimo. Vrsta soli vpliva na intenzivnost barve, kar smo potrdili z ugotovitvijo, da je bila barva paštet z nitritno soljo v povprečju ocenjena kot bistveno temnejša v primerjavi s pašetami z morsko soljo, ne glede na dodano količino soli. Jetrne paštete z morsko soljo so svetlejšje barve od paštet z nitritno soljo, kar pa za potrošnike ni moteče.

Ugotovili smo, da sprememba dodatka soli ne vpliva na spremembo parametrov barve paštet v območju od 1,0 % do 1,7 % soli. Menimo, da je do nastanka razlik med vrednostmi prišlo zaradi heterogenosti (nehomogenosti) vzorcev v obliki izločanja želeja, predvsem pri pašetah z nitritno soljo. Pri pašetah z morsko soljo pa smo opazili zelo hitro spremembo barve po odprtju embalaže, kar prav tako prispeva k napaki pri instrumentalnem merjenju barve.

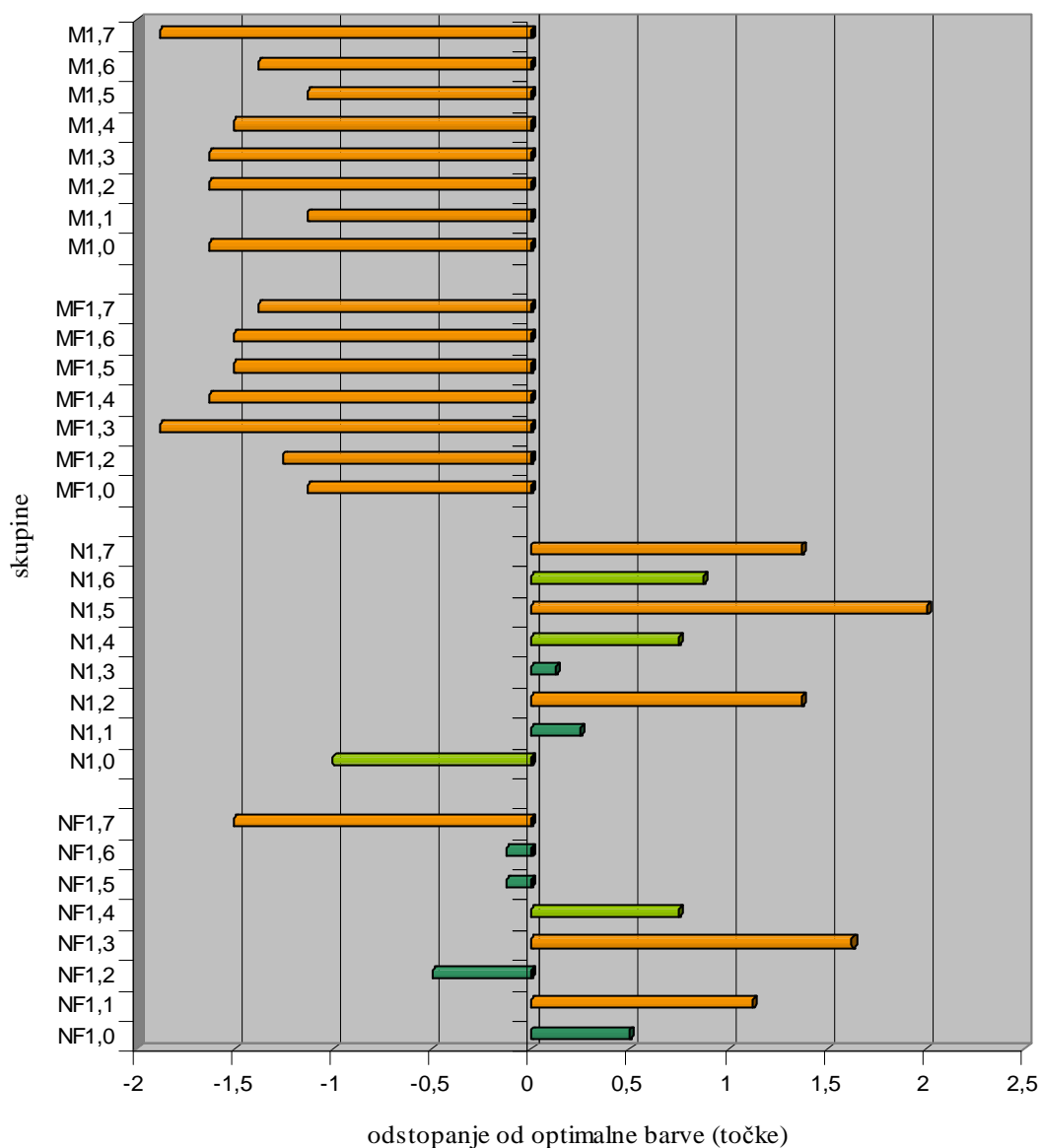
Senzorični profil barve je v zelo visoko značilni in tesni pozitivni povezavi z izmerjenimi a^* vrednostmi, ki predstavljajo rdečo barvo ter v negativni statistično visoko značilni in tesni povezavi z b^* vrednostmi, ki predstavljajo rumeno barvo. Prav tako so zelo tesne pozitivne povezave med L_{sr}^* in L_{zr}^* , a_{sr}^* in a_{zr}^* ter b_{sr}^* in b_{zr}^* , kar lahko komentiramo z dejstvom, da gre za istovrstne vzorce s časovno razliko merjenja 30 minut.

Rezultati so pokazali, da so senzorične ocene barve paštet višje, če so višje vrednosti a^* ter če so nižje vrednosti b^* . Ali drugače: senzorična ocena barve paštet je višja, če ima barva paštet več rdečega in manj rumenega odtenka.

