

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Anja PEROVIĆ

**SENZORIČNA KAKOVOST IN STABILNOST  
PARADIŽNIKOVIH OMAK Z ZMANJŠANO  
VSEBNOSTJO KUHINJSKE SOLI IN RAZLIČNIMI  
ZGOŠČEVALI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Anja PEROVIĆ

**SENZORIČNA KAKOVOST IN STABILNOST PARADIŽNIKOVIH  
OMAK Z ZMANJŠANO VSEBNOSTJO KUHINJSKE SOLI IN  
RAZLIČNIMI ZGOŠČEVALI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**SENSORY QUALITY AND STABILITY OF TOMATO SAUCES  
WITH REDUCED CONTENT OF TABLE SALT AND VARIOUS  
THICKENERS**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Tehnološki del, senzorično ocenjevanje, fizikalno-kemijske ter reološke analize so bili opravljeni na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela imenovana prof. dr. Lea Gašperlin, somentorja dr. Tomaž Polak in za recenzenta doc. dr. Tomaž Požrl.

Mentorica: prof. dr. Lea Gašperlin

Somentor: dr. Tomaž Polak

Recenzent: doc. dr. Tomaž Požrl

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Anja PEROVIĆ

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD** Dn
- DK** UDK 641.8:664.22/.25+664.41:543.92(043)=163.6
- KG** Omake / paradižnikove omake / kuhinjska sol / zmanjševanje soli / zgoščevanje omak / koruzni škrob / pšenična moka / brezglutenska moka / senzorične lastnosti / reološke lastnosti / viskoznost / tekstura / pH
- AV** PEROVIĆ, Anja
- SA** GAŠPERLIN, Lea (mentorica) / POLAK, Tomaž (somentor) / POŽRL, Tomaž (recenzent)
- KZ** SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA** Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI** 2012
- IN** SENZORIČNA KAKOVOST IN STABILNOST PARADIŽNIKOVIH OMAK Z ZMANJŠANO VSEBNOSTJO KUHINJSKE SOLI IN RAZLIČNIMI ZGOŠČEVALI
- TD** Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP** X, 53 str., 16 pregl., 17 sl., 74 vir.
- IJ** Sl
- JI** sl/en
- AI** V diplomski nalogi smo proučevali vpliv zmanjšanja soli (šest različnih vsebnosti kuhinjske soli) in različnih zgoščeval (pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka) na senzorične lastnosti (konsistenco, stabilnost, homogenost in občutek v ustih ter vonj, okus in slanost), instrumentalno merjene parametre teksture (povratna ekstruzija) in fizikalno-kemijske parametre (vsebnost soli in vrednost pH) paradižnikovih omak, pripravljenih v štirih ponovitvah. Vrsta gostila je vplivala značilno na vse parametre povratne ekstruzije in senzorično ocenjene lastnosti teksture, ne pa na vonj in aromo ter slanost; koruzni škrob je manj primeren zaradi prečvrste konsistence. Premajhno slanost so ocenjevalci opazili že pri 30 % zmanjšanju dodatka soli pri omaki iz brezglutenske moke, pri koruznem škrobu in pšenični moki pa pri 10 % zmanjšanju. Med slanostjo in vsebnostjo NaCl obstaja pozitivna, zelo tesna in statistično značilna povezava ( $0,73 < R^2 < 0,85$ ,  $p < 0,0001$ ); zmanjšanje slanosti paradižnikovih omak iz pšenične moke za 1 točko pomeni 0,59 % manj NaCl, za omake iz brezglutenske moke in koruznega škroba pa 0,53 % manj NaCl. Ob predpostavki meje sprejemljivosti za slanost 3,5 točke, je potrebno omaki iz pšenične omake zmanjšati dodatek soli za 50 %, pri koruznem škrobu in brezglutenski moki pa med 30 % in 50 %. Zmanjšanje soli za več kot 50 % ni primerno, ker se večina ostalih senzoričnih parametrov poslabša pod predvideno mejo sprejemljivosti 5,0 točk.

## KEY WORD DOKUMENTATION

- DN** Dn
- DC** UDC 641.8:664.22/.25+664.41:543.92(043)=163.6
- DX** Sauces / tomato sauces / table salt / salt reduction / sauce thickeners / corn starch / wheat flour / gluten-free flour / sensory properties / rheological properties / viscosity / texture / pH
- AU** PEROVIĆ, Anja
- AA** GAŠPERLIN, Lea (supervisor)/ POLAK, Tomaž (co-advisor)/POŽRL, Tomaž (reviewer)
- PP** SI – Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB** University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY** 2012
- TI** SENSORY QUALITY AND STABILITY OF TOMATO SAUCES WITH REDUCED CONTENT OF TABLE SALT AND VARIOUS THICKENERS
- DT** Graduation Thesis (University studies)
- NO** X, 53 p., 16 tab., 17 fig., 74 ref.
- LA** Sl
- AL** sl/en
- AB** In this study the effects of reducing salt (there are six different quantities of salt) and various thickeners (wheat flour, corn starch and gluten-free flour) on the sensory properties (consistency, stability, homogeneity and feel in the mouth, and the smell, flavour and saltiness), instrumentally measured texture parameters (reverse extrusion) and physico-chemical parameters (content of NaCl and pH) in tomato sauce, made in four replicates, were investigated. Type of thickener significantly affects instrumental parameters (back extrusion) and sensory evaluated parameters of texture, as well as flavour and saltiness; corn starch is less suitable due to firmer consistency. Lack of saltiness, the evaluators detected at 30 % salt reduction in a gluten-free flour sauce, but in corn starch and the wheat flour sauce at 10% salt reduction. A positive, tight and statistically significant correlation between the content of NaCl and saltiness exists (thickeners dependent:  $0.73 < R^2 < 0.85$ ,  $p < 0.0001$ ), saltiness reduction of tomato sauce with wheat flour for 1 point means 0.59 % less NaCl, in sauces from a gluten-free flour and corn starch that means 0.53 % less NaCl. Assuming the saltiness limit of 3.5 points, addition of salt in the sauce made with wheat flour can be reduced for 50 %, from corn starch and gluten-free flour it can be reduced for 30-50 %. Reduction of salt for more than 50 % is not appropriate, because most of other sensory parameters does not reach limit of acceptability which is 5.0 points.

## KAZALO VSEBINE

<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORD DOKUMENTATION.....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>X</b>
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE .....	1
<b>2 PREGLED OBJAV.....</b>	<b>2</b>
2.1 PREKOMERNA UPORABA SOLI V SLOVENIJI.....	2
2.1.1 Čezmeren vnos soli oziroma natrija je pomemben prehranski dejavnik tveganja za zdravje.....	3
2.1.2 Fiziološki pomen natrija .....	4
2.1.3 Tehnološki pomen soli.....	5
2.1.4 Priporočila za vnos soli .....	5
2.1.5 Zaznavanje slanega okusa .....	6
2.1.6 Načini zmanjševanja porabe soli .....	6
2.2 OMAKE.....	8
2.2.1 Vrste omak .....	8
2.2.2 Priprava omak .....	9
2.2.3 Sestava omak .....	9
2.2.3.1 Emulgatorji, stabilizatorji in zgoščevalna sredstva .....	9
2.2.3.2 Začimbe .....	10
2.2.3.3 Maščobe .....	10
2.3 ZGOŠČEVALNA SREDSTVA .....	10
2.3.1 Škrob .....	10
2.3.1.1 Zgradba in sestava škrobnih zrn .....	11
2.3.1.2 Želiranje in zgoščevanje.....	12
2.3.1.3 Uporaba škroba v živilski industriji .....	12
2.3.2 Brezglutenska moka.....	13
2.4 REOLOŠKE LASTNOSTI OMAK .....	15
2.4.1 Tekstura .....	15
2.4.1.1 Kompresijsko-ekstruzijski test .....	16
2.5 SENZORIČNA KAKOVOST .....	17
2.5.1 Splošno o senzorični kakovosti.....	17

2.5.2	Senzorična analiza .....	17
2.5.3	Metode senzoričnega ocenjevanja.....	18
2.5.4	Pomen in uporaba senzorične analize .....	20
2.5.5	Senzorične lastnosti omak .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIALI IN METODE</b> .....	<b>22</b>
3.1	MATERIAL.....	22
3.1.1	Načrt poskusa .....	22
3.1.2	Priprava vzorcev .....	23
3.2	METODE DELA .....	24
3.2.1	Senzorična analiza.....	24
3.2.2	Reološke analize omak.....	25
3.2.3	Fizikalno-kemijska analiza.....	26
3.2.3.1	Merjenje vrednosti pH.....	26
3.2.3.2	Določanje vsebnosti natrijevega klorida z metodo po Volhardu .....	26
3.2.4	Statistična analiza.....	28
<b>4</b>	<b>REZULTATI</b> .....	<b>29</b>
4.1	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE .....	29
4.2	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE .....	32
4.3	REZULTATI REOLOŠKE ANALIZE .....	33
4.4	MULTIVARIANTNA ANALIZA .....	37
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b> .....	<b>41</b>
5.1	RAZPRAVA.....	41
5.2	SKLEPI.....	45
<b>6</b>	<b>POVZETEK</b> .....	<b>46</b>
<b>7</b>	<b>VIRI</b> .....	<b>48</b>
	<b>ZAHVALA</b>	

## KAZALO PREGLEDNIC

<b>Preglednica 1:</b> Ocenjene vrednosti za najmanjše dnevne vnose natrija s hrano (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).....	6
<b>Preglednica 2:</b> Tehnični pristopi k zmanjšanju soli v prehrani (Cobcroft, 2008).....	7
<b>Preglednica 3:</b> Delitev teksturnih lastnosti živil (Skvarča, 1999).....	15
<b>Preglednica 4:</b> Receptura paradižnikove omake (% , g) in oznake eksperimentalnih skupin v našem poskusu.....	22
<b>Preglednica 5:</b> Rezultati senzorične analize paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri .....	29
<b>Preglednica 6:</b> Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na senzorične lastnosti paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah .....	30
<b>Preglednica 7:</b> Vpliv vrste gostila in dodatka soli na senzorično kakovost paradižnikovih omak (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	30
<b>Preglednica 8:</b> Rezultati meritev pH in vsebnosti NaCl (metoda po Volhardu) v paradižnikovih omakah, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi zgoščevali, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri .....	32
<b>Preglednica 9:</b> Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na vrednot pH in vsebnost NaCl (po Volhardu) v paradižnikovih omakah, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah.....	32
<b>Preglednica 10:</b> Vpliv vrste zgoščeval in zmanjšanja dodatka soli na meritve pH in vsebnosti NaCl (po Volhadu) v paradižnikovih omakah (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	33
<b>Preglednica 11:</b> Rezultati merjenja povratne ekstruzije paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri .....	34
<b>Preglednica 12:</b> Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na parametre povratne ekstruzije hladnih in toplih paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah.....	34



<b>Preglednica 13:</b> Vpliv vrste gostila in zmanjšanja dodatka soli na teksturo hladnih paradižnikovih omak (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	35
<b>Preglednica 14:</b> Vpliv vrste gostila in zmanjšanja dodatka soli na teksturo toplih paradižnikovih omak (Duncanov test, $\alpha = 0,05$ ).....	36
<b>Preglednica 15:</b> Vpliv temperature omake na instrumentalno izmerjene parametre teksture paradižnikovih omak z različnimi vrednostmi vsebovanega NaCl in tremi različnimi zgoščevali ( $n = 216$ , $t$ -test v paru).....	37
<b>Preglednica 16:</b> Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v PCA.....	38

## KAZALO SLIK

<b>Slika 1:</b> Primer tehnologije omak zgoščenih s škrobom (Recek, 2008) .....	9
<b>Slika 2:</b> Del amilozne molekule, ki prikazuje 1-4 povezavo $\alpha$ -D-glukoznih enot (Fox in Cameron, 1995: 105) .....	11
<b>Slika 3:</b> Del amilopektinske molekule (Fox in Cameron, 1995: 106) .....	11
<b>Slika 4:</b> Del krompirja, kot ga vidimo pod mikroskopom (Fox in Cameron, 1995: 104) .....	13
<b>Slika 5:</b> Kompresijsko-ekstruzijski test (Bourne, 2002: 127).....	16
<b>Slika 6:</b> Primer hedonskega testa (Lawless, 1998:122) .....	18
<b>Slika 7:</b> Primeri običajnih linearnih lestvic (Golob in sod., 2006:40) .....	19
<b>Slika 8:</b> Primeri intenzivnostnih lestvic (a-številčna, b-grafična, c-opisna) (Golob in sod., 2006: 40).....	19
<b>Slika 9:</b> Načrt poskusa .....	23
<b>Slika 10:</b> Značilna krivulja povratne ekstruzije .....	25
<b>Slika 11:</b> Določitev števila glavnih komponent na osnovi grafične predstavitev lastnih vrednosti. ....	38
<b>Slika 12:</b> Projekcija spremenljivk v ravninama, definiranimi s prvo in drugo (levo) ter tretjo in četrto glavno komponento (desno).....	39
<b>Slika 13:</b> Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA.....	40
<b>Slika 14:</b> Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih omak, narejenih z različnimi zgoščevali in različnim dodatkom soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA). ....	40
<b>Slika 15:</b> Prikaz senzoričnih ocen odstopanja od optimalne konsistence paradižnikovih omak glede na različne skupine zgoščeval in zmanjšanje dodatka soli .....	41
<b>Slika 16:</b> Prikaz senzoričnih ocen odstopanja od optimalne slanosti paradižnikovih omak glede na različne skupine zgoščeval .....	42
<b>Slika 17:</b> Odvisnost med senzorično ovrednoteno slanostjo paradižnikovih omak in vsebnostjo NaCl.....	43

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

<b>ANN</b>	Artificial Neural Networks
<b><math>a_w</math></b>	aktivnost vode
<b>CASH</b>	Consensus Action on Salt and Health (konsenz ukrepov za sol in zdravje?)
<b>COMA</b>	Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organization (Organizacija za prehrano in kmetijstvo)
<b>FSA</b>	Food Standards Agency
<b>IVZ</b>	Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije
<b>KV (%)</b>	koeficient variabilnosti
<b>LDA</b>	Linear Discriminant Analysis (linearna diskriminantna analiza)
<b>n</b>	število obravnavanj
<b>PCA</b>	Principal Component Analysis
<b>RDA</b>	priporočen dnevni odmerek (Reference Daily Intake)
<b>so</b>	standardni odklon
<b>SVV</b>	sposobnost vezanja vode
<b>WHO</b>	World Health Organization (Svetovna Zdravstvena Organizacija)

## 1 UVOD

Večja osveščenost potrošnikov predstavlja izziv različnim proizvajalcem hrane, da zadostijo njihovim zahtevam. Težnja po zdravi hrani z manj maščobe in sladkorja je vedno večja, medtem ko omejitev uporabe soli (NaCl) v prehrani nekako še vedno ni prišla v podzavest slovenskih potrošnikov. Slovenci zaužijemo na dan približno enkrat več soli kot je priporočen dnevni vnos s hrano za zdravo populacijo (5 do 6 g/dan), to pa ima posledice za zdravje posameznikov. Veliko je ljudi s povečanim krvnim tlakom, prav tako je še vedno prevelik odstotek ljudi, ki obolevajo za srčno/žilnimi boleznimi.

Največji delež prehranskega vnosa natrija prispevajo žitni izdelki (kruh, pecivo) in soljeni oz. razsoljeni mesni izdelki. Sol ima v predelavi živil kot polifunkcionalni aditiv več funkcij – vpliva na senzorične (okus, aroma, tekstura), tehnološke (SVV, topi miofibrilarne proteine) lastnosti in deluje kot konzervans (znižanje vrednosti  $a_w$ , antimikrobni učinek Cl<sup>-</sup> ionov). Nacionalni akcijski načrt za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010-2020 predvideva zmanjšanje natrija v prehrani za 20-25 %. Takšno znižanje soli oz. natrija predstavlja problem zaradi spremenjenih senzoričnih lastnosti, na katere vpliva, predvsem spremembe okusa (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Omake, med katere spada tudi paradižnikova, so izdelek, s katerimi obogatimo okus, videz in teksturo mnogih jedi. Uporabljajo se kot dodatek k mesnim ali zelenjavnim jedem. Paradižnikova omaka spada med rjave omake in ima značilen aromatično-kiselkast okus in je rdečkaste barve. Dodaja se ji različne začimbe, kot so sol, poper in druge, ki izboljšajo aromo in okus. Na teksturo pa vpliva količina in vrsta dodanega zgoščevala oz. škrobne komponente, katere naloga je, da omako primerno zgosti, ji da pravo teksturo, hkrati pa vpliva tudi na aromo in omogoča, da se uporabi manj maščobne komponente za doseg enakega občutka v ustih.

### 1.1 NAMEN DELA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različne vrste dodanih zgoščevalnih sredstev in količina dodane soli vplivajo na senzorično kakovost in stabilnost paradižnikovih omak. Vplive različnih vrst zgoščevalnih sredstev (pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka) in dodatkov soli smo spremljali s senzoričnimi, reološkimi in fizikalno-kemijskimi metodami na osemnajstih eksperimentalnih skupinah paradižnikovih omak, izdelanih v štirih ponovitvah.

Predvideli smo, da bomo z instrumentalnimi in senzoričnimi analizami zaznali razlike v kakovosti paradižnikovih omak, narejenih z različnimi zgoščevali, ter da bomo določili najmanjšo vsebnost dodane kuhinjske soli, ki bo zagotavljala sprejemljivo in/ali optimalno senzorično kakovost (za vsako zgoščevalo posebej).

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 PREKOMERNA UPORABA SOLI V SLOVENIJI

Čezmerno uživanje soli je v prehrani pomemben dejavnik tveganja za nastanek kroničnih bolezni in lahko pomeni resno grožnjo za zdravje ljudi.

Kronične nenalezljive bolezni so v Sloveniji in svetu vodilna zdravstvena težava in vzrok za prezgodnjo umrljivost. Kronična obolenja so v Sloveniji vzrok za 70 % vseh smrti, med vodilnimi vzroki pa so na prvih dveh mestih bolezni srca in ožilja ter rak. Čeprav se je v Sloveniji delež smrti zaradi bolezni srca in ožilja od leta 1990 do 2002 zmanjšal za 34 %, so te še vedno vzrok za 40 % celotne umrljivosti prebivalstva. Predvsem je skrb vzbujajoča prezgodnja umrljivost, ki je pogosta že po 40 letu starosti. Pričakovano trajanje življenja se z razvitostjo družbe sicer podaljšuje, še vedno pa zaradi neustreznega načina življenja veliko ljudi umre prezgodaj (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Poleg nezadostnega uživanja zelenjave in sadja, čezmernega uživanja maščob in sladkih živil, je pomemben vzrok nezdravega prehranjevanja tudi čezmerno uživanje soli v prehrani. Po podatkih nacionalnih raziskav odrasli prebivalci Slovenije v povprečju zaužijejo več kot 12 gramov soli na dan, to je dvakrat več od priporočil. Skrb vzbujajoč je tudi podatek, da hrano pri mizi dodatno dosoli kar 50% slovenskih študentov. Čezmeren vnos soli v prehrani je posledica različnih dejavnikov, med katerimi je treba omeniti predvsem čezmerno porabo soli v ponudbi živil na trgu, čezmerno soljenje obrokov v gostinski ponudbi in organiziranih sistemih prehrane, dosoljevanje že slane hrane pri miri ter nezadostno ozaveščenost prebivalcev o pomenu soli za zdravje (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Problematika čezmernega uživanja soli je večplastna. Za izboljšanje stanja v praksi bi se morali v njeno reševanje vključiti in tesno sodelovati različni partnerji v državi in mednarodnem prostoru. Pri ozaveščanju prebivalcev imajo pomembno vlogo predvsem organizacije na področju javnega zdravja in zdravstveni delavci, živilskopredelovalna industrija pri oblikovanju in promociji manj slaniziranih izdelkov, ponudniki obrokov pri pripravi manj slaniziranih obrokov, mediji pri promociji zdravja itd. (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Ministrstvo za zdravje ima akcijski načrt, ki je strateški dokument, ki določa cilje in dejavnosti, povezane z zmanjševanjem porabe soli v prehrani prebivalcev v naslednjem desetletju. Cilji so usmerjeni v trajnejše sodelovanje z živilskopredelovalno industrijo in ponudniki prehrane ter povečanje ozaveščenosti širše in strokovne javnosti o bolj zdravih izbira. Pozitivne izide na tem področju lahko pričakujemo le z usklajenim, sistematičnim in celovitim delovanjem vseh vključenih, ki bodo zagotavljali celostno obravnavo tega problema na izvedbeni ravni (Hlastan Ribič in sod., 2010).

### **2.1.1 Čezmeren vnos soli oziroma natrija je pomemben prehranski dejavnik tveganja za zdravje**

Čezmeren vnos natrija je eden od glavnih vzrokov za povišan krvni tlak, ta pa za možgansko kap. Bolezni srca in ožilja so vodilni vzrok smrti v svetu, 80 % teh pripisujejo povišanemu krvnemu tlaku, kajenju in povišanemu holesterolu. Od naštetih vzrokov je povišan krvni tlak najpomembnejši neposredni vzrok smrti. Visok krvni tlak in naraščanje krvnega tlaka s starostjo sta neposredno odvisna od previsokega vnosa soli, nizkega vnosa kalija, nezadostnega uživanja zelenjave in sadja, čezmernega uživanja alkohola, previsoke telesne teže in nezadostne telesne dejavnosti (WHO, 2006).

Številne študije navajajo, da ima previsok vnos soli tudi številne druge vplive na človekovo zdravje, kot so zadrževanje vode, možganska kap, hipertrofija levega prekata, togost krvnih žil, napredovanje ledvičnih boleznih in albuminurije, želodčni rak, ledvični kamni, osteoporoza in astma (Kilcast, 2007).

V industrializiranih državah so z različnimi raziskavami ugotovili, da prebivalci sol uživamo čezmerno, kar dokazano negativno vpliva na naše zdravje. V sodobnem času se kaže velika poraba živil in jedi, ki se jim med pripravo oziroma predelavo dodaja sol iz različnih tehnoloških, pa tudi senzoričnih namenov. Ugotovili so, da se je med predelavo nekaterim živilom sol dodala samo zaradi izboljšanja oz. oblikovanja okusa pri tem pa nima druge pomembnejše tehnološke vloge. V takih primerih je sol skorajda nepotreben dodatek in bi jo bilo treba zmanjšati na najmanjšo še sprejemljivo vrednost, ki pa še vedno ustreza tehnološkim zahtevam in zahtevam varnosti hrane (Kilcast, 2007).

Državni zbor Republike Slovenije je Resolucijo o nacionalnem programu prehranske politike 2005-2010 (2005) sprejel marca 2005. Dolgoročni cilj strategije je doseganje prehranskih priporočil za vnos hranil pri vseh starostnih, socialnih in drugih skupinah prebivalcev Republike Slovenije, da bi se dosegli optimalni učinki na zdravje z vidika zdrave prehrane. Ena od ključnih prehranskih težav prebivalcev Slovenije je poleg uživanja preobilnih obrokov in premalo zelenjave in sadja tudi visok delež porabe soli. V zvezi z ukrepanjem na tem področju prehranska politika vključuje vse več dejavnosti: oblikovanje in uresničevanje smernic zdravega prehranjevanja, ozaveščanje prebivalcev s promocijskimi kampanjami, ključno pa je izboljšanje ponudbe zdravju koristnih živil in zdrave prehrane. Pri tem sta glavna cilja predvsem povečati ponudbo zdravju koristnih živil na trgu in zmanjšati ponudbo živil, ki vsebujejo visok delež maščob, nasičenih in transnasičenih maščobnih kislin, večjih količin soli in sladkorja (Hlastan Ribič in sod., 2010).

V zadnjem obdobju so oblikovali tudi smernice zdravega prehranjevanja za otroke in mladostnike, študente, delavce na delovnem mestu, bolnike in starostnike, ki opozarjajo na pomen čezmernega uživanja soli za zdravje, ter izvedli praktikumi z jeditniki, ki ponujajo praktične rešitve za oblikovanje uravnoteženih obrokov v različnih omenjenih okoljih (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Skladno s cilji resolucije je delovna skupina Inštituta za varovanje zdravja Republike Slovenije (IVZ) z drugimi strokovnjaki pripravila predlog Nacionalnega akcijskega načrta

za zmanjševanje uživanja soli v prehrani prebivalcev Slovenije za obdobje 2010-2020 (v nadaljevanju nacionalni akcijski načrt). Nacionalni akcijski načrt v ta namen vključuje sodelovanje države, strokovne javnosti, zdravstvenih ustanov, živilsko-predelovalne industrije in gostinskih obratov ter ozaveščanje potrošnikov o problematiki čezmernega uživanja soli (Hlastan Ribič in sod., 2010).

Slovenija je pri prizadevanjih za zmanjševanje uživanja soli v prehrani dejavna tudi v mreži *European Salt Action Network*, ki povezuje številne države na tem področju v okviru drugega akcijskega načrta na področju hrane in prehrane WHO (Hlastan Ribič in sod., 2010).

### **2.1.2 Fiziološki pomen natrija**

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

Z blatom se izločijo majhne količine natrija. Pri odraslih so kot nujne izgube pri maksimalni adaptaciji ugotovili naslednje količine natrija: z urinom in blatom okoli 1 mmol/dan ter preko kože 2-4 mmol/dan. Z znojem se izloči približno 25 mmol natrija na liter. Ker so lahko klimatski vplivi in telesna aktivnost zelo različni, naj bi minimalen vnos znašal 550 mg (24 mmol) natrija na dan (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

Povečano izločanje natrija s sečem kot posledica povečanega uživanja kuhinjske soli je povezano tudi s povečanim izločanjem kalcija s sečem. Pri ženskah po menopavzi zvišanje kalcitriola in osteokalcina v serumu in povečanje izločanja kalcija in hidroksiprolina z urinom po zvišanju vnašanja kuhinjske soli (s 4,1 g na 10 g/dan) kažeta na vplivanje na kostno presnovo. Možno je, da pri tej starostni skupini velik vnos kuhinjske soli prispeva k zmanjšanju gostote kosti. Za preprečevanje se priporoča večje uživanje kalcija (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).

Homeostaza natrija se vzdržuje preko številnih okoljskih in prehranskih vplivov, primarno z delovanjem hormona aldosterona v ledvicah. Ko je vnos natrija visok se zmanjša raven aldosterona in poveča količina natrija v urinu. Ko pa je vnos natrija majhen se raven aldosterona poveča, izločanje z urinom pa se hitro zmanjša na skoraj nič. Čeprav ledvice lahko shranjujejo natrij, se ga nekaj nujno izgubi z izločki in znojem. Telo je lahko osiromašeno natrija pri ekstremnih pogojih močnega in vztrajnega znojenja, ali ko telo zaradi travme, kronična diareja ali ledvične bolezni ni zmožno ohraniti natrija. Pri teh pogojih je potrebna zdravniška pomoč (RDA, 1989).

### **2.1.3 Tehnološki pomen soli**

Sol ima v hrani tri pomembne funkcije: tehnološko, senzorično in vlogo konzervansa. Klasična uporaba soli je za konzerviranje. Sol manjša vodno aktivnost in tako preprečuje mikrobovo rast. Še vedno ima to vlogo pri ohlajenih jedeh, mesnih in ribjih izdelkih, siru, vloženi zelenjavi, omakah in pekovskih izdelkih. Poleg tega lahko sol zmanjša zaznavo drugih dražljajev, kot npr. grenkih spojin in ima specifično funkcijo pri predelavi v različnih kategorijah živil. V pekarskem sektorju ima sol pomemben vpliv na razvoj glutena in zmanjšanje lepljive teksture. V mesnih in ribjih izdelkih sol izboljšuje zmogljivost zadrževanja vode in povečuje povezanost v mletih mesnih izdelkih. Sol prav tako vpliva na aktivnost mikroorganizmov in encimov pri zorenju sirov, ker vpliva na vodno aktivnost. V nekaterih izdelkih lahko sol zajame vse naštetje funkcije (Kilcast, 2004).

### **2.1.4 Priporočila za vnos soli**

Ugotovili so, da je določen vnos soli oz. natrija dnevno potreben za telo in tako so bile postavljene vrednosti za priporočen vnos natrija, ki so navedene v preglednici 1 (Kilcast, 2007). Odbor o prehranskih dodatkih ocenil minimalno zahtevo po natriju za odrasle na 500 mg. Priporočen dnevni vnos soli je omejen na manj kot 6 g (Whitney in sod., 1998).

Svetovna zdravstvena organizacija in Organizacija Združenih narodov za hrano in kmetijstvo (FAO) priporočata za odraslo prebivalstvo 5 g soli/osebo oziroma 2 g natrija/osebo kot največji (za zdravje še varen) dnevni vnos, vključujoč vse mogoče vire soli v prehrani (WHO, 2003).

To priporočilo upošteva tudi Slovenija. Po priporočilih Agencije za varnost hrane iz Velike Britanije (FSA) za dojenčke do starosti 6 mesecev znaša največji dnevni vnos soli manj kot 1 g, v starosti od 7 do 12 mesecev pa največ 1 g. Za otroke od 1. do 3. leta starosti se dnevno priporoča vnos največ 2 g soli/osebo, od 4. do 6. leta starosti največ 3 g soli/osebo, od 7. do 10. leta starosti pa največ 5 g soli/osebo (FSA, 2009).

Ocenjene vrednosti so vrednosti, ki so sicer eksperimentalno podprte in praviloma izpeljane iz prehranjevanja zdravih, primerno prehranjenih oseb, vendar niso dovolj natančno preverjene. Toda ocenjene vrednosti dajejo še ustrezna priporočila za primeren in zdravstveno ustrezen vnos hranil. Glede na fiziološke potrebe odrasli potrebuje dnevno 550 mg natrija, otroci v starosti 1 do 4 let pa samo 300 mg natrija dnevno (Referenčne vrednosti za vnos hranil, 2004).