Slika 5 prikazuje odstopanje senzoričnih ocen od optimalne barve (4 točke) jetrnih paštet glede na različne vrste in dodatke soli ter dodatek fosfatov. Iz slike je razvidno, da so paštete z morsko soljo, z/brez dodatka fosfatov ocenjena precej nižje od optimalne barve (ocena pod 3 točke), po čemer lahko sklepamo, da so zelo svetle, sivkaste barve. V nasprotju pa so paštete z nitritno soljo brez fosfatov temnejše, bolj rdeče barve, z izjemo 1,0 % dodatka soli. Podobno smo ugotovili pri merjenju barve s kromometrom Minolto, kjer smo ugotovili, da so paštete z morsko soljo svetlejše in imajo manj rdečkastega odtenka od paštet z nitritno soljo, prav tako so paštete z morsko soljo in fosfati bolj rumene od ostalih skupin.

Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti barve jetrnih paštet med 3,5 in 4,5 točke, potem je nitritna sol primernejša za uporabo v proizvodnji paštet od morske soli. V okviru sprejemljivosti sta pašteti z dodatkom 1,1 % in 1,3 % nitritne soli. Ostale jetrne paštete z nitritno soljo so pretemne, z izjemo dodatka 1,0 % soli, kjer je barva paštete presvetla. Pri paštetah z nitritno soljo in fosfati je barva mnogo bolj variabilna, saj se ocene bolj gibljejo okrog optimalne barve. Dodatek 1,7 % nitritne soli s fosfati daje pašteti zelo svetlo barvo, medtem ko dodatki 1,1 %, 1,3 % in 1,4 % soli dajejo pretemno barvo paštet, v okviru optimalne barve pa so vzorci 1,0 %, 1,2 %, 1,5 % in 1,6 % soli. Iz tega lahko zaključimo, da je najbolj primerna nitritna sol z dodatkom 1,1 % ali 1,3 % soli, saj poleg zmanjšanja dodatka soli dosežemo tudi optimalno barvo. Prav tako je primerna uporaba nitritne (dodatek 1,0 % in 1,2 %) soli in fosfatov, pri čemer z upoštevanjem zmanjševanja soli v izdelkih izločimo izdelke s previsoko slanostjo (1,5 % in 1,6 % soli).

Žlender in sod. (2009) trdijo, da fosfati pospešujejo razvoj barve in arome mesa. Kot je razvidno iz rezultatov, te trditve za pašteto ne moremo potrditi, saj je iz slike 4 razvidno, da dodatek fosfatov na splošno ne vpliva na senzorično ocenjeno barvo paštet.



Slika 5: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne barve jetrnih pašet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli

Legenda: oranžna – vzorci presvetli (ocena pod 3 točke) ali pretemni (ocena nad 5 točk); svetlozelena – vzorci presvetli ali pretemni (ocena za 1 točko slabša ali boljša od optimalne); temnozeleno – vzorci presvetli ali pretemni (ocena za 0,5 točke slabša ali boljša od optimalne)

Tudi pri **slanosti** smo ugotovili, da je med posameznimi vzorci prišlo do velikih razlik med ocenami (najmanjša 2,5; največja 6,5). Na slanost jetrnih pašet vplivata tako skupina kot dodatek soli. Z zmanjševanjem dodatka soli se zmanjša senzorična ocena slanosti. Crehan in sod. (2000) so na primeru klobas prav tako ugotovili, da se z zniževanjem dodatka soli zmanjšuje slanost.

Slika 6 prikazuje odstopanje senzoričnih ocen od optimalne slanosti (4 točke) glede na vrsto in dodatek soli ter dodatek fosfatov, iz katere je razvidno, da zmanjšanje dodatka soli na 1,2 % že povzroči zaznano zmanjšanje slanosti pašet z morsko soljo (brez/z dodanimi fosfati), pri pašetah z nitritno soljo (brez/z dodanimi fosfati), pa je zaznati zmanjšanje slanosti pri 1,1 % dodane soli.

Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti slanosti jetrnih pašet med 3,5 in 4,0 točke, potem lahko za skupino z morsko soljo brez fosfatov rečemo, da so pašete sprejemljive od 1,0 % do 1,2 % dodatka soli, za skupini z nitritno soljo (brez in z dodanimi fosfati) pa velja, da so pašete sprejemljive od 1,0 % do 1,3 % dodatka soli, z izjemo dodatka 1,2 % nitritne soli, pri čemer moramo upoštevati, da se pri dodatku 1,0 % nitritne soli že občutneje zmanjša slanost (odstopanje do 1 točke). V primeru, da želimo čimbolj korenito zmanjšati slanost pašet, pride v poštev tudi zmanjšanje slanosti od optimalne za 1 točko, pri čemer torej lahko upoštevamo zmanjšanje dodatka nitritne soli na 1,0 % soli kot ustrezno.

Za morsko sol s fosfati se je glede zmanjšanja vsebnosti soli in ohranitve optimalne slanosti najboljše izkazal 1,2 % dodatek soli. Ker podatka za 1,1 % soli nimamo, ne moremo vedeti, kako bi ta dodatek vplival na slanost, je pa iz slike 5 razvidno, da z zmanjšanjem dodatka soli na 1,0 % prekomerno vplivamo na zaznavo slanosti pašet, kar se kaže v znižanju ocene pod 3 točke. Pri nitritni soli s fosfati je najmanj odstopanj od optimalne slanosti, pri 1,1 % soli pa se že zazna zmanjšanje slanosti izdelka.

Za zmanjševanje soli v pašetah je glede slanosti bolj primerna uporaba nitritne soli, saj so ocenjevalci pri pašetah z nitritno soljo zaznali manjšo slanost kot pri pašetah z morsko soljo, z izjemo 1,2 % in 1,5 % dodatka soli.