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

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

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

### 2.1.5 Zaznavanje slanega okusa

Slano skupaj s sladkim, kislim, grenkim in umami sestavlja zaznavanje okusa, ki se občuti med zaužitjem. Slan okus je edinstven in ga v glavnem sprožijo  $\text{Na}^+$  ioni, svoj del pa prispeva tudi anionska komponenta, zlasti kloridni ion. Načeloma za sol specifični receptorji na jeziku sprožijo zaznavo slanosti. Preferenca za slan okus je odvisna od običajno zaužite količine soli posameznika in se lahko spreminja med življenjsko dobo. Je zelo odvisna od okolja oz. od slanosti hrane, ki jo zaužijemo. Študije so pokazale, da je občutljivost na slano fleksibilna in da se ob rednem uživanju hrane z manj soli poveča. Torej, če bi vsi proizvajalci hrane istočasno zmanjšali količino soli v svojih produktih, bi se ljudje navadili na manj slano. Upoštevati pa moramo, da kljub temu, da je okus glavna lastnost soli, se v nekatere izdelke sol dodaja kot konzervans in da drastična znižanja soli v izdelkih lahko vplivajo na celotno sensoriko (Cobcroft, 2008).

Slane sestavine v živilih ne spodbudijo samo občutka slanega okusa in njegove intenzivnosti, ampak tudi hedonistično zaznavanje, ki se giblje od visoko okusnega – prijetnega, pa vse do neokusnega – neprijetnega (Kilcast, 2007).

### 2.1.6 Načini zmanjševanja porabe soli

Zmanjševanje soli v gotovih jedeh in izdelkih je problematično predvsem zato, ker okus ostaja najbolj kritičen dejavnik za potrošnike pri odločanju ali bodo nek izdelek kupili ali ne (Brandsma, 2007).

Eden izmed najpogostejših načinov, kako zmanjšati sol, je zamenjava natrijevega klorida s kalijevim kloridom, ki ohrani slan okus in lahko zmanjša uporabo soli za 25 %, vendar

kalij pogosto pusti grenak pookus, ki ga nekateri potrošniki lahko zaznajo kot nezaželenega. S tem, da bi preprosto zmanjšali vsebnost soli ali jo nadomestili s kalijevim kloridom, proizvajalci tvegajo spremembo okusa izdelka in posledično padec prodaje. Zato vedno več proizvajalcev posluhuje tehnologije ojačevalcev okusa, da bi ohranili splošni okus in nadoknadili izgubo slanega okusa. Ojačevalci okusa delujejo tako, da aktivirajo receptorje v ustih in grlu, kar omogoča nadomeščanje zmanjšanja slanosti. Ojačevalci okusa zlasti vzbudijo receptor okusa umami in s tem izboljšajo ravnotežje in vpliv okusa na jedi (Brandsma, 2007).

Beseda »umami« prihaja iz japonske besede za »okusa poln«. Umami je bil leta 1980 uradno prepoznan kot peti okus. Japonski profesor, ki je opredelil umami, je ugotovil, da je alga na kateri je delal poskuse, bogata z aminokislino glutamin, ki ima svoj značilen okus, znan kot umami. Umami je lahko torej orodje, s katerim dosežemo polnejši okus z manj natrija. Nekatera hrana naravno vsebuje več glutamina, med takšne spadata tudi grah in paradižnik. Nekatero druge komponente, kot npr. nukleotidi, delujejo vzajemno z glutaminsko kislino in jih najdemo v šitake gobah in tunini (Brandsma, 2007).

Najbolj znan ojačevalec okusa je mononatrijev glutamat, ki vsebuje veliko glutaminske kisline. Proizvajalci iščejo naravne alternative kemijsko zasnovanim ojačevalcem okusa, kot so npr. posebni izvlečki kvasa, ki so bogati z glutaminom in nukleotidi in zagotavljajo dobre lastnosti izboljšanja okusa (Brandsma, 2007). V preglednici so prikazani tehnični pristopi za zmanjšanje soli (Cobcroft, 2008).

#### **Preglednica 2: Tehnični pristopi k zmanjšanju soli v prehrani (Cobcroft, 2008).**

Pristopi	Uporaba	Orodja
Prilagoditev »Izobraževanje« okusa, da se potrošniki čez čas navadijo na manj slano.	Postopno zmanjševanje dodane soli: 5-10% na leto. Stopnja doseženega zmanjšanja je odvisna od: 1. začetne slanosti – večja je, bolj jo je potrebno znižati 2. vsebnosti soli v podobnih izdelkih na trgu – sodelovanje proizvajalcev!	
Okusi	Da bi nadomestili odvzeto sol je potrebno izboljšati splošen okus jedi in občutek v ustih.	Kvasni ekstrakti, ribonukleotidi, sladkorji, organske kisline, začimbe, zelišča, aminokisline,...
Sestavine z manj soli	Podjetja lahko sodelujejo z dobavitelji za uporabo sestavin z manj soli, ki omogočajo večjo prilagodljivost oblikovanja. Na ta način lahko zmanjšamo uporabo soli za 5-10 %.	Primeri vsebujejo sir v prahu z manj soli, kvasne ekstrakte, arome, zeliščne in začimbene pripravke, sojino omako v prahu.
Nadomestki za sol Uporaba nadomestnih mineralnih soli za doseg slanosti	Uporaba je omejena zaradi zaznanega neugodnega grenkega okusa ali okusa po kovini. Vendar se lahko uporabijo arome, ki ta okus prekrijejo. Možno zmanjšanje soli za 10-30 %.	Mineralne soli, kot so: KCl, magnezijeve soli, morska sol z malo natrija, aminokisline, organske kisline.

## 2.2 OMAKE

Omake so pomembni nosilci okusa. V veliko primerih šele z daljšo toplotno obdelavo dobimo zaželen okus, ki dopolni in zaokroži okus ustrezne jedi (Grüner, 2005).

V zadnjem času je poraba omak zaradi spremembe prehranskih navad pri potrošnikih močno povečala. Za živilsko industrijo so omake izrednega pomena, saj predstavljajo izdelek z visoko dodano vrednostjo z zelo enostavnim proizvodnim procesom. Pestrost izdelkov je zlahka dosegljiva in jo lahko dosežemo že z mešanjem različnih emulzij ali z dodatkom začimb (Mándala in sod., 2004)

Omake prispevajo k aromi jedi in naredijo izdelek sprejemljiv za potrošnika, vendar ne smejo prekrivati okusa jedi.

### 2.2.1 Vrste omak

Omake, zgoščene z moko, delimo na tri glavne skupine: rjave, bele in bešamel omake. Razlike se pojavljajo v različnih kombinacijah prežganja in tekočine (osnove). Osnova za rjave omake je narejena iz popečene zelenjave, mesa in kosti, omaka pa zgoščena z rjavim prežganjem. Osnova za bele omake je pripravljena iz nepopečenega mesa, zelenjave in kosti, omaka pa je zgoščena z bledorumenim prežganjem. Bešamel je omaka pripravljena iz mleka in belega prežganja. Te omake so osnova za proizvodnjo številnih drugih omak (Grüner in Metz, 2005).

### Paradižnik in paradižnikova omaka

Paradižnik je sadež, vendar ga glede na način priprave in uživanja uvrščamo med zelenjavo. Je gotovo ena od najbolj vsestransko uporabnih aromatičnih sestavin. V Evropo so ga iz Severne Amerike prinesli v 16. stoletju in kmalu je postal sestavni del vseh sredozemskih kuhinj. V severni Evropi so se ga izogibali v strahu, da je morda strupen, zato so ga začeli uporabljati v prehrani šele v 19. stoletju. Danes je paradižnik po svetovni uporabi v skupini sadja in zelenjave na drugem mestu, takoj za krompirjem. Sami ga lahko uspešno gojimo na vrtovih v topli sončni klimi. Če te možnosti nimamo, se moramo zadovoljiti s paradižnikom, ki ga kupimo v trgovini. Najsi bo narezan ali cel, kuhan ali surov, samostojna jed ali surovina, paradižnik si svoj položaj v svetovnih kuhinjah zasluži (Lambert Ortiz, 1993).

Paradižnikova omaka spada med rjave omake in je izbranega, aromatično-kiselkastega okusa in s svojo barvo vzbuja tek. Uporabimo jo kot dodatek različnim jedem in za dopolnjevanje omak. Zaradi raznovrstnih potreb je paradižnikova omaka nepogrešljiva osnovna zaloga vsake kuhinje (Grüner in Metz, 2005).

## 2.2.2 Priprava omak



**Slika 1: Primer tehnologije omak zgoščenih s škrobom (Recek, 2008)**

Strokovno pripravljene omake imajo mikavno barvo in so brez vidne maščobe. Njihov okus je izbran in poudarjen, konsistenca prijetna. Zahteve, ki jih moramo upoštevati pri izdelavi omak so:

- predelava neoporečnih surovin,
- pravilno zaporedje delovnih postopkov,
- uporaba bogatih osnov oz. fondov,
- dober izbor in preiščeni odmerki sestavin, ki dajejo značilen okus.

Različne omake imajo iste osnove, ki jih imenujemo osnovne omake. Omake razlikujemo glede na: temperaturo zaužitja, barvo, osnovno sestavino, sestavine za vezanje (Grüner in Metz, 2005).

## 2.2.3 Sestava omak

### 2.2.3.1 Emulgatorji, stabilizatorji in zgoščevalna sredstva

Emulzije se primarno stabilizirajo s proteini, ki se adsorbirajo v plasti okrog kapljic in s tem preprečujejo koalescenco. Vir proteinov so lahko polnomastno ali posneto mleko, natrijev kazeinat, kislina smetana, pšenica, jajca ter jajčni rumenjaki ali beljak. Dodatno se uporabljajo polisaharidi (škrob in/ali gumiji), ki sekundarno stabilizirajo emulzije (Mándala in sod., 2004). Dodajajo se v vodno fazo emulzije olja v vodi, pri čemer pride do nastanka gelu podobne strukture. Poveča se viskoznost kontinuirane faze in izboljšajo se

elastične lastnosti celotnega sistema (Quintana in sod., 2002).

Beljakovine se lahko v omakah pojavljajo kot emulgatorji ali stabilizatorji. To jim omogoča njihova težnja po adsorpciji na površini oljno-vodne faze, pri čemer tvorijo stabilno plast okrog oljnih kapljic (Sahin in Sumnu, 2006).

V omakah škrob omogoča ohranitev stabilnosti in oblikuje teksturo omake, z njim lahko tudi dosežemo zmanjšanje kalorične vrednosti na račun maščob (Wade, 2005). Za zgoščevanje omak se največkrat uporablja pšenični škrob v obliki moke, pogosto se uporabljata tudi krompirjev ali koruzni škrob (Fox in Cameron, 1995).

Bolj razvejani škrobi so primernejši za izdelavo industrijsko pripravljenih omak zaradi zmanjšane retrogradacije. Najprimernejši so voskasti škrobi z majhno vsebnostjo amiloze, kar preprečuje retrogradacijo. Obstojni so dolgo časa, prav tako so stabilni pri zamrzovanju in tajanju. Riževi škrobi so razvejani in v kombinaciji z drugimi škrobi preprečujejo retrogradacijo. V številnih omakah se uporabljajo kemijsko modificirani škrobi zaradi boljše stabilnosti med zamrzovanjem in tajanjem (Wade, 2005).

#### 2.2.3.2 Začimbe

Za izboljšanje okusa se pogosto dodajajo sol in kisline. Tako kot škrobne molekule tudi sol teži k vezavi molekul vode in povzroča združevanje škrobnih molekul v grudice. Kisline v obliki vina ali kisa imajo nasproten učinek in povzročajo razgradnjo škrobnih verig na kratke segmente. Škrobna zrnca tako želirajo in razpadejo pri nižjih temperaturah. Omake postanejo manj viskozne. Ostale začimbe, kot so zelišča in dišavnice, so veliki, netopni delci z malo ali nič vpliva na samo strukturo omak (McGee, 2004).

#### 2.2.3.3 Maščobe

Maščobe so v omakah prisotne v obliki masla ali olja. Z vodo in v vodi topnimi komponentami se ne mešajo in kaže, da nimajo pomembnega vpliva na škrob. Vplivajo na gladkost omake v ustih tako, da obdajo škrobne molekule, s čemer preprečujejo nastanek grudic (McGee, 2004).

### 2.3 ZGOŠČEVALNA SREDSTVA

Zgoščevanje omak z nativnimi ali modificiranimi škrobi poteka tako, da škrobne molekule med mešanjem vežejo vodo in ustvarijo razvejano mrežo. Z vidika zgoščevanja so pomembne tudi vodikove vezi, ki nastanejo med škrobnimi in ostalimi prisotnimi molekulami. V nekaterih primerih se škrobne molekule povezujejo med seboj, pri čemer ločujejo posamezne tekoče faze in tako ovirajo njihovo gibanje (McGee, 2004).

#### 2.3.1 Škrob

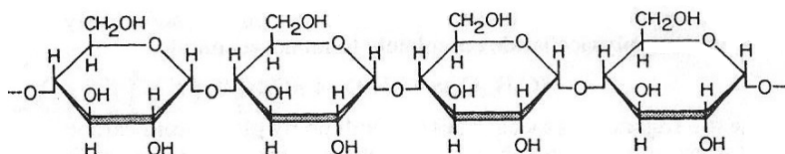
Škrob je najpogosteje zastopan rezervni polisaharid v vseh višjih rastlinah, ki se, v kolikor je to rastlini potrebno, pretvori v sladkor. Nezrelo sadje vsebuje velike količine škroba, ki

se med zorenjem pretvori v glukozo. S škrobom še posebej bogata so semena, kot so žitna zrna in semena stročnic (Fox in Cameron, 1995).

### 2.3.1.1 Zgradba in sestava škrobnih zrn

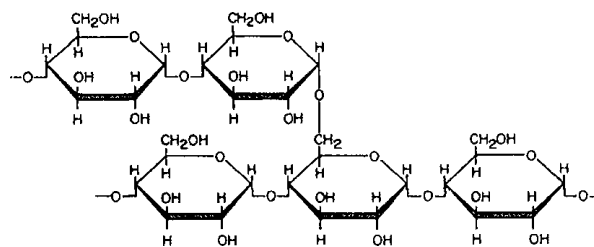
Škrob je mešanica dveh različnih glukoznih polimerov, ki sta vgrajena v kristalinična zrnca znotraj rastlinskih organov, sposobnih sinteze škroba. Amiloza je linearni polimer, s prevladujočimi linearnimi  $\alpha$ -1,4-glikozidnimi vezmi. Amilopektin je polimer z večjo molekulsko maso, z  $\alpha$ -1,4-glikozidnimi vezmi, ki povezujejo linearne verige in  $\alpha$ -1,6-glikozidnimi vezmi, ki se pojavljajo na razvejitvenih mestih. Slednjih je v škrobu le 4 do 6 % (Ratnayake in Jackson, 2003). Amiloza omogoča nastanek filma z dobro sposobnostjo želiranja, medtem ko amilopektin oblikuje šibak film in posledično krhke gele ali sploh ne omogoča želiranja (Frank, 2005).

Škrobna zrnca so plastovito razporejena v amiloplastih. Poleg amiloze in amilopektina vsebujejo še manjšo količino proteinov in lipidov. Škrobna zrna imajo delno kristalinično strukturo, kar nakazuje na visoko stopnjo orientiranosti glukanskih molekul. Približno 70 % mase škrobnega zrnca predstavlja območje z amorfno strukturo, 30 % je kristalinične. Amorfno strukturo sestavlja v večini amiloza, medtem ko je amilopektin prisoten v kristaliničnem območju (Belitz in Grosch, 2006).



**Slika 2: Del amilozne molekule, ki prikazuje 1-4 povezavo  $\alpha$ -D-glukoznih enot (Fox in Cameron, 1995: 105)**

Oblika in velikost škrobnih zrn je odraz predvsem izvora škroba in okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na rast pridelka. Rižev in koruzni škrob imata oglata zrnca, medtem ko so škrobna zrnca krompirja ovalna, pšenična okrogla in koruzna ploščata. Pod polarizirano svetlobo je mogoče opazovati strukturo in velikost škrobnih zrn. Glede na velikost so riževa zrnca najmanjša (6  $\mu\text{m}$  v premeru), krompirjeva so največja (100  $\mu\text{m}$  v premeru). Zrnca koruznega škroba so nekje vmes (35  $\mu\text{m}$  v premeru). Pšenični škrob ima dve velikosti škrobnih zrn: majhne merijo 4  $\mu\text{m}$  v premeru, večje približno 14  $\mu\text{m}$  (Ratnayake in Jackson, 2003).



**Slika 3: Del amilopektinske molekule (Fox in Cameron, 1995: 106)**

### 2.3.1.2 Želiranje in zgoščevanje

Fizikalne lastnosti škroba so odvisne od razmerja med amilozo in amilopektinom (Fredriksson in sod., 1998). Škrobna zrnca so v hladni vodi netopna, vendar začnejo pri segrevanju do temperature želiranja nabrekati (deMan, 1999). Kristalinična struktura se poruši zaradi razgradnje vodikovih vezi amilopektina (Hoover, 2001). Nabreknjena zrnca so bogata z amilopektinom, medtem ko linearne molekule amiloze difundirajo iz škrobnih zrn (Fredriksson in sod., 1998). Teoretično večja škrobna zrnca nabrekajo pri nižji temperaturi (deMan, 1999), medtem ko visoko-amilozni škrobi nabrekajo pri višji temperaturi (Paphaelides in Georgiadis, 2008). Temperatura želiranja (zaklejitve) krompirjevih škrobnih zrn je med 59 in 67 °C, koruznih med 64 in 72 °C. Na temperaturo nabrekanja vplivajo pH, predhodna obdelava, hitrost segrevanja in prisotnost soli ter sladkorjev. Segrevanje nad temperaturo želiranja povzroči nadaljnje nabrekanje zrn. Mešanica postane prosojna in viskozna. Z mešanjem škrobne paste se struktura zrn poruši in viskoznost pade (deMan, 1999).

Želiranje tako povzroči spremembe strukturnih lastnosti na amilopektinu kot tudi na amilozi. Molekule amilopektina, ki v nativni obliki oblikujejo dvojni heliks v kristaliničnem delu, se tako v želiranem škrobu začnejo povezovati med seboj, počasi kristalizirajo in niso zmožne povezav z amilozo. Amiloza, ki je prvotno v amorfni obliki, zmanjšuje stopnjo kristalizacije amilopektina in se raztaplja v topli vodi (Tolstoguzov, 2003).

### 2.3.1.3 Uporaba škroba v živilski industriji

Škrob se v živilski industriji pojavlja kot sestavina živil rastlinskega izvora in je namenjen zagotavljanju prehranskih potreb, vendar je za potrebe predelave živil in podaljšanje obstojnosti oziroma stabilnosti živil prav tako pomemben (Moore in sod., 1984).

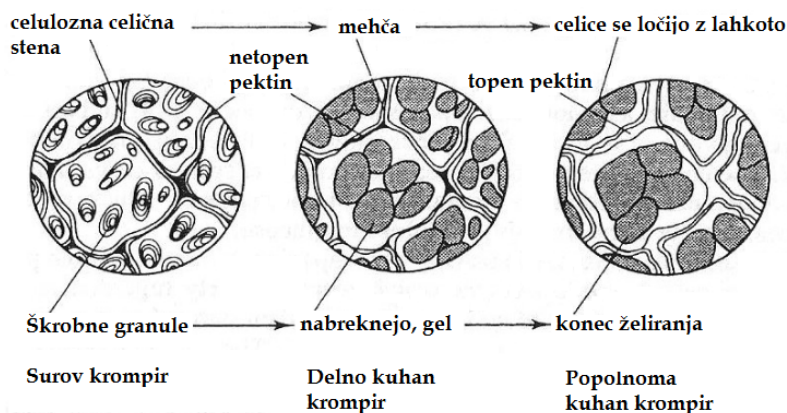
Škrob močno vpliva na teksturne lastnosti številnih živil in se v industriji uporablja kot (Singh in sod., 2003):

- zgoščevalno sredstvo,
- stabilizator koloidnih sistemov,
- želirno sredstvo,
- sredstvo za uravnavanje volumna,
- sredstvo za vezavo vode,
- vezivno sredstvo.

Škrob ima zmožnost vezave arome, barvnih komponent ter vitaminov. V živilu vpliva na sproščanje arome in zmanjšuje posledice vpliva temperature na občutljivejše komponente, kot so vitamini in aromatične komponente (Wade, 2005). Nativni škrobi, pridobljeni s kuhanjem, služijo nabrekanju v hladni vodi in delujejo kot stabilizatorji za prelive in omake ter kot sredstva za disperzijo dehidriranih jedi. Uporabljajo se predvsem pri proizvodnji bio-živil (Frank, 2005).

S fizikalnimi in kemijskimi modifikacijami škroba pridobimo številne zaželene lastnosti. Z aglomeracijo predželiranih škrobov zagotovimo boljšo topnost dehidriranih živil. S povišanjem temperature želiranja se viskoznost pri višjih temperaturah zmanjša in pri nižjih poveča. Uporaba zamreženih škrobov je zaželena pri izdelkih, kjer je potreben dober prenos toplote med kuhanjem, pri čemer dobimo med ohlajanjem čvrstejši izdelek (Frank, 2005).

Rižev in krompirjev škrob imata blago aromo zaradi nizke vsebnosti proteinov in maščob. Rižev škrob ima več razvejitenih mest, vendar so škrobne molekule krajše. Posledica je večja odpornost na stres med obdelavo živila, zelo počasna retrogradacija in gladka tekstura v ustih. Pšenični škrob se uporablja predvsem kot stabilizator emulzij zaradi visoke vsebnosti fosfolipidov. Značilnost krompirjevega škroba je, da nabreka pri nizkih temperaturah in ima sposobnost zadrževanja velikih količin vode. Prav tako je pomembna njegova odpornost na retrogradacijo med shranjevanjem (Skarra, 2006). Krompirjev škrob oblikuje uporabne filme in ima veliko zmožnost vezanja snovi. Velike količine krompirjevega škroba se uporabljajo kot zgoščevalci v juhah, omakah, pudingih (Ratnayake in Jackson, 2003).



Slika 4: Del krompirja, kot ga vidimo pod mikroskopom (Fox in Cameron, 1995: 104)

### 2.3.2 Brezglutenska moka

Brezglutenska moka je moka, narejena iz rastlin, ki ne vsebujejo glutena. Gluten je protein, ki ga najdemo v številnih žitih, največ ga je v pšenici, rži, ječmenu in piri. Gluten je sestavina, ki da testu moč in elastičnost in mu pomaga, da vzhaja in prepreči pecivu, da bi razpadlo.

Brezglutenske diete postajajo bolj in bolj pogoste z naraščanjem števila ljudi, ki so preobčutljivi ali alergični na gluten. Ljudje s celiakijo (avtoimuno boleznijo) morajo imeti strogo brezglutensko dieto, drugače imajo lahko resne zdravstvene težave. Raziskave so pokazale, da je brezglutenska dieta lahko koristna tudi za avtistične otroke (Kelsey, 2008). Da bi ljudje, ki imajo brezglutensko dieto, lahko kuhali okusne obroke, morajo uporabljati



dobro brezglutensko moko. Nekatere popularne brezglutenske alternative vključujejo moko iz rjavega in belega riža, ajdovo moko, kokosovo moko, mandljevo moko, krompirjevo moko in moko iz čičerike (Kelsey, 2008).

Pri nas se pogosto kot brezglutenska moka uporablja tudi ajdova moka. Ajdo uvrščamo v družino dresnovk (*Polygonaceae*), kamor prištevamo tudi kislice in dresni. Ker ne spada med žita ali trave, je ajdova moka primerna dietna hrana za bolnike s celiakijo. Ajdova moka je pogosto onesnažena s pšenično moko, vendar lahko primesi pšenične moke odkrijemo že z nekoliko boljšim šolskim mikroskopom. Med tem ko so za pšenico značilna majhna in velika škrobna zrna, ima ajda ta samo majhna (Kreft, 1995).

Pogosto se uporabljata tudi koruzna moka in koruzni škrob. Koruza izvira iz Južne Amerike – Peruja. Poleg škroba (70 %) in beljakovin (10 %) vsebuje veliko visokovrednih mikro in makroelementov, ne vsebuje pa glutena in je zato primerna za brezspšenično in brezglutensko dieto. Podobno kot pri ajdi, so tudi pri koruzni moki lahko problem primesi (Mlinar, 2012).

Mogoče najbolj popularna brezglutenska moka je riževa moka. Riževa moka se obnaša podobno kot pšenična moka in je zmožna absorbiranja in zgoščevanja, vendar nima nobene sposobnosti vezanja. Moka iz rjavega riža ima več proteinov kot moka iz belega riža in doda pecivu primeren volumen. Pomembno je, da se za peko uporabi le najbolj fino mleta riževa moka, drugače postane tekstura izdelka kašasta.

Krompirjeva moka je moka s fino teksturo, narejena iz kuhanega, posušenega in zmletega krompirja. Ta brezglutenska moka je dober zgoščevalec za omake in se uspešno uporablja za peko palačink, vaflejev in kruha, vendar naredi končni izdelek težji.

Moka iz čičerike je še ena pogosta brezglutenska moka, ki se uporablja v indijski, mediteranski in kuhinji bližnjega vzhoda. Končen rezultat je podoben kot pri uporabi pšenične moke, vendar mnogo ljudi ugotavlja, da povzroča napenjanje.

Brezglutenske moke so presenetljivo vsestranske. Pecivo, ki je narejeno samo iz brezglutenske moke, ima lahko drobljivo in gosto teksturo, vendar veliko ljudi meni, da je vredno zaradi dodatne hranilne vrednosti in bolj eksotičnega okusa (Kelsey, 2008).

## 2.4 REOLOŠKE LASTNOSTI OMAK

### 2.4.1 Tekstura

Tekstura je skupni vtis mehanskih, geometrijskih in površinskih lastnosti izdelka, ki se zaznajo z mehanskimi, tipnimi in, kadar je to ustrezno, tudi z vidnimi in slušnimi receptorji. Mehanske lastnosti se nanašajo na odziv izdelka na obremenitev. Geometrijske lastnosti se nanašajo na velikost, obliko in razporeditev delcev v izdelku, npr. zrnatost (gladek, kašast, zrnat), struktura (vlaknast, celičast, kristalen). Površinske lastnosti se nanašajo na občutek, ki ga povzroči delež vode in/ali maščobe ter način, kako se v ustih te sestavine sproščajo (Plestenjak in Golob, 1999).

#### Preglednica 3: Delitev teksturnih lastnosti živil (Skvarča, 1999)

Teksturne lastnosti	Primarni parametri
mehanske lastnosti (odvisne od sestavnih delcev snovi in molekulskih sil)	trdota
	kohezivnost
	viskoznost
	elastičnost
	adhezivnost
geometrijske lastnosti (odvisne od razvrstitve sestavnih delcev hrane, količine tekočine, masti v živilu)	mastnost
	oljavost
	občutek v ustih
	obloženost ust
	vlačnost
druge mehanske lastnosti	gladkost
	občutek v ustih
	krhkost
	žvečljivost
	gumijavost

Vrednotenje teksture se opravlja s senzoričnimi in instrumentalno-reološkimi analizami. Senzorična analiza teksture je časovno dolgotrajna in zahteva izbrane, usposobljene ocenjevalce ter ustrezno opremljene prostore (Plestenjak in Golob, 1999). Instrumentalne metode se nadomeščajo s senzoričnimi, navadno z namenom zmanjšanja stroškov ali povečanja učinkovitosti (Lawless in Heymann, 1998). Eksperimentalno vrednotenje teksture je težavno zaradi ustvarjanja kontroliranih in ponovljivih pogojev. Tekstura se med grizenjem in žvečenjem prav tako zelo hitro spreminja, kar je z merjenjem mehanskih lastnosti težko spremljati (Plestenjak in Golob, 1999).

Povezanost senzorične in instrumentalne analize je odvisna od količine in števila uporabljenih vzorcev. Instrumentalna analiza mora kolikor je le mogoče posnemati pogoje, katerim so bili izpostavljeni senzorični preskuševalci. Ker med merjenjem s katerokoli od obeh tehnik pride do poškodb na vzorcu, tega vzorca ne smemo nato uporabiti v drugi analizi (Lawless in Heymann, 1998). Pri izbiri instrumentalne metode moramo izbrati tisto, ki izkazuje glede na naše zahteve s senzorično analizo najboljšo povezavo (Lee in sod., 1999).

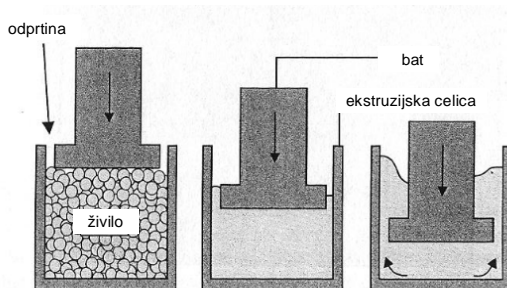
Merjenje teksturnih lastnosti z instrumenti ima nekaj prednosti pred senzorično analizo (Bourne, 2002):

- nižja cena,
- hitrejša metoda,
- rezultati senzorične analize se pogosto smatrajo kot mnenja in ne dejstva,
- boljša ponovljivost rezultatov,
- rezultati, dobljeni z instrumentalnimi analizami, se lahko uporabijo kot notranji ali mednarodni standardi za zagotavljanje teksturne kakovosti.

#### 2.4.1.1 Kompresijsko-ekstruzijski test

Povratna ekstruzija je metoda za ugotavljanje tokovnega obnašanja tekočin. Uporabna je predvsem za paste in suspenzije z grudastimi delci (Gujral in Sodhi, 2002). V živilski industriji ima omenjena metoda velik potencial zaradi enostavnosti, hitrosti in nizkih stroškov (Paoletti in sod., 1995).