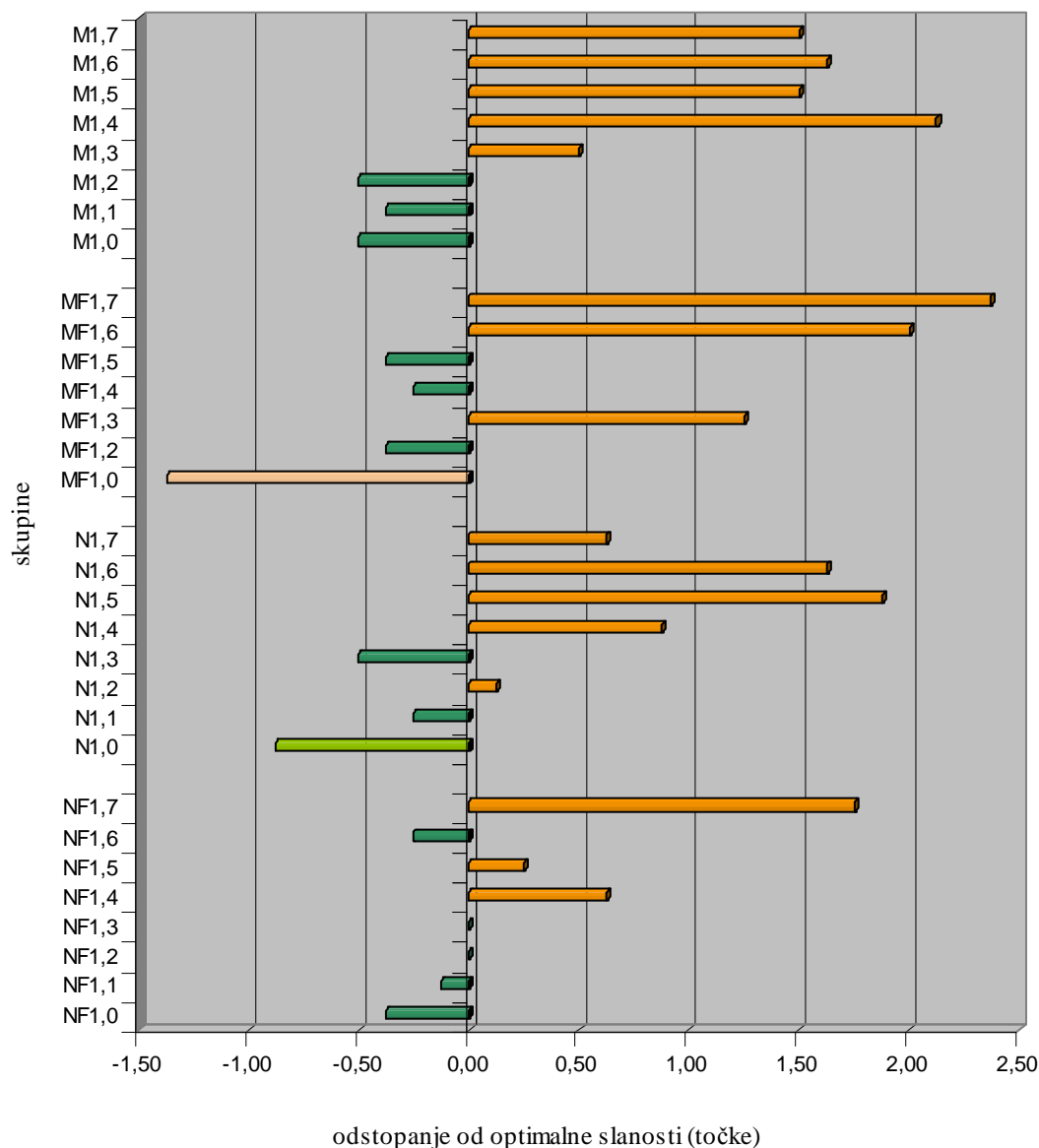
Ruusunen in sod. (2005) so na osnovi pleskavic ugotovili, da fosfati nimajo vpliva na zaznano slanost. Mi pa smo ugotovili, da dodatek fosfatov zmanjšuje slanost jetrnih pašet, kar je razvidno iz slike 4. Tako pri morski kot nitritni soli so ocenjevalci zaznali jetrne pašete, pri katerih ni bilo dodanih fosfatov, kot bolj slane, v primerjavi s pašetami, katerim so bili fosfati dodani.

Slanost pašet je v pozitivni korelaciji z **vsebnostjo Na^+ in NaCl** , saj se s povečevanjem vsebnosti Na^+ in NaCl , povečuje tudi zaznana slanost pašet. Vsebnost Na^+ je v skupinah z dodanimi fosfati večja, kot v skupinah brez dodanih fosfatov, kar smo pričakovali, saj so fosfati natrijeve soli fosforne kisline.

S korelacijsko analizo smo med seboj primerjali metodi za določanje natrijevega klorida v pašetah, po Volhardu in z ionoselektivno elektrodo. Dokazali smo pozitivno, statistično zelo visoko značilno in tesno povezavo med metodama. S tem smo ugotovili, da lahko metodo določanja vsebnosti NaCl po Volhardu zamenjamo z ionoselektivno metodo in dobimo primerljive rezultate.

S primerjanjem rezultatov metode določanja vsebnosti natrijevega klorida po Volhardu in ionoselektivno metodo smo ugotovili, da metoda z ionoselektivno elektrodo daje pri

skupinah brez fosfatov manjše vrednosti vsebnosti soli kot metoda po Volhardu, medtem, ko pri skupinah s fosfati daje nekoliko večje vrednosti soli kot metoda po Volhardu. Z metodama je bila kljub temu določena podobna vsebnost NaCl v paštetah ($p = 0,0509$), pri čemer je bilo z metodo po Volhardu določeno za 0,03 % manj NaCl kot z ionoselektivno elektrodo, vendar je razlika statistično neznačilna.



Slika 6: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne slanosti jetrnih paštet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli

Legenda: oranžna – vzorci preslani (ocena nad 4 točke); svetlo oranžna – vzorci premalo slani (ocena pod 3 točke); svetlozelena – vzorci premalo slani (ocena za 1 točko slabša od optimalne); temnozeleno – vzorci premalo slani (ocena za 0,5 točke slabša od optimalne)