Pri kompresijsko-ekstruzijskem testu delujemo z določeno silo na živilo, pri čemer pride do stiskanja, dokler se struktura ne poruši. Živilo se nato ekstrudira nazaj skozi porušeno strukturo. Od tod ime povratna ekstruzija. Meri se maksimalna sila, potrebna za ekstruzijo in je merilo kakovosti teksture (Bourne, 2002).



**Slika 5: Kompresijsko-ekstruzijski test (Bourne, 2002: 127)**

Tipična krivulja, ki jo dobimo po izvajanju povratne ekstruzije je prikazana na sliki 10. Na njeno obliko vplivajo elastičnost, viskoelastičnost, viskoznost, obnašanje živila ob delovanju sile, velikost vzorca, hitrost deformacije, temperatura vzorca, vrsta testne celice in homogenost vzorca (Bourne, 2002).

## 2.5 SENZORIČNA KAKOVOST

### 2.5.1 Splošno o senzorični kakovosti

Pojem kakovosti je verjetno najpogostejša beseda, ki spremlja živilo od njegove izdelave do postrežbe za mizo. V literaturi najdemo številne definicije kakovosti, od zelo splošnih, kot je: kakovost je prilagajanje namenu ali kakovost je primernost izdelka za uporabo, do natančnejših, kot je na primer Kramerjeva definicija iz leta 1959: kakovost je vsota tistih lastnosti izdelka, ki so zanj značilne in pomembne pri določanju stopnje sprejemljivosti izdelka pri potrošnikih (Golob in Jamnik, 2004).

### 2.5.2 Senzorična analiza

Senzorična analiza je opisovanje in ocenjevanje lastnosti živila s človekovimi čuti: vidom, okusom, vohom, sluhom in tipom oz. dotikom. Kot merilni instrument nam v senzorični analizi služijo človekova čutila: oči, nos, usta, ušesa. V njih so nameščeni receptorji za zaznavanje videza, barve, okusa, vonja, temperature, bolečine, pookusa, itd. (Golob in sod., 2006)

S senzorično analizo lahko ugotovimo (Skvarča, 1999):

- stopnjo odličnosti senzoričnih lastnosti,
- stopnjo izraženosti posameznih specifičnih lastnosti (videz, barva, aroma),
- stopnjo uglašeniosti (harmonijo) med posameznimi komponentami v enotno zaznavo jedi (aroma, tekstura).

Senzorična analiza določa sprejemljivost končnega izdelka na prodajni polici ali nam služi kot analiza za določanje roka uporabnosti izdelka. Pri razvoju novega izdelka je glavni namen senzorične analize zmanjšati oziroma odpraviti možnost neuspešne prodaje (Milo Ohr, 2001).

Senzorično analizo sestavljajo številne tehnike in načini, ki omogočajo natančno merjenje človekovega odziva na hrano, minimizirajo stranske učinke ocenjevanja izdelka ter zunanje učinke, ki vplivajo na preskuševalčevo zaznavo (Golob in sod., 2006).

Kljub dolgoletnemu prepričanju, da so rezultati senzorične analize subjektivni, nam razvoj in uporaba natančnih znanstvenih metod preskušanja živil v zadnjem času zagotavljata ponovljive in objektivne rezultate. Senzorična analiza je danes priznana in drugim vedam, kot so matematika, fizika in kemija, enakovredna znanstvena disciplina (Golob in sod., 2006).

#### **Senzorični preskuševalci**

Panel ali skupino senzoričnih preskuševalcev sestavljajo posamezni člani panela, ki jih je potrebno ustrezno izbrati, izšolati ter preverjati. Senzorično analizo lahko izvajajo trije tipi preskuševalcev glede na njihove sposobnosti zaznavanja, razlikovanja, stopnjo šolanja in izkušnje (Golob in sod., 2006):

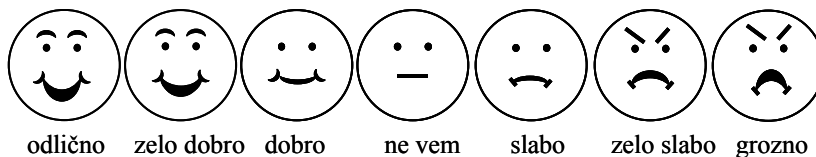
- preskuševalci (laiki ali preskuševalci začetniki) so ljudje, ki še niso delali po natančnih kriterijih ali začetniki, ki so že sodelovali v senzoričnem ocenjevanju,
- izbrani preskuševalci – kandidati, ki so bili izbrani in šolani za ocenjevanje z določeno senzorično metodo in za delo na določenem področju,
- izvedenci ali strokovnjaki (eksperti) so lahko izvedeni preskuševalci, ki so pri delu v panelu pokazali določeno ostrost svojih čutov in razvili dober, dolgotrajen spomin, ali specializirani izvedeni preskuševalci, ki uporabljajo specialno znanje, pridobljeno na določenih strokovnih področjih.

### 2.5.3 Metode senzoričnega ocenjevanja

Senzorična analiza je sestavljena iz različnih tehnik, ki morajo zagotoviti pogoje brez motečih stranskih učinkov okolja ali izdelka, ki bi lahko vplivali na preskuševalčevo zaznavo. V glavnem jih delimo na analitične in hedonske preskuse. Kateri preskus bomo izbrali, je odvisno od problema, ki ga želimo rešiti (Golob in sod., 2005).

Senzorične lastnosti se ocenjuje z dvema vrstama testov, in sicer s potrošniškimi testi ter testi z izšolanimi analitičnimi paneli (deskriptivni in analitični testi). Povezava med obema vrstama testov nam omogoča določevanje senzoričnih profilov, ki najbolje ponazarjajo kakovost izdelka na trgu, omogočajo vzpostavitev kontrole s strani podjetij, izboljšanje kakovosti ter razvoj novih izdelkov (Pérez Elortondo in sod., 2007).

Hedonski (potrošniški ali afektivni) testi se uporabljajo predvsem za zagotavljanje optimalnih lastnosti izdelka na trgu. Vrsta hedonskih testov so preferenčni testi, ki jih delimo na preferenčne teste s primerjavo v parih in preferenčne teste z rangiranjem. Slabost teh testov je, da ne pokažejo stopnje sprejemljivosti izdelka, temveč samo nakazujejo na potrošnikovo izbiro. Zato se najpogostejši uporabljeni hedonski testi z lestvicami, ki prikazujejo neposredno povezavo med vzorci ter omogočajo ocenjevanje stopnje sprejemljivosti izdelka. Potrošniki pri teh testih izražajo pozitivne ali negativne odzive na določen izdelek, kar je bistvena prednost te vrste testov (Bergara-AImeida in da Silva, 2002).

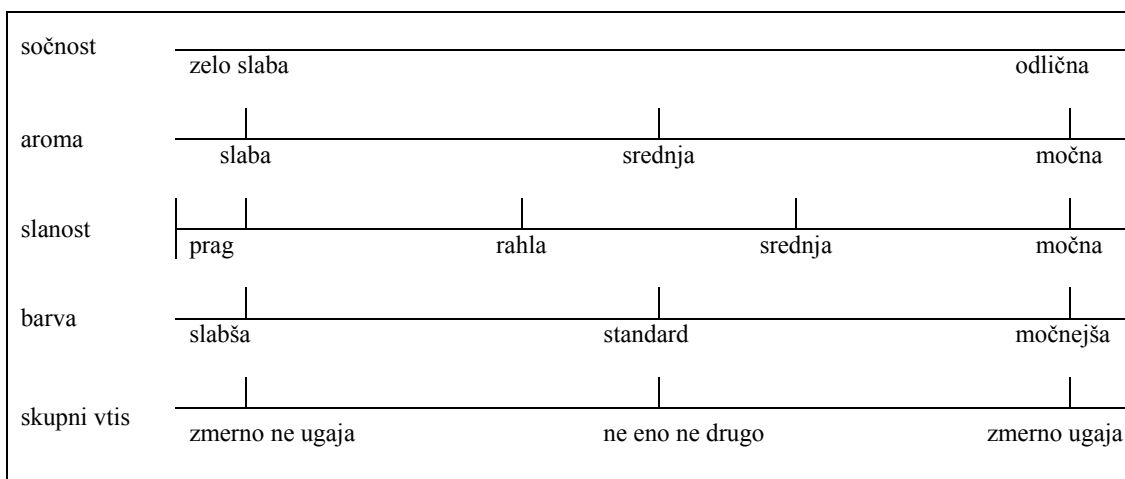


Slika 6: Primer hedonskega testa (Lawless, 1998:122)

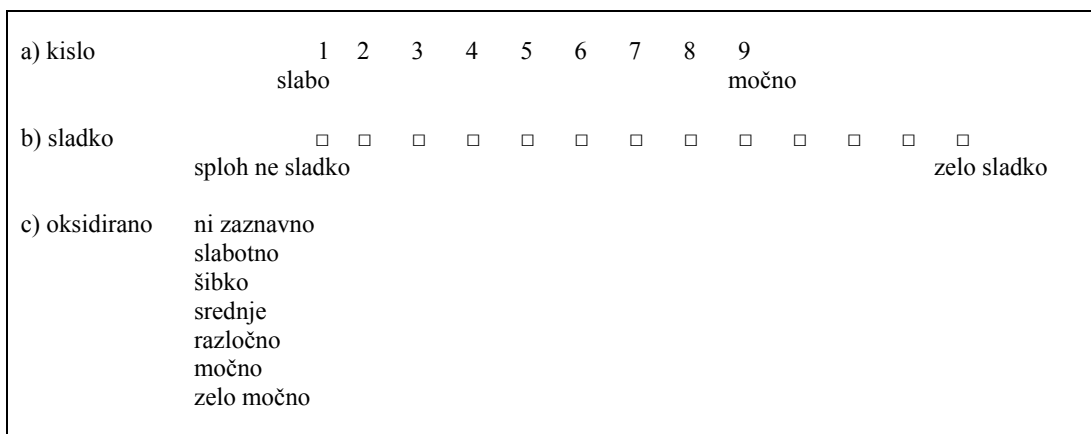
Analitični testi so zahtevnejši in se delijo na (Golob in sod., 2006):

- preskuse razlikovanja (ugotavljanje razlik med dvema ali več izdelki),
- preskusi z lestvicami ali razredi (določanje stopnje, velikosti ali intenzivnosti razlik ene ali več senzoričnih lastnosti, lahko tudi ocenjevanje skupne kakovosti),
- deskriptivna ali opisna analiza (preiskovanje enega ali več vzorcev z namenom

označitve kakovosti in kvantitete ene ali več senzoričnih lastnosti).



Slika 7: Primeri običajnih linearnih lestvic (Golob in sod., 2006:40)



Slika 8: Primeri intenzivnostnih lestvic (a-številčna, b-grafična, c-opisna) (Golob in sod., 2006: 40)

### Opisna ali deskriptivna analiza

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

Opisna analiza je torej metoda, pri kateri senzorične lastnosti izdelka identificiramo, jih opišemo z besedo in nato tudi kvantitativno ovrednotimo (Golob in sod., 2006). Poznamo kvalitativne in kvantitativne deskriptivne metode, ki jih izvajajo visoko usposobljeni senzorični preskuševalci. Kvalitativni vidik ocenjevanja zajema definicijo izdelka in vključuje izgled, aromo, okus, teksturo ali njegove slušne lastnosti, po katerih se loči od primerljivega izdelka. Panel preizkuševalcev mora biti sposoben razlikovanja in ocenjevanja kvantitativnega ali intenzivnostnega vidika izdelka. Prav tako mora definirati

stopnjo izraženosti določene lastnosti. Dva izdelka lahko vključujeta isti kvalitativni deskriptor, vendar se razlikujeta po njegovi izraženosti, kar močno vpliva na končni senzorični profil izdelka (Meilgaard in sod., 2007). Deskriptor je definiran izraz (beseda ali opis), s katerim preskuševalec opiše zaznavo in omogoča ocenjevanje na neki intenzivnostni lestvici (Golob in sod., 2006).

Najbolj znane in uporabne metode opisne analize so (Golob in sod., 2006):

- profiliranje arome,
- kvantitativna opisna analiza,
- profiliranje teksture,
- metode senzoričnega spektra,
- profiliranje po lastni presoji.

Opisna analiza se uporablja v naslednjih primerih (Golob in sod., 2006):

- ko želimo natančno določiti senzorične lastnosti posameznega izdelka,
- ko želimo primerjati različne izdelke med seboj,
- za primerjavo izdelka s standardom,
- za testiranje obstojnosti izdelkov,
- široka možnost uporabe v študijah o onesnaževanju,
- pri razvijanju novih izdelkov ali izboljšavi obstoječih,
- za primerjavo senzoričnih lastnosti z instrumentalnimi, kemijskimi ali fizikalnimi lastnostmi,
- za primerjavo senzoričnih lastnosti izdelka z njegovo sprejemljivostjo pri potrošniku.

#### **2.5.4 Pomen in uporaba senzorične analize**

Pomen senzorične analize se kljub številnim sodobnim in visoko občutljivim metodam (plinska in tekočinska kromatografija, infrardeča in ultravijolična spektroskopija, masna spektroskopija, nuklearna magnetna resonanca) še povečuje, saj so instrumenti pogosto sposobni analize le posameznih sestavin, medtem ko so človekove zaznave sposobne ocene skupnega vtisa vonja, okusa, temperature in drugih taktilnih zaznav (Golob in sod., 2006). Njene priložnosti so predvsem na področju razvoja in raziskovanja, tržnih raziskav ter kontrole kakovosti živil (Muñoz, 2002).

Senzorična analiza je vsestransko uporabna pri (Golob in sod., 2006):

- kontroli kakovosti osnovnih surovin in končnih izdelkov,
- spremljanju kakovosti izdelkov med skladiščenjem,
- analizi konkurenčnih izdelkov,
- proučevanju vzrokov določenih sprememb v barvi, vonju, okusu, aromi, teksturi,
- primerjanju senzoričnih lastnosti izdelka z njegovimi instrumentalnimi, kemijskimi ali fizikalnimi lastnostmi,
- tržnih raziskavah,
- različnih hedoničnih analizah (ugotavljanje sprejemljivosti izdelka za potrošnika).

### 2.5.5 Senzorične lastnosti omak

Na senzorično kakovost pomembno vpliva čas skladiščenja, ki je zelo odvisen od vrste jedi in je v tesni povezavi z vrsto pakiranja, Številne nove tehnike pakiranja v vakuumu in pakiranje v modificirani atmosferi omogočajo bistveno daljše skladiščenje brez občutnega poslabšanja kakovosti, vendar ne morejo bistveno vplivati na barvo in teksturo omak v sestavljenih jedeh (Skvarča, 1995).

Za vsako omako je potrebno najprej definirati njeno uporabnost. Marinada je lahko redkejša od omake, ki jo bomo uporabili kot preliv. Omake za pomakanje morajo biti dovolj zgoščene, da se oprimejo izdelka, zato morajo biti emulzije vode v olju, stabilizirane s škrobom ali emulgatorjem. Če se v omake pomaka izdelek z visoko vsebnostjo maščob, jim ni potrebno dodajati maščob za doseg ustreznega občutka v ustih, ker ji ga omogoča škrob. V nasprotju z omakami, v katere pomakamo zelenjavo, pri katerih je potreben dodatek maščob (Wade, 2005).