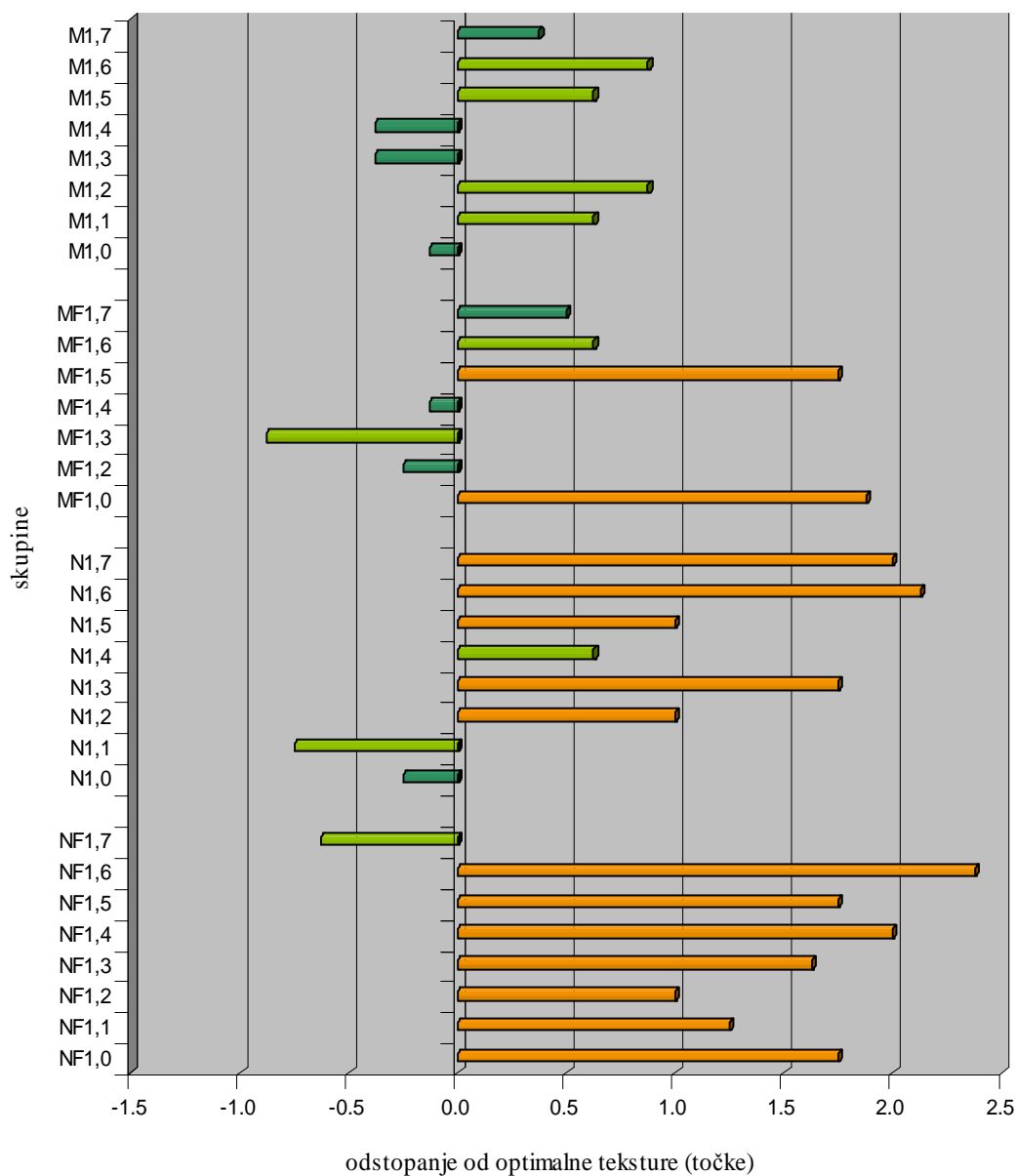
Iz slike 7, ki prikazuje odstopanje senzoričnih ocen od optimalne **teksture** (4 točke) jetrnih paštet glede na različne vrste in dodatke soli ter dodatek fosfatov, lahko razberemo, da

imajo paštete z dodatkom fosfatov bolj čvrsto teksturo kot pašet brez fosfatov. Najbolj čvrsto teksturo imajo paštete z nitritno soljo in fosfati.

Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti teksture pašet med 3,5 in 4,5 točke, potem je morska sol dol primerna kot nitritna. Ob zmanjšanju dodatka soli dosežemo optimalno teksturo pri 1,0 % dodatka morske soli in 1,2 % dodatka morske soli s fosfati. Pri pašetah z nitritno soljo je primeren samo dodatek 1,0 % soli, saj je ocena teksture v okviru intervala sprejemljivosti. Pri dodatkih 1,3 % morske soli s fosfati, 1,1 % nitritne soli in 1,7 % nitritne soli s fosfati se zmanjša čvrstost pašet do ocene 3 točk. Če interval sprejemljivosti teksture pašet znižamo na 3,0 točke, potem lahko rečemo, da so ti dodatki glede teksture ustrezni. Na splošno pa lahko za paštete z nitritno soljo in dodanimi fosfati rečemo, da so prečvrste za okoli 1 točke in več, ter zato niso sprejemljive.

Poleg določanja teksture s senzoričnim ocenjevanjem, lahko podobne rezultate razberemo tudi z instrumentalnim merjenjem teksture, kjer prav tako prihaja do visokih koeficientov variabilnosti. Iz preglednice 13 je namreč razvidno, da imajo paštete z nitritno soljo in fosfati najvišje vrednosti, kar pomeni, da so trše in imajo bolj čvrsto teksturo kot ostale skupine pašet. V kolikor se zmanjša dodatek soli in se ne dodajo fosfati, se značilno zmanjša eksperimentalno izmerjena čvrstost pašet, senzorično pa zmanjšanje dodane soli (iz 1,7 na 1,0 %) pomeni zmanjšanje ocene teksture za 0,1 oz. 0,2 točke pod optimalno oceno.

Ruusunen in sod. (2005) so ugotovili, da fosfati povečujejo vpliv soli na čvrstost pleskavic. Ob nespremenjeni količini maščobe so z dodatkom fosfatov dosegli enako čvrstost pleskavic kljub zmanjševanju količine soli. Za paštete lahko z določenimi izjemami rečemo, da imajo ob dodatku fosfatov bolj čvrsto teksturo, saj so bile na senzoričnem ocenjevanju ocenjene z večjim številom točk. Prav tako smo večjo čvrstost pašet s fosfati zaznali z instrumentalnim merjenjem teksture. Vendar pa moramo opozoriti, da prevelika čvrstost pri pašetah ni zaželena, saj mora biti izdelek mazav. Žlender in sod. (2009) poudarjajo, da večje količine fosfatov v mesnih izdelkih lahko povzročijo poslabšanje teksture (prečvrst in gumijav izdelek).



Slika 7: Prikaz odstopanja senzoričnih ocen od optimalne teksture jetrnih paštet glede na eksperimentalno skupino in dodatek soli

Legenda: oranžna – vzorci prečvrsti (ocena nad 5 točk); svetlozelena – vzorci premeški ali prečvrsti (ocena za 1 točko manjša ali večja od optimalne); temnozeleno – vzorci premeški ali prečvrsti (ocena za 0,5 točke manjša ali večja od optimalne)

V jetrnih paštetah smo preverjali **stabilnost emulzije**. Ugotovili smo, da prihaja do visokih koeficientov variabilnosti, kar gre pripisati različni stabilnosti emulzije paštet. Izločanje maščobe je pri paštetah brez fosfatov značilno večje kot v skupinah z dodanim fosfatom, kar gre pripisati dejstvu, da fosfati vežejo maščobo. Največ maščobe izločajo paštete z morsko soljo brez fosfatov. V nasprotje temu, pa je zanimiva ugotovitev, da paštete z

nitritno soljo in fosfati izločajo največ vode (pri čemer ni razlik med dodatki soli), saj bi pričakovali, da se ob dodatku fosfatov voda ne bo izločala v tolikšni meri. Poleg tega se prav tako veliko vode izloča iz paštet z morsko soljo brez fosfatov.

Ugotovili smo tudi, da se v paštetah v večji meri izloča maščoba (povprečna vrednost 11,4 %) in v manjši meri voda (povprečna vrednost 10,5 %), z izjemo nitritne soli s fosfati, kjer se izloča višji odstotek vode in manjši maščobe. Ker želimo, da se iz paštet izloča čim manjša količina tako vode kot maščob, je najbolj smiselna uporaba fosfatov, saj tako pri morski kot pri nitritni soli zavirajo izločanje maščob, pri nitritni soli pa je kombinacija s fosfati neprimerna glede izločanja vode, saj se je v tej skupini izločila največja količina vode.

Na osnovi dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da sta jetrni pašteti, ki ob zmanjšanju dodatka morske/nitritne soli ter z izključitvijo fosfatov zadostita senzoričnim in tehnološkim lastnostim, pašteta z 1,1 % dodatka nitritne soli in pašteta z 1,0 % dodatka morske soli. Z dodatkom fosfatov pa pogojem zadostita pašteti z 1,2 % dodatka morske soli in 1,0 % dodatka nitritne soli.

Jetrna pašteta z 1,0 % morske soli brez fosfatov je presvetle barve, tekstura je zelo blizu optimalne, kljub zmanjšanju dodatka soli pa je še vedno dovolj slana. Aroma in skupni vtis sta glede na skupino zelo dobro ocenjena (nad 5 točk).

Jetrna pašteta z 1,2 % morske soli s fosfati je prav tako nekoliko presvetla, slanost je v okviru intervala sprejemljivosti, tekstura pa blizu optimalne. Glede na ocene slanosti in teksture je ta pašteta zelo podobna pašteti z 1,0 % morske soli, vendar pa sta aroma in skupni vtis je nekoliko slabše ocenjena. Glede na skupino se pri tej pašteti izloča najmanjša količina vode. Ker podatka za 1,1 % morske soli s fosfati nimamo, ne moremo vedeti, kako bi bila ocenjena, iz rezultatov pa lahko vidimo, da pašteta z 1,0 % morske soli s fosfati preveč odstopa od optimalne in ni primerna za proizvodnjo.

Jetrna pašteta z 1,1 % nitritne soli brez fosfatov je bila glede barve in slanosti ocenjena v okviru optimalnih ocen, tekstura pa je nekoliko premehka, vendar v okviru 1 točke odstopanja od optimalne (3 točke). Aroma in skupni vtis sta tudi pri tej pašteti dobro ocenjena (nad 5 točk). Ob segrevanju se iz paštete izloča zelo malo vode in več maščobe. Če bi znižali kriterije odstopanja od optimalnih ocen, dobimo zadovoljive rezultate tudi pri jetrni pašteti z 1,0 % nitritne soli brez dodatka fosfatov. Barva je kljub dodatku nitrita nekoliko presvetla, vendar v okviru sprejemljivosti. Enako velja za slanost. Tekstura z zmanjšanjem dodatka soli ni prizadeta, skupni vtis in aroma pa sta nekoliko slabša.

Jetrna pašteta z 1,0 % nitritne soli s fosfati je nekoliko temnejše barve in kljub majhni koncentraciji soli še vedno dovolj slana. Negativna lastnost te paštete je, poleg izločanja velike količine vode, zelo trda in nemazava tekstura. Vendar moramo poudariti, da so vse paštete z nitritno soljo in fosfati zelo čvrste (nad 5 točk).

Glede barve jetrnih paštet, je boljša uporaba nitritne soli, saj imajo paštete bolj rdečkasto barvo, medtem ko imajo paštete z morsko soljo presvetlo barvo. Prav tako je smiselna uporaba nitritne soli zaradi boljše arome in skupnega vtisa. Paštete z dodatkom fosfatov so

manj slane, izločajo manj maščob in vode ter so bolj čvrste od tistih brez fosfatov, vendar prečvrsta tekstura pri paštetah ni najbolj zaželena.