Omake so pomembni sestavni del jedi, pripravljenih po postopku *sous-vide*. Pravilna izbira stabilizatorjev in/ali zgoščevalnih sredstev je pomemben dejavnik, ki vpliva teksturo in končni izgled jedi (Gorris, 1996; Armstrong in McIlveen, 2000; Fagan in Gormley, 2005). Barva omake se spremeni, če jo izpostavimo svetlobi. Umetna barvila, prav tako tudi ekstrakti (npr. ekstrakt paprike), vendar v manjši meri, zagotavljajo stabilnost barve v daljšem časovnem obdobju. Razbarvanje in izguba arome ponavadi nista povezani s škrobom, temveč z ravnovesjem med kislinami in antioksidanti. V številnih primerih je razbarvanje posledica oksidacije, ki je neposredno povezana z vsebnostjo maščobe. Sestava in tip maščobe pomembno vplivata tako na barvo kot teksturo. Kelati, kot sta citronska in askorbinska kislina, se ponavadi uporabljajo pri zaščiti omak pred izgubo tipične barve (Wade, 2005).

Paradižnikova omaka je navadno zgoščena z nativnimi ali modificiranimi škrobi, ki imajo sposobnost zgoščevanja pri nizkem pH (Wade, 2005), kar se pogosto kaže kot kisli občutek v ustih, ki ga zmanjšamo z dodatkom majhnih količin sladkorja (Baggs, 2003).



### 3 MATERIALI IN METODE

#### 3.1 MATERIAL

Osnovni material so bile paradižnikove omake, narejene z dodatkom treh različnih zgoščeval in šestih različnih dodatkov soli. Torej, osemnajst eksperimentalnih skupin paradižnikovih omak smo izdelali v štirih proizvodnih ponovitvah (šaržah) na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil. Osnovne sestavine za izdelavo omak so bile voda, paradižnikova kaša, NaCl (kuhinjska morska sol), sladkor, sončnično olje, koruzni škrob, pšenična moka in brezglutenska moka Fenix (proizvajalec Klasje Celje, sestavine: koruzna moka, koruzni škrob, krompirjev škrob in gostilo guar gumi).

##### 3.1.1 Načrt poskusa

Omake smo kuhali po nekoliko prilagojenem receptu, uporabljenem v diplomski nalogi Stevanovičeve (1989), in je prikazan v preglednici 4. Omake so bile polnjene v steklene kozarce. Neposredno po izdelavi, pakiranju in pasterizaciji (v konvektomatu Rational, do središčne temperature 80 °C) smo vzorce skladiščili v hladilniku pri temperaturi 4 °C.

Eksperimentalne skupine omak so se razlikovale glede na vrsto uporabljenega zgoščevala in vsebnosti soli. Vzorci 1-6 so vsebovali pšenično moko, 7-12 koruzni škrob, 13-18 pa brezglutensko moko. Znotraj vsakega sklopa šestih omak smo izdelali kontrolno omako z vsebnostjo soli po osnovnem receptu (15 g) ter še pet skupin omak z dodatkom soli, zmanjšanim za 10, 20, 30, 50 in 70 % (preglednica 4).

**Preglednica 4: Receptura paradižnikove omake (% , g) in oznake eksperimentalnih skupin v našem poskusu**

Zmanjšanje soli (%)	Sestavina	(g)	(%)	Gostilo / oznaka omake		
				pšenična moka	koruzni škrob	brezglutenska moka
	voda	450	34,9			
	paradižnikova kaša	330	28,3			
	olja	40	4,6			
	gostilo	18	2,1			
0	kuhinjska sol	15	1,8	1	7	13
10		13,5	1,6	2	8	14
20		12	1,4	3	9	15
30		10,5	1,2	4	10	16
50		7,5	0,9	5	11	17
70		4,5	0,5	6	12	18

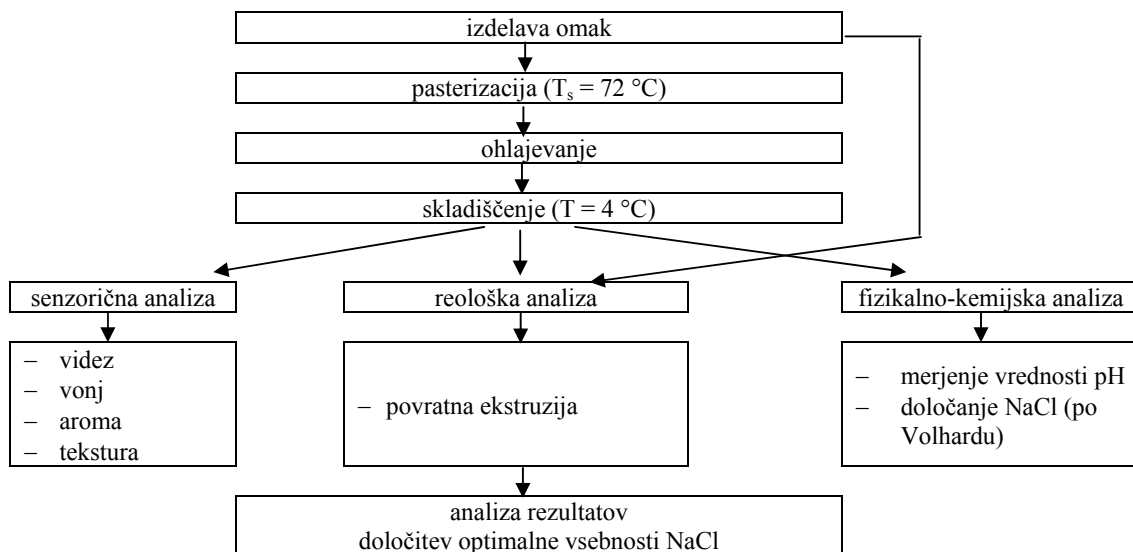
Pred pasterizacijo smo od pripravljene tople omake 300 ml odlili v tri steklene valje (po 100 ml v vsakega), jih temperirali pri temperaturi 60 °C in izvedli instrumentalne meritve povratne ekstruzije. Na enak način smo te meritve ponovili po pasterizaciji na ohlajenih

omakah (4 °C). Na ohlajenih omakah pa smo opravili tudi merjenje pH in določili vsebnost NaCl.

Senzorično analizo smo izvedli po vsaki posamezni proizvodni ponovitvi, izdelava omak v eni ponovitvi je trajala tri dni. Torej, na vsakem od štirih ocenjevanj smo analizirali po osemnajst paradižnikovih omak. Vzorce je ocenil tričlanski panel z analitičnim deskriptivnim testom s točkovanjem.

### 3.1.2 Priprava vzorcev

Omake smo pripravili po naslednji recepturi: mešanico 450 ml vode in 300 ml (330 g) paradižnikove kaše smo zavreli in dodali kuhinjsko sol glede na načrt poskusa (15 g, 13,5 g, 12 g, 10,5 g, 7,5 g in 4,5 g), 9 g sladkorja, 40 g olja in 18 g zgoščevala (pšenične moke, koruznega škroba ali brezglutenska moke). Vsebino smo 5 minut homogenizirali s paličnim mešalnikom in 15 minut ob stalnem mešanju kuhali na zmernem ognju. Nato smo vzorce zaprli v steklene kozarce in jih pasterizirali uro in pol pri 80 °C. Vzorce smo skladiščili v hladilniku na temperaturi 4 °C.



Slika 9: Načrt poskusa

## 3.2 METODE DELA

### 3.2.1 Senzorična analiza

Senzorično analizo je izvajal tričlanski panel sestavljen iz izkušenih preskuševalcev (ekspertov) Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti.

Vzorci omak smo prelili v označene skodelice in jih pogreli. Regeneracija je potekala v mikrovalovni pečici (700W) do središčne temperature približno 80°C. Vzorce smo naključno označili. Senzorična komisija je vzorce ocenjevala neposredno iz porcelanastih skodelic.

Izbor ocenjevanih senzoričnih lastnosti in tehniko ocenjevanja smo izbrali na osnovi poskusnega ocenjevanja. Senzorično analizo smo izvedli s točkovanjem lastnosti iz skupine analitičnih deskriptivnih testov z nestrukturirano točkovno lestvico.

Panel je iz vrednotil naslednje senzorične lastnosti:

#### **Videz**

Stabilnost (1-7 točk)

7-stabilen vzorec, brez izločene maščobe in/ali vode

1-nestabilen vzorec z veliko izločene maščobe in/ali vode

Konsistenca (1-4-7 točk)

1-tekoča konsistenca

4-optimalna konsistenca

7-čvrsta konsistenca

#### **Vonj**

Značilnost vonja (1-7 točk)

7-odlično izražen, značilen vonj omake

1-zelo slabo izražen, netipičen vonj

#### **Okus**

Slanost (1-4-7 točk)

7-preslana omaka

4-omaka z optimalno slanostjo

1-premalo slana omaka

#### **Aroma**

Značilnost arome (1-7 točk)

7-značilna, dobro izražena aroma paradižnikove omake

1-neizrazita in neznačilna aroma paradižnikove omake

## Tekstura

Homogenost (1-7 točk)

1-nehomogena omaka

7-homogena omaka

Občutek v ustih (1-7)

7-omaka z normalnim oz. optimalnim občutkom v ustih, brez pookusa

1-omaka se lepi na nebo ali zobe, ima močan pookus

### 3.2.2 Reološke analize omak

#### Merjenje teksture s povratno ekstruzijo

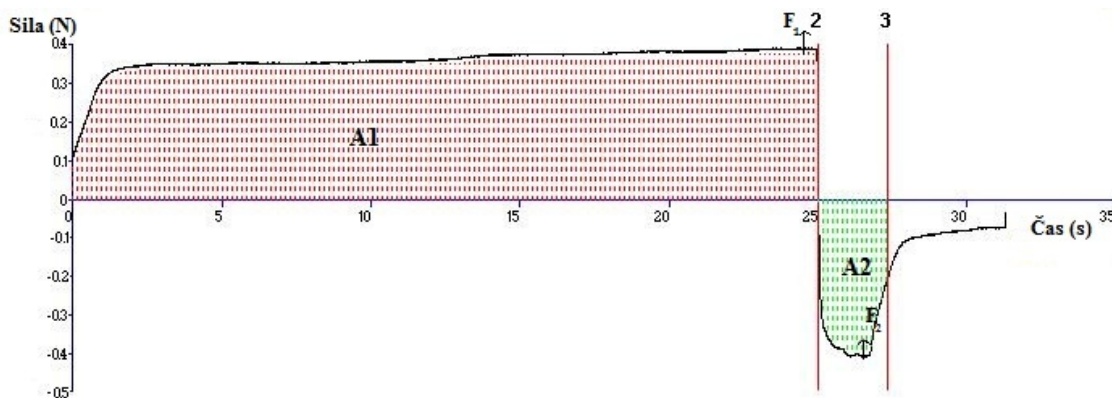
Teksturo omak smo merili z aparaturo Texture Analyzer TA~XTPlus na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti. Vsak vzorec je bil izmerjen v treh ponovitvah.

#### Postopek dela

Test smo izvedli z uradno metodo za merjenje reoloških lastnosti polnomastne majoneze in majoneze z manj maščobe (full-fat and low-fat mayonnaise back extrusion), kjer so nastavljeni naslednji parametri:

- pred-testna hitrost: 1mm/s
- testna hitrost: 1mm/s
- hitrost po izvedenem testu: 10mm/s
- razdalja: 25mm

Aparat je potrebno najprej kalibrirati z dvokilogramsko utežjo. Tople vzorce smo temperirali pri 60 °C, hladne pa na 4 °C. Značilna krivulja se je izrisala na ekranu z napravo povezanega računalnika (slika 10). Dobljeni rezultati predstavljajo čvrstost (F1), konsistenco (A1), kohezivnost (F2) in indeks viskoznosti (A2).



Slika 10: Značilna krivulja povratne ekstruzije

### 3.2.3 Fizikalno-kemijska analiza

#### 3.2.3.1 Merjenje vrednosti pH

Direktno merjenje vrednosti pH smo izvedli neposredno v steklenih kozarcih z vbodno kombinirano stekleno gelsko elektrodo tipa 03 (Testo pH elektroda) priključeno na pH meter (Testo 230, Testo, Italija) opremljen s temperaturnim tipalom (Testo, 0613 2211). Natančnost merjenja je bila  $\pm 0,01$  enote. pH meter je bil umerjen na pH 4,00 in pH 7,00.

#### 3.2.3.2 Določanje vsebnosti natrijevega klorida z metodo po Volhardu

##### **Princip:**

Kloride oborimo z  $\text{AgNO}_3$ , prebitek  $\text{AgNO}_3$  določimo z rodanidom v kislem mediju, prebitek rodanida pa določimo z  $\text{Fe}^{3+}$  soljo v kislem mediju, pri čemer dobimo intenzivno rdečo barvo Fe(III)tiocianata.

##### **Pribor:**

- graduirana 100 ml erlenmajerica z obrusom,
- graduirane pipete, 5 in 10 ml,
- pipeta, 20 ml,
- bireta,
- erlenmajerica 250 ml,
- lij,  $2r = 7$  cm.

##### **Reagenti:**

- 0,1 M raztopina srebrovega nitrata: 16,987 g  $\text{AgNO}_3$  p.a. v 1000 ml raztopine. Popolnoma suh  $\text{AgNO}_3$  dobimo s sušenjem pri  $220^\circ\text{C}$  v petnajstih minutah.
- 0,1 M raztopina kalijevega ali amonijevega rodanida: približno 0,72 g KCNS ali približno 7,61 g  $\text{NH}_4\text{CNS}$  v 1000 ml raztopine. Točen titer določimo s titriranjem z 0,1 M  $\text{AgNO}_3$  po Volhardu.
- 10 % dušikova kislina,
- dietileter,
- nasičena raztopina amonijevega ferisulfata  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \times \text{Fe}(\text{SO}_4)_3 \times 24 \text{H}_2\text{O}$
- Carrezova raztopina:  
raztopina kalijevega fero cianida: 150 g  $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6 \times 3\text{H}_2\text{O}$  v 1000 ml,  
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) homogeniziranega vzorca zatehtamo v 100 ml erlenmajerico z obrusom. Dodamo 50 ml destilirane vode in magnetno mešalo. Erlenmajerico brez zamaška postavimo na magnetno mešalo za 20 minut (mešanje 7, segrevanje 9). Po ohlادitvi dodamo po 10 ml Carrezove raztopine I in II, da se balastne snovi sesedejo, nato dopolnimo do 100 ml in premešamo. Ko se usedlina sesede, jo filtriramo skozi nagubani filtrirni papir. Filtriramo ves vzorec. Nekaj prvih ml filtrata odstranimo, 10 ml popolnoma bistrega filtrata (1 g vzorca) pa s pipeto nakapljamo v erlenmajerico, ki drži 250 ml, dodamo 10 ml natančno odmerjene 0,1 M raztopine srebrovega nitrata (po pričakovani vsebini soli), 10 ml 10%-ne dušikove kisline in 5 ml dietiletra. To premešamo in ko se tekočina zbistri, dodamo s kapalko 2,5 ml raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek

srebrovega nitrata pa titriramo z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida, dokler se ne pokaže obstojna rdečkasta barva. Po porabljeni količini 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 2,5 ml raztopine amonijevega ferisulfata, ostanek srebrovega nitrata pa titriramo z 0,1 M raztopino amonijevega rodanida (NH<sub>4</sub>CNS), dokler se ne pokaže obstojna rdečkasta barva.