5.2 SKLEPI

Na podlagi dobljenih rezultatov lahko oblikujemo naslednje sklepe:

- vrsta soli (nitritna ali morska) ter dodatek soli značilno vplivata na kemijske, senzorične in instrumentalne parametre kakovosti jetrne paštete

BARVA

- paštete z **nitritno** soljo so temnejše (manjša vrednost L^*), bolj rdeče (večja vrednost a^*) in manj rumene (manjša vrednost b^*) od paštet z **morsko** soljo pri enakem dodatku soli
- tudi senzorično je bila barva paštet z nitritno soljo ocenjena kot bistveno temnejša v primerjavi s paštetami z morsko soljo, ne glede na dodano količino soli; barva paštet z nitritno soljo in brez fosfatov pa je bila prav tako ocenjena kot nekoliko temnejša od optimalne rožnate barve
- na splošno **zmanjševanje dodatka** soli ne vpliva na spremembo parametrov barve paštet; nanje vpliva heterogenost paštet z nitritno soljo (izločanje želeja) in sprememba barve po odprtju embalaže paštet z morsko soljo
- na splošno so **z zmanjševanjem dodatka** nismo potrdili ne povečanja, kot tudi ne zmanjšanja instrumentalnih vrednosti barve
- zmanjšanje dodatka soli ne vpliva pomembneje na senzorično ocenjeno barvo paštet z morsko soljo, pač pa na barvo paštet z nitritno soljo, v primeru dodanih fosfatov pa so ocene različne
- **dodatek fosfatov** na splošno ne vpliva na senzorično ocenjeno barvo paštet
- barva na površini paštet po 30 minutnem izpostavljanju zraku v povprečju postane svetlejša ($\Delta L^* = 0,24$), manj rdeča ($\Delta a^* = 1,05$) in bolj rumena ($\Delta b^* = 0,36$)
- če je interval sprejemljivosti barve jetrnih paštet med 3,5 in 4,5 točke, potem je nitritna sol primernejša od morske

SLANOST in AROMA

- paštete z nitritno soljo imajo v povprečju najbolj izraženo aromo
- aroma jetrnih paštet s fosfati je manj izražena od tistih brez fosfatov
- z zmanjševanjem dodatka soli se zmanjša senzorična ocena slanosti
- če je interval sprejemljivosti slanosti jetrnih paštet med 3,5 in 4 točke, potem je primeren dodatek: 1,0 % morske soli, 1,2 % morske soli s fosfati, 1,1 % nitritne soli in 1,0 % nitritne soli s fosfati

TEKSTURA

- paštete z nitritno soljo so na splošno bolj čvrste kot paštete z morsko soljo, prav tako imajo paštete z dodatkom fosfatov bolj čvrsto teksturo od paštet brez fosfatov; najbolj čvrsto teksturo imajo paštete z nitritno soljo in fosfati
- če se zmanjša dodatek soli in se ne dodajo fosfati, se značilno zmanjša instrumentalno izmerjena čvrstost paštet, senzorično pa zmanjšanje dodane soli (iz 1,7 na 1,0 %) pomeni zmanjšanje ocene teksture za 0,1 oz. 0,2 točke pod optimalno oceno

- če je interval sprejemljivosti teksture jetrnih paštete med 3,5 in 4,5 točke, potem je morska sol bolj primerna kot nitritna; optimalno teksturo dosežemo pri dodatku 1,0 % nitritne soli, 1,0 % morske soli in 1,2 % morske soli s fosfati

STABILNOST

- paštetne emulzije (paštete) so ob segrevanju v povprečju izločile 11,4 % maščob in 10,5 % vode
- **izločanje maščob** je značilno večje pri paštetah, katerim fosfat ni bil dodan, ne glede na dodano vrsto soli, največ maščob izločajo paštete z morsko soljo (brez fosfatov)
- **izločanje vode** je največje pri paštetah z nitritno soljo in fosfati, pri čemer ni razlik med dodatki soli

NATRIJ in NaCl

- vsebnost Na^+ je v skupinah z dodanimi fosfati pri enakem dodatku soli večja kot v skupinah brez dodatka fosfatov
- če zmanjšamo dodatek soli, se zmanjša vsebnost Na^+ in NaCl v jetrnih paštetah
- z določanjem NaCl v paštetah z metodo po Volhardu in ionoselektivno metodo dobimo primerljive rezultate

PRIPOROČILO

- pri paštetah z morsko soljo lahko dodatek soli zmanjšamo na 1,0 % brez vpliva na poslabšanje senzoričnih in tehnoloških lastnosti
- pri paštetah s fosfati se lahko odstotek soli zmanjša na 1,2 % dodane morske soli oziroma 1,0 % dodane nitritne soli, s tveganjem za poslabšanje senzoričnih lastnosti paštete
- paštetam z nitritno soljo brez fosfatov se lahko brez vpliva na poslabšanje senzoričnih lastnosti zmanjša dodatek soli na 1,1 %; zmanjšanje na 1,0 % dodatka soli pa ima negativen vpliv na senzorične lastnosti paštete

6 POVZETEK

V zadnjem času se zaradi mnogih negativnih učinkov na zdravje med potrošniki pojavlja vedno večja težnja po zdravi in varovalni prehrani z manj soli in natrija. Vendar pri večini prebivalstva še vedno veljajo predsodki, da je hrana z manj soli neokusna, zato se za tovrstno prehrano ne odločajo. Zato so v več državah uvedli načrte postopnega zmanjševanja soli v prehrani, ki temeljijo na sodelovanju državnih organov, živilske industrije in potrošniških skupin, s katerimi bi lahko dosegli končni cilj zmanjšanja soli v prehrani, vendar samo s polnim razumevanjem tehnoloških težav, povezanih z zmanjšanjem soli.

V ta namen smo naredili jetrne paštete z različnimi koncentracijami (od 1,7 % do 1,0 %) in vrstami soli (morska in nitritna) ter dodatkom fosfatov.

Na jetrnih paštetah smo naredili kemijske analize vsebnosti Na^+ in NaCl po Volhardu in z ionoselektivno metodo ter jim določili stabilnost emulzije, izmerili barvo s kromometrom Minolta in teksturo z napravo Texture Analyser. V osnovnem vzorcu z 1,4 % nitritne soli smo opravili kemijske analize določanja beljakovin po Kjeldahlu, maščob Weibullu in Stoldt, holesterola, koencima Q_{10} , skupnih mineralnih snovi in vode s sušenjem. Senzorično analizo je izvedel štiričlanski panel, pri čemer so testirali naslednje lastnosti: barvo, teksturo, aromo, slanost in skupni vtis. Rezultate poskusa smo statistično obdelali.

Predpostavili smo, da sta intenzivnost in stabilnost barve paštet odvisni od dodane soli (boljši v primeru nitritne kot morske soli), koncentracije soli (boljši pri večjih koncentracijah), dodatek fosfatov pa vpliva predvsem na teksturo (slabša mazavost) jetrnih paštet. Predvidevali smo, da so paštete z manj soli in brez dodanih fosfatov manj stabilne ter izločajo več vode in maščobe. Predvidevali smo, da se posledično poslabša tudi senzorična kakovost, predvsem slanost, aroma in tekstura.

Potrdili smo, da je barva jetrnih paštet z nitritno soljo temnejša in bolj rdeča od paštet z morsko soljo. Na splošno zmanjševanje dodatka soli ne vpliva na spremembo parametrov barve paštet. Razlike med vrednostmi parametrov so predvsem posledica napak pri instrumentalnem merjenju barve (nehomogenost vzorcev in hitre spremembe barve po odprtju embalaže). Dodatek fosfatov in zmanjševanje dodatka soli prav tako ne vplivata pomembneje na senzorično ocenjeno barvo paštet z morsko soljo, pač pa zmanjševanje dodatka soli vpliva na barvo paštet z nitritno soljo. Če določimo, da je interval sprejemljivosti barve jetrnih paštet med 3,5 in 4,5 točke, potem je nitritna sol primernejša od morske. Ugotovili smo, da se barva na površini paštet po odprtju embalaže na zraku po določenem času spremeni. Barva na površini paštet je svetlejša, manj rdeča in bolj rumena od svežega prereza paštete.

Na teksturo paštet močno vplivajo fosfati, saj so paštete z dodatkom fosfatov bolj čvrste od paštet brez fosfatov, prav tako imajo paštete z nitritno soljo bolj čvrsto teksturo kot paštete z morsko soljo. Če se ob zmanjševanju dodatka soli ne dodajo fosfati, se zmanjša instrumentalno izmerjena čvrstost paštet. Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti teksture jetrnih paštet med 3,5 in 4,5 točke, potem je morska sol bolj primerna za izdelavo paštet kot nitritna, saj prečvrsta tekstura ni zaželjena. Najbolj primerni za uporabo so

dodatki 1,0 % nitritne soli, 1,0 % morske soli in 1,2 % morske soli s fosfati z ocenami teksture v okviru optimalnih ocen.

Slanost se z zmanjševanjem dodatka soli zmanjšuje, aroma jetrnih paštet s fosfati pa je manj izražena od tistih brez fosfatov. Če je interval sprejemljivosti slanosti jetrnih paštet med 3,5 in 4 točke, potem so primerni dodatki: 1,0 % morske soli, 1,2 % morske soli s fosfati, 1,1 % nitritne soli in 1,0 % nitritne soli s fosfati.

Paštete so ob segrevanju v povprečju izločile 11,4 % maščob in 10,5 % vode, pri čemer paštete z dodanimi fosfati izločajo manj maščobe, kot paštete brez fosfatov. Največ maščob se izloča iz paštet z morsko soljo (brez fosfatov), največ vode pa izločajo paštete z nitritno soljo in fosfati, pri čemer ni razlik med dodatki soli.

Ugotovili smo, da se z zmanjševanjem dodatka soli zmanjša vsebnost Na^+ in NaCl v jetrnih paštetah, pri enakem dodatku soli pa je vsebnost natrija v skupinah z dodanimi fosfati večja kot pri skupinah brez dodatka fosfatov. Ugotovili smo, da je za določanje NaCl v pašteti primerna uporaba tako metode po Volhardu kot tudi ionoselektivne metode, saj so rezultati primerljivi.

Na osnovi dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da so paštete, ki ob zmanjšanju dodatka nitritne oz. morske soli zadostijo senzoričnim in tehnološkim lastnostim, jetrne paštete z dodatkom 1,1 % nitritne soli, 1,0 % nitritne soli s fosfati, 1,0 % morske soli in 1,2 % morske soli s fosfati. Vendar moramo glede na dobljene rezultate opozoriti, da se ob zmanjševanju dodatka soli lahko pojavijo večja odstopanja od optimalnih ocen, kot naprimer: zmanjšanje slanosti, mehkejša tekstura, presvetla barva ter povečano izločanje maščobe in vode.

7 VIRI

- Accetto R. 2000. Dejavniki tveganja za srčno-žilne bolezni. Živiljenjski slog. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni-zdravi in dietni prehrani, Portorož, 10. in 11. feb. 2000. Žlender. B., Gašperlin, L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 23-30
- Antonios T.F.T, MacGregor G.A. 1997. Scientific basis for reducing the salt (sodium) content in food products. V: Advances in meat research. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 84-100
- AOAC 920.153. Ash of meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol.2. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol.2. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- AOAC 950.46. Moisture in meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol.2. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 1-2
- AOAC 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. Vol.2. 16th ed. Cunnif P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 3-4
- Beltram B. 2003. Uporaba soli in razsola v mesnih proizvodih. Meso in mesnine, 4, 4: 33-35
- Bertino M., Beauchamp G.K., Engelman K. 1982. Long-term reduction in dietary sodium alters the taste of salt. American Journal of Clinical Nutrition, 36: 1134-1144
- Bučar F., Dorđević V., Žlender, B. 1989. Tehnologija mesa. Izbrana poglavja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: loč. pag.
- Clark J.E. 1998. Taste and flavour: Their importance in food choice and acceptance. Proceedings of the Nutrition Society, 57, 4: 639-643
- Collins J.E. 1997. Reducing salt (sodium) levels in precessed meat, poultry and fish products. V: Advances in meat research. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 282-297
- 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*. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 233-255
- Doolaeghe E.H.A., Vossen E., Raes K., De Meulenaer B., Verhe R., Paelinck H., De Smet S. 2012. Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations in reduced nitrite liver pates. *Meat Science*, 90: 925-931
- FSAI. 2005. Salt and health: Review of the scientific evidence and recommendations for the public policy in Ireland, Dublin, Food Safety Authority of Ireland: 32 str. http://www.fsai.ie/uploadedFiles/Science_and_Health/salt_report-1.pdf (19. apr. 2012)
- Gašperlin L., Rajar A. 2008. Tehnologija mesnin: zbirka vaj za predmet tehnologija mesnin. 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 102 str.
- Gašperlin L., Polak T. 2010. Tehnologije mesa in mesnin I: drugi učbenik za študente univerzitetnega študija Živilstvo in prehrana pri vajah predmeta Tehnologije mesa in mesnin I. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 67 str.
- Gilbert P.A., Heiser G. 2005. Salt and health: the CASH and BPA perspective. *News and views: costumer perspective*. *Nutrition Bulletin*, 30: 62-69
- Glavič K. 2002. Tehnologija izdelave paštet. *Meso in mesnine*, 3, 2:11-14
- 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*. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 18-54
- Hlastan Ribič C., Poličnik R., Vertnik L., Fajdiga Turk V., Maučec Zakotnik J., Kerstin Petrič V. 2010. Nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010-2020. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 45 str.
- Kilcast D., den Ridder C. 2007. Sensory issues in reducing salt in food products. V: *Reducing salt in foods: Practical strategies*. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 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: *Advances in meat research*. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 282-297