Račun:

$$\% \text{ soli} = \frac{(a - b) \times M \times 58,46}{\text{masa vzorca}} \quad \dots (1)$$

a = ml NH<sub>4</sub>CNS porabljeni za titracijo slepega vzorca,

b = ml NH<sub>4</sub>CNS porabljeni za titracijo vzorca,

M = molarost NH<sub>4</sub>CNS,

1 ml 0,1 M AgNO<sub>3</sub> odgovarja 0,005846 g NaCl.

### 3.2.4 Statistična analiza

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

Za analizo vpliva izbranega gostila in dodatka soli na teksturne, senzorične in kemijske parametre paradižnikovih omak smo uporabili statistični model, v katerega smo vključili fiksne vplive gostila (G: pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka), dodatka soli (D: kontrola oz. -0%, -10%, -20%, -30%, -50% in -70% soli) in ponovitve (P: 1-4) ter interakcijo gostilo×dodatek soli:  $y_{ijkl} = \mu + G_i + D_j + P_k + G \times D_{ij} + e_{ijkl}$ . Pričakovane povprečne vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in primerjane pri 5 % tveganju.

Metoda PCA je zelo primerna za vizualizacijo kompleksnih podatkovnih matrik. Z njo skrčimo informacije na nekaj osi v večdimenzionalnem prostoru. Ponavadi že tri do pet osi predstavlja zadostno vrednost variance, da lahko predstavimo najpomembnejše podatkovne strukture (Adams, 1998). Metoda glavnih osi je transformacija koordinatnega sistema na osnovi statističnih količin, pri tem tvorimo nove osi iz linearne kombinacije starih (izhodnih) podatkov. Osnovno izhodišče PCA je predpostavka, da so stare koordinate seboj odvisne, torej obstajajo med njimi določene korelacije. Namen PCA je poiskati tiste koordinate, ki so v danem merskem prostoru najbolj značilne (nosijo največji odstotek vseh informacij) (Adams, 1998).

Linearna diskriminantna analiza (LDA) pa se uporablja za ločevanje med dvema ali več skupinami podatkov. Glavni princip delovanja je najti tiste smeri v večvariatnem prostoru, ki najbolje ločujejo posamezne skupine vzorcev. Ko določimo prvo novo smer, poiščemo naslednjo takšno smer z enakimi zahtevami oziroma lastnostmi, toda z omejitvijo, da informacije, vsebovane v obeh smereh, ne korelirajo. Postopek iskanja novih smeri se zaključi, ko poiščemo zadostno število novih smeri, ki zadovoljivo opišejo sistem (Adams, 1998).

## 4 REZULTATI

V nadaljevanju so podane preglednice z rezultati senzorične, fizikalno-kemijske in reološke analize s pripadajočimi komentarji statistične obdelave.

### 4.1 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

V preglednici 5 so prikazani rezultati senzorične analize paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi vrednostmi vsebovanega NaCl in tremi različnimi gostili, v preglednici 6 pa so predstavljeni viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na senzorične lastnosti ocenjenih omak.

Iz preglednice 5 lahko povzamemo, katere senzorične lastnosti so v poskusu najbolj variabilne, njihove največje, najmanjše in srednje vrednosti ter standardni odklon. Največjo variabilnost rezultatov senzorične analize sta pokazali lastnosti konsistenca in slanost (>16 %), najmanjšo pa vonj (5,3 %). Velika variabilnost se pojavlja tudi pri ostalih ocenjevanih senzoričnih lastnostih, posebej pri homogenosti in občutku v ustih (pod 10 %).

**Preglednica 5: Rezultati senzorične analize paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Lastnost (točke)	n	Vrednost			so	KV(%)
		povprečna	najmanjša	največja		
konsistenca (1-4-7)	216	4,1	2,5	6,0	0,7	16,4
stabilnost (1-7)	216	5,2	4,0	6,0	0,4	8,0
homogenost (1-7)	216	5,3	4,0	6,5	0,5	8,8
vonj (1-7)	216	5,3	5,0	6,0	0,3	5,3
aroma (1-7)	216	5,0	4,0	6,0	0,4	7,5
slanost (1-4-7)	216	4,5	2,5	6,5	0,9	20,7
občutek v ustih (1-7)	216	5,4	3,5	6,5	0,5	8,5

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

Iz preglednice 6 je razvidno, da vrsta gostila značilno ( $p < 0,0001$ ) vpliva na konsistenco in homogenost, prav tako značilno ( $p < 0,01$ ) vpliva na stabilnost in občutek v ustih, ne vpliva pa na vonj, aromo in slanost ( $p > 0,05$ ). Dodatek soli značilno vpliva na konsistenco in slanost ( $p < 0,0001$ ), vonj in aromo ( $p < 0,01$ ) ter občutek v ustih ( $p < 0,05$ ), ne vpliva pa na stabilnost in homogenost omak. Proizvodna ponovitev vpliva na vse lastnosti: na konsistenco, stabilnost, homogenost, občutek v ustih in slanost ( $p < 0,0001$ ) ter vonj ( $p < 0,05$ ). Na aromo proizvodna ponovitev nima statistično značilnega vpliva. Interakcija gostila in dodatka soli značilno vpliva na homogenost in stabilnost ( $p < 0,05$ ), na ostale lastnosti pa ne vpliva značilno.



**Preglednica 6: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na senzorične lastnosti paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah**

Lastnost (točke)	Vir variabilnosti ( <i>p</i> –vrednost)			
	gostilo	dodatek soli	ponovitev	gostilo×dodatek soli
konsistenca (1-4-7)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,4273
stabilnost (1-7)	0,0011	0,0681	<0,0001	0,0124
homogenost (1-7)	<0,0001	0,0717	<0,0001	0,0004
vonj (1-7)	0,4378	0,0012	0,0378	0,4112
aroma (1-7)	0,9379	0,0002	0,0519	0,2067
slanost (1-4-7)	0,2851	<0,0001	0,0009	0,4833
občutek v ustih (1-7)	0,0343	0,0127	<0,0001	0,7700

*p* ≤0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; *p* ≤0,01 statistično visoko značilen vpliv; *p* ≤0,05 statistično značilen vpliv; *p* >0,05 statistično neznačilen vpliv.

Iz preglednice 7 je razvidno, da se paradižnikove omake po senzorični kakovosti značilno razlikujejo. Konsistenca omak iz pšenične moke je na splošno manj čvrsta kot pri omakah iz koruznega škroba in nekoliko bolj čvrsta kot omake iz brezglutenske moke (razlike so značilne samo v primerih, ko smo vsebnost soli zmanjšali za 10 %, 20 % in 70 %). Stabilnost omak iz pšenične moke je slabša kot iz koruznega škroba in brezglutenske moke, značilni sta samo dve razliki, pri zmanjšanju soli za 30 % in 50 %. Statistično značilno najbolj homogena omaka je bila omaka iz brezglutenske moke (v povprečju 5,5 točke), nekoliko manj homogena je omaka iz pšenične moke (5,3 točke), najmanj homogena pa je omaka koruznega škroba (5,0 točke) (podatki v preglednicah niso navedeni).

**Preglednica 7: Vpliv vrste gostila in dodatka soli na senzorično kakovost paradižnikovih omak (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Lastnost (točke)	Dodatek soli/gostilo	brezglutenska moka	koruzni škrob	pšenična moka
konsistenca (1-4-7)	0	3,8 ±0,3ab	4,2 ±0,7	4,0 ±0,6ab
	-10 %	4,2 ±0,2Ba	4,7 ±0,3A	4,4 ±0,6Ba
	-20 %	4,2 ±0,4ABa	4,5 ±0,6A	4,1 ±0,5Bab
	-30 %	3,8 ±0,9ab	4,1 ±0,8	3,8 ±0,5b
	-50 %	3,9 ±0,2a	4,5 ±1,0	4,0 ±0,7ab
	-70 %	3,5 ±0,4Bb	4,3 ±0,6A	3,2 ±0,5Bc
stabilnost (1-7)	0	5,3 ±0,3	5,3 ±0,3ab	5,2 ±0,4
	-10 %	5,1 ±0,4	5,1 ±0,5b	5,0 ±0,3
	-20 %	5,1 ±0,4	5,3 ±0,3b	5,2 ±0,5
	-30 %	5,4 ±0,4A	5,0 ±0,6Bb	5,0 ±0,3B
	-50 %	5,3 ±0,4B	5,6 ±0,2Aa	5,0 ±0,4C
	-70 %	5,2 ±0,4	5,3 ±0,4ab	5,0 ±0,4

Se nadaljuje.

**Nadaljevanje preglednice 7: Vpliv vrste gostila in zmanjšanja dodatka soli na senzorično kakovost paradižnikovih omak (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ )**

Lastnost (točke)	Dodatek soli/gostilo	brezglutenska moka	koruzni škrob	pšenična moka
homogenost (1-7)	0	5,7 ±0,2A	5,0 ±0,4B	5,3 ±0,5Bbc
	-10 %	5,4 ±0,4A	4,9 ±0,4B	5,4 ±0,4Aab
	-20 %	5,4 ±0,6AB	5,2 ±0,3B	5,6 ±0,4Aa
	-30 %	5,8 ±0,3A	5,0 ±0,3C	5,3 ±0,5Babc
	-50 %	5,4 ±0,6	5,2 ±0,5	5,0 ±0,4c
	-70 %	5,5 ±0,4A	5,0 ±0,3B	5,5 ±0,2Aab
	vonj (1-7)	0	5,2 ±0,3	5,2 ±0,3
-10 %		5,3 ±0,3	5,2 ±0,3	5,3 ±0,3abc
-20 %		5,4 ±0,4	5,3 ±0,3	5,4 ±0,2ab
-30 %		5,3 ±0,3	5,4 ±0,2	5,5 ±0,3a
-50 %		5,2 ±0,3B	5,5 ±0,3A	5,4 ±0,2ABab
-70 %		5,2 ±0,2	5,3 ±0,3	5,1 ±0,2c
aroma (1-7)		0	5,1 ±0,4	4,8 ±0,3
	-10 %	5,0 ±0,3	5,0 ±0,4	5,0 ±0,4bc
	-20 %	5,1 ±0,4	5,1 ±0,4	5,3 ±0,5a
	-30 %	5,0 ±0,2B	5,3 ±0,3A	5,2 ±0,3Aab
	-50 %	5,0 ±0,3	5,2 ±0,4	5,2 ±0,3ab
	-70 %	5,0 ±0,3	4,9 ±0,5	4,8 ±0,4c
	slanost (1-4-7)	0	5,4 ±0,6a	5,8 ±0,3a
-10 %		5,1 ±0,5a	5,3 ±0,4b	5,2 ±0,2b
-20 %		4,9 ±0,8a	5,0 ±0,7b	4,9 ±0,6b
-30 %		4,3 ±0,8b	4,3 ±0,4c	4,5 ±0,3c
-50 %		3,7 ±0,4c	3,8 ±0,4d	4,0 ±0,5d
-70 %		3,4 ±0,4c	3,3 ±0,5e	3,1 ±0,3e
občutek v ustih (1-7)		0	5,5 ±0,3ab	5,3 ±0,4
	-10 %	5,5 ±0,4ab	5,3 ±0,2	5,3 ±0,5
	-20 %	5,6 ±0,3ab	5,4 ±0,3	5,6 ±0,4
	-30 %	5,8 ±0,3Aa	5,4 ±0,4B	5,5 ±0,4AB
	-50 %	5,5 ±0,3ab	5,4 ±0,4	5,3 ±0,4
	-70 %	5,3 ±0,7b	5,3 ±0,5	5,2 ±1,0

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

Občutek v ustih je podoben pri vseh omakah iz različnih zgoščeval, opazili smo le pomembnejšo razliko v tej lastnosti med brezglutensko moko in koruznim škrobom, ker je pri 30 % znižanju soli razlika tudi značilna, boljši občutek daje brezglutenska moka (preglednica 7).

Zmanjšanje dodatka soli v omake na njihovo konsistenco vpliva značilno šele pri -70 %, in

sicer pri pšenični in brezglutenski moki, kjer konsistenca postane nekoliko manj čvrsta. Na konsistenco omak iz koruznega škroba zmanjšanje soli ne vpliva. Zmanjšanje soli na stabilnost, homogenost, vonj in aromo omak iz brezglutenske moke in koruznega škroba nima značilnega vpliva. Statistično značilen vpliv zmanjšanja soli opazimo le pri homogenosti, vonju in aromi omake iz pšenične moki, kjer lahko posplošimo, da se parametri poslabšajo šele pri 70 % zmanjšanju soli. Zmanjšanje slanosti zaradi manjšega dodatka soli so ocenjevalci opazili pri vseh omakah, tako iz brezglutenske moke kot tudi iz koruznega škroba in pšenične moke. Manjšo slanost so ocenjevalci opazili pri 30 % zmanjšanju dodatka soli v omako iz brezglutenske moke, pri koruznem škrobu in pšenični moki pa že ob 10 %-nem zmanjšanju dodane soli. Vendar pa je potrebno poudariti, da so bile vse tri izhodiščne omake (tri gostila) močno preslane. Povzamemo lahko, da je optimalna slanost nekje med 50 % in 70 %-im zmanjšanjem dodane soli. Pri občutku v ustih lahko govorimo o značilnem vplivu dodatka soli le pri brezglutenski moki, kjer lahko povzamemo, da se občutek v ustih poslabša šele pri 70 %-nem zmanjšanju dodane soli, vendar je ocena še vedno dokaj dobra (5,3 točke).

#### 4.2 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE

Od fizikalno-kemijskih lastnosti smo na paradižnikovih omakah opravili merjenje vrednosti pH in analizo vsebnosti NaCl. Rezultati z izračunanimi statističnimi parametri so prikazani v preglednici 8.

**Preglednica 8: Rezultati meritev pH in vsebnosti NaCl (metoda po Volhardu) v paradižnikovih omakah, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi zgoščevali, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Parameter	n	Vrednost				KV(%)
		povprečna	povprečna	povprečna	so	
pH	72	4,4	4,2	4,5	0,1	1,8
NaCl (%)	144	1,7	0,6	2,6	0,6	33

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

Največjo variabilnost rezultatov kaže vsebnost NaCl (KV 33 %), medtem ko je bila variabilnost rezultatov meritev vrednosti pH dokaj nizka (pod 2 %). Variabilnost vsebnosti NaCl v paradižnikovih omakah je posledica zelo različnih dodatkov kuhinjske soli pri njihovi izdelavi in ni odraz odstopanj med paralelkami pri določanju.