- Lušnic M. 2008. Razvoj analitske metode za določanje koencima Q₁₀ v maščobno bogatih tkivih piščancev. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 89 str.
- Man C.M.D. 2007. Technological functions of salt in food products. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 157-173
- Marušić N., Janči T. 2011. Paštete. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu, 13, 3: 128-130
- Monahan F.J., Troy D.J. 1997. Overcoming sensory problems in low fat and low salt products. V: Advances in meat research. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 257-281
- Nahtigal B. 1995. Dodani fosfati in obstojnost živilskih izdelkov. V: Podaljšanje obstojnosti živil. 17. Bitenčevi živilski dnevi '95, Ljubljana, 8.-10. junij 1995. Klofutar C., Hribar J., Žlender B., Plestenjak A., Pokorn J., Rudan Tasič D., Wondra M. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 187-196
- Naeemi E.D., Ahmad N., al-Sharrah T.K., Behbahani M. 1995. Rapid and simple method for determination of cholesterol in processed food. Journal of AOAC International, 78, 6: 1522-1525
- Pravilnik o aditivih za živila. 2010. Uradni list Republike Slovenije, 20, 100: 15516-15612
- Pravilnik o kakovosti mesnih izdelkov. 2012. Uradni list Republike Slovenije, 22, 59: 6097-6105
- Pravilnik o kakovosti soli. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 70: 10827-10828
- Price J.F. 1997. Low fat/salt cured meat products. V: Advances in meat research. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 242-256
- Puolanne E., Saarela E., Ruusunen M. 1988. The effect of NaCl-KCl-MgSO₄-mixture (Pan®) on the quality of cooked sausage. V: Proceedings of the 29th International Congress of Meat Science and Technology. 29. avg.-2. sept. Brisbane, ICOMST: 302-304
- 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. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 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. nov. 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 135-143

- Rajar A. 2000. Zmanjševanje 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. feb. 2000. Žlender, B., Gašperlin, L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 103-113
- Rajar A. 2001. Manj kuhinjske soli v predelavi mesa. Meso in mesnine, 2, 3: 67-72
- Rajar A. 2002. Senzorične lastnosti paštet. Meso in mesnine, 3, 2: 36-38
- Renčelj S. 2009. Suhe mesnine na Slovenskem. 1. ponatis. Ljubljana, Kmečki glas: 253 str.
- Ruusunen M., Puolanne E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. Meat Science, 70, 3: 531-541
- Ruusunen M., Vainionpää J., Lyly M., Lähteenmäki L., Niemistö M., Ahvenainen R., Puolanne E. 2005. Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. Meat Science, 69: 53-60
- SAS Software. 1999. Version 8.01. Cary, SAS Institute Inc.: Software
- Schnack K.T. 2007. Funkcija i primjena hidrokoloida u mesnoj industriji. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu, 9, 2: 70-73
- Southgate D.A.T. 1997. Demand for healthful meat, poultry and fish products. V: Advances in meat research. Vol.11. Production and processing of healthy meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Chapman & Hall: 1-3
- Terrell R.N. 1983. Reducing the sodium content of processed meats. Food Technology, 37, 7: 66-71
- Tilston C., Neale R., Gregson K., Bourne S. 1993. Salt: A challenge to food manufacturers. Horton Publishing Ltd: 37 str.
- Walsh C. 2007. Consumer responses to low-salt food products. V: Reducing salt in foods. Practical strategies. Kilcast D., Angus F. (eds.). Cambridge, Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC: 124-133
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of joint WHO/FAO Expert Consultation. WHO Technical Report Series, No. 916. Geneva, World Health Organization: 149 str.
http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_916_ara.pdf (17.okt. 2011)
- Žlender B. 1997. Sestava in prehranska vrednost mesa in mesnih izdelkov. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete, Radenci, 20. in 21. nov. 1997. Žlender, B., Gašperlin, L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95-105
- 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. nov., 2009. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 157-170

Žlender B. 2009. Smanjenje koncentracije soli u mesnim proizvodima. Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu, 11, 3: 189-195

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici prof. dr. Lei Demšar za strokovno pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Prav tako se zahvaljujem recenzentki doc. dr. Nataši Šegatin za natančen in strokoven pregled diplomske naloge.

Posebna zahvala gre somentorju dr. Tomažu Polaku za strokovno pomoč pri laboratorijskem delu.

Za pregled diplomske naloge se zahvaljujem univ. dipl. inž. Lini Burkan Makivić, za pomoč pri iskanju literature pa univ. dipl. bibl. Barbari Slemenik.

Hvala tudi sošolkam, predvsem Mojci, Amadeji in Mateji, zaradi katerih je bilo delo v laboratoriju še bolj zanimivo.

Iskreno se zahvaljujem mojima staršema za finančno in moralno podporo vsa leta šolanja. Hvala tudi bratu za vse koristne nasvete.

Nenazadnje hvala Boštjanu za vso podporo in razumevanje.

Hvala vsem, ki so kakorkoli prispevali k uspešnemu zaključku študija.