**Preglednica 9: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na vrednot pH in vsebnost NaCl (po Volhardu) v paradižnikovih omakah, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah**

Parameter	Vir variabilnosti ( <i>p</i> –vrednost)			
	gostilo	dodatek soli	ponovitev	gostilo*dodatek soli
pH	0,1453	<0,0001	<0,0001	0,9924
NaCl (%)	0,3560	<0,0001	0,0359	0,2555

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

**Preglednica 10: Vpliv vrste zgoščeval in zmanjšanja dodatka soli na meritve pH in vsebnosti NaCl (po Volhadu) v paradižnikovih omakah (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).**

Parameter	dodatek soli/gostilo	brezglutenska moka	koruzni škrob	pšenična moka
pH	0	4,3 ±0,1b	4,3 ±0,1	4,3 ±0,1
	-10 %	4,3 ±0,1b	4,3 ±0,1	4,3 ±0,1
	-20 %	4,3 ±0,1b	4,3 ±0,1	4,3 ±0,1
	-30 %	4,4 ±0,1ab	4,3 ±0,1	4,3 ±0,1
	-50 %	4,4 ±0,1ab	4,4 ±0,1	4,4 ±0,1
	-70 %	4,5 ±0,0a	4,4 ±0,1	4,4 ±0,1
	NaCl (%)	0	2,3 ±0,1a	2,3 ±0,1a
-10 %		2,1 ±0,1b	2,3 ±0,1a	2,2 ±0,1b
-20 %		2,0 ±0,2b	2,0 ±0,1b	2,0 ±0,1c
-30 %		1,7 ±0,1c	1,7 ±0,1c	1,7 ±0,2d
-50 %		1,3 ±0,0Bd	1,4 ±0,1Ad	1,2 ±0,1Be
-70 %		0,7 ±0,1e	0,8 ±0,0e	0,8 ±0,1f

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

Vrednost pH omak se značilno poveča iz 4,3 na 4,5 šele po 70 %-em zmanjšanju soli, značilno pa je odvisna tudi od proizvodne ponovitve, le ta pa najbrž od uporabljenega paradižnika. Vrsta gostila in interakcija gostila in zmanjšanja dodatka soli statistično ne vplivata na vrednost pH. Podobno velja za vsebnost NaCl, na katero statistično značilno vplivata le zmanjšan dodatek soli ( $p < 0,001$ ) in proizvodna ponovitev ( $p < 0,05$ ).

Iz preglednice 10 je razvidno, da zmanjšanje dodane soli značilno vpliva le na vrednost pH paradižnikovih omak iz brezglutenske moke (z zmanjšanjem soli se vrednost pH poviša za dve desetinki enote), medtem ko na pH omake z drugima dvema zgoščevaloma vsebnost soli ne vpliva.

Iz druge polovice preglednice je razvidna tudi vsebnost NaCl v omakah, ki se sklada s po recepturi dodano soljo v posameznih eksperimentalnih skupinah. Razlike v vsebnosti NaCl med različnimi zgoščevali so zgolj naključne (neznačilne).

#### 4.3 REZULTATI REOLOŠKE ANALIZE

V našem poskusu smo na hladnih in toplih paradižnikovih omakah, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili, opravili tudi reološko analizo teksture, točneje teksturo omak smo ovrednotili z merjenjem povratne ekstruzije. Rezultati meritev z osnovnimi statističnimi parametri so prikazani v preglednici 11, v preglednici 12 pa viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na omenjene parametre povratne ekstruzije. V preglednicah 13 in 14 so ovrednoteni vplivi različnih uporabljenih zgoščeval in zmanjšanja dodane soli na teksturne lastnosti paradižnikovih omak, nazadnje pa je testirana tudi razlika med merjenji na hladnih in toplih omakah (preglednica 15).

**Preglednica 11: Rezultati merjenja povratne ekstruzije paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili, z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Temperatura omake	Parameter	n	Vrednost			so	KV(%)
			povprečna	minimalna	maksimalna		
vsi vzorci	čvrstost (N)	432	0,32	0,18	1,69	0,19	58
	konsistenca (Ns)	432	7,01	3,77	35,2	4,08	58
	kohezivnost (N)	432	0,31	-0,35	1,86	0,22	72
	indeks viskoznosti (Ns)	432	0,47	0,00	3,04	0,48	102
hladna	čvrstost (N)	216	0,43	0,21	1,69	0,21	49
	konsistenca (Ns)	216	9,80	4,75	35,22	4,39	45
	kohezivnost (N)	216	0,45	-0,35	1,86	0,25	56
	indeks viskoznosti (Ns)	216	0,85	0,21	3,04	0,42	50
topla	čvrstost (N)	216	0,21	0,18	0,44	0,03	14
	konsistenca (Ns)	216	4,40	3,77	5,73	0,41	9
	kohezivnost (N)	216	0,18	0,15	0,43	0,03	16
	indeks viskoznosti (Ns)	216	0,11	0,00	0,37	0,07	65

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

Največjo variabilnost povratne ekstruzije sta pokazala parametra indeks viskoznosti in kohezivnost (72-102%). Velika variabilnost se pojavlja tudi pri ostalih dveh parametrih čvrstosti in konsistence (58 %). Variabilnost je posledica uporabe gostil, ki ustvarjajo omake z zelo različnimi teksturami in niso posledica razlik med paralelkami meritev ( $p > 0,05$ , podatek ni prikazan v preglednicah).

**Preglednica 12: Viri variabilnosti in statistične značilnosti njihovega vpliva na parametre povratne ekstruzije hladnih in toplih paradižnikovih omak, narejenih z različnimi količinami dodanega NaCl in tremi različnimi gostili ter v štirih proizvodnih ponovitvah**

Temperatura omake	Parameter	Vir variabilnosti ( $p$ -vrednost)			
		gostilo	dodatek soli	ponovitev	gostilo×dodatek soli
hladne	čvrstost (N)	<0,0001	0,0007	<0,0001	0,0005
	konsistenca (Ns)	<0,0001	0,0008	<0,0001	0,0012
	kohezivnost (N)	<0,0001	0,0015	0,0002	0,0242
	indeks viskoznosti (Ns)	<0,0001	0,0024	0,0022	0,0129
tople	čvrstost (N)	0,0002	<0,0001	0,0109	<0,0001
	konsistenca (Ns)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
	kohezivnost (N)	0,0142	<0,0001	0,0188	<0,0001
	indeks viskoznosti (Ns)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

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

Iz preglednice 12 je jasno razvidno, da na parametre povratne ekstruzije hladnih paradižnikovih omak značilno vplivajo vsi vplivi, tako vrsta gostila, proizvodna ponovitev

( $p < 0,0001$ ), zmanjšanje dodatka soli ( $p < 0,01$ ) in interakcija vrste gostila in zmanjšane dodatka soli ( $p < 0,05$ ). Zelo podobno lahko ugotovimo tudi za *tope* paradižnikove omake, le da je v tem primeru tveganje o vplivu vrste gostila in ponovitve malenkost večje.

**Preglednica 13: Vpliv vrste gostila in zmanjšanja dodatka soli na teksturo hladnih paradižnikovih omak (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).**

Parameter	dodatek soli/gostilo	brezglutenska moka	koruzni škrob	pšenična moka
čvrstost (N)	0	0,36±0,06Bc	0,47±0,02Ab	0,28±0,04C
	-10 %	0,37±0,07Bbc	0,61±0,14Ab	0,29±0,04C
	-20 %	0,44±0,08Ba	0,59±0,15Ab	0,30±0,04C
	-30 %	0,41±0,06 Babc	0,69±0,31Aab	0,29±0,04B
	-50 %	0,43±0,07Bab	0,88±0,49Aa	0,26±0,04B
	-70 %	0,40±0,09Babc	0,60±0,17Ab	0,27±0,03C
	konsistenca (Ns)	0	8,15±1,24Bb	10,63±0,29Ab
-10 %		8,43±1,63Bb	13,82±2,89Ab	6,71±0,92C
-20 %		10,16±1,78Ba	13,26±3,01Ab	6,93±0,91C
-30 %		9,41±1,35Bab	14,73±6,08Aab	6,61±0,99B
-50 %		9,95±1,67Ba	18,73±9,59Aa	6,10±0,79B
-70 %		9,09±1,94Bab	13,37±3,61Ab	6,22±0,69C
kohezivnost (N)		0	0,31±0,22Bc	0,53±0,02Ab
	-10 %	0,38±0,09Bbc	0,73±0,19Aab	0,27±0,05Cab
	-20 %	0,50±0,15Ba	0,68±0,15Aab	0,28±0,05Ca
	-30 %	0,43±0,07Bab	0,74±0,32Aab	0,26±0,05Cab
	-50 %	0,45±0,07Bab	0,90±0,53Aa	0,24±0,04Bb
	-70 %	0,38±0,09Babc	0,59±0,15Ab	0,24±0,04Cab
	indeks viskoznosti (Ns)	0	0,74±0,16Bc	1,04±0,04Ab
-10 %		0,76±0,19Bbc	1,35±0,28Aab	0,51±0,14Cab
-20 %		0,99±0,26Ba	1,28±0,25Aab	0,55±0,13Ca
-30 %		0,87±0,14Babc	1,32±0,47Aab	0,49±0,15Cab
-50 %		0,91±0,14Bab	1,61±0,83Aa	0,41±0,12Cb
-70 %		0,78±0,17Bbc	1,11±0,22Ab	0,41±0,11Cb

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

Iz preglednice 13 je razvidno, da se teksture hladnih paradižnikovih omak statistično značilno razlikujejo glede na uporabljeno zgoščevalo. Povzamemo lahko, da je najbolj čvrsta, konsistentna (gosta, sprijeta), kohezivna (povezana) in viskozna omaka iz koruznega škroba, sledi ji omaka iz brezglutenske moka, nato pa omaka iz pšenične moka.

O vplivu zmanjšanja dodane soli na parametre teksture lahko rečemo, da večinoma je statistično značilen (povsod razen pri čvrstosti in konsistenci omake iz pšenične moka), vendar težko karkoli rečemo oz. razberemo iz dobljenih rezultatov.

**Preglednica 14: Vpliv vrste gostila in zmanjšanja dodatka soli na teksturo toplih paradižnikovih omak (Duncanov test,  $\alpha = 0,05$ ).**

Parameter	dodatek soli/gostilo	brezglutenska moka	koruzni škrob	pšenična moka
čvrstost (N)	0	0,22±0,02Ab	0,20±0,01Bc	0,21±0,03ABb
	-10 %	0,22±0,01bc	0,22±0,01b	0,24±0,08a
	-20 %	0,24±0,03Aa	0,22±0,03Bb	0,20±0,01Bb
	-30 %	0,22±0,01Abc	0,20±0,01Bc	0,20±0,02Bb
	-50 %	0,22±0,01Bbc	0,24±0,01Aa	0,19±0,01Cb
	-70 %	0,21±0,01Ac	0,20±0,01Abc	0,19±0,01Bb
konsistenca (Ns)	0	4,54±0,31Abc	4,00±0,12Bd	4,22±0,35Babc
	-10 %	4,62±0,35b	4,43±0,32bc	4,40±0,21a
	-20 %	4,93±0,60Aa	4,50±0,60Bb	4,38±0,18Ba
	-30 %	4,59±0,22Ab	4,04±0,21Cd	4,31±0,36Bab
	-50 %	4,50±0,23Bbc	4,98±0,36Aa	4,10±0,15Cb
	-70 %	4,27±0,18Ac	4,17±0,27ABcd	4,07±0,10Bc
kohezivnost (N)	0	0,18±0,01Ab	0,17±0,00Bc	0,16±0,01Bb
	-10 %	0,18±0,01b	0,18±0,01b	0,21±0,10a
	-20 %	0,20±0,03Aa	0,19±0,03Ab	0,16±0,01Bb
	-30 %	0,18±0,01Ab	0,17±0,01Bc	0,17±0,01Bb
	-50 %	0,18±0,01Bb	0,20±0,01Aa	0,16±0,00Cb
	-70 %	0,17±0,01Ab	0,17±0,01Ac	0,16±0,01Bb
indeks viskoznosti (Ns) 0	0	0,12±0,04Ab	0,04±0,01Bc	0,06±0,04B
	-10 %	0,15±0,05Ab	0,13±0,05Ab	0,06±0,04B
	-20 %	0,21±0,10Aa	0,15±0,11ABb	0,08±0,03B
	-30 %	0,15±0,03Ab	0,05±0,04Bc	0,08±0,05B
	-50 %	0,15±0,04Bb	0,21±0,06Aa	0,05±0,03C
	-70 %	0,11±0,03Ab	0,08±0,04Ac	0,05±0,03B

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

Iz preglednice 14 je sicer razvidno, da se teksture toplih paradižnikovih omak statistično značilno razlikujejo glede na uporabljeno zgoščevalo, vendar je težko iz podatkov potegniti enoznačne trditve. Povzamemo lahko, da je najbolj čvrsta omaka iz brezglutenske moke, sledi ji omaka iz koruznega škroba in nato omaka iz pšenične moke. Prav tako ima omaka iz brezglutenske moke najboljšo kohezivnost, konsistenco in indeks viskoznosti, sledi ji omaka iz koruznega škroba in nato omaka iz pšenične moke. Vendar pa so razlike med različnimi skupinami omak manjše in pogosto nasprotujoče.

Pri vplivu dodane soli na parametre teksture lahko rečemo, da večinoma je statistično značilen (povsod razen pri indeksu viskoznosti in omake iz pšenične moke), vendar iz takega načina prikaza rezultatov težko karkoli razberemo, zato smo v nadaljevanju opravili tudi multivariantno analizo pridobljenih podatkov.

**Preglednica 15: Vpliv temperature omake na instrumentalno izmerjene parametre teksture paradižnikovih omak z različnimi vrednostmi vsebovanega NaCl in tremi različnimi zgoščevali (n = 216, t-test v paru).**

Parameter	Temperatura		Razlika med temperaturama	t vred.	Značilnost (p vred.)
	hladna	topla			
čvrstost (N)	0,43	0,21	-0,22	-14,62	<0,0001
konsistenca (Ns)	9,80	4,40	-5,42	-17,5	<0,0001
kohezivnost (N)	0,45	0,18	-0,27	-15,21	<0,0001
indeks viskoznosti (Ns)	0,85	0,11	-0,75	-25,29	<0,0001

n – število določanj v poskusu

Preglednica 15 prikazuje, kako temperatura omake vpliva na instrumentalno izmerjene parametre teksture paradižnikovih omak z različnimi vrednostmi vsebovanega NaCl in tremi različnimi zgoščevali. Na hladnih omakah so bile izmerjene bistveno večje ( $p < 0,0001$ ) vrednosti za vse parametre povratne ekstruzije, čvrstost (49 %), konsistenco (45 %), kohezivnost (40 %) in indeks viskoznosti (13 %).

Na podlagi preglednic 13, 14 in 15 lahko zaključimo, da so meritve povratne ekstruzije na toplih paradižnikovih omakah bolj občutljive in primernejše kot meritve na toplih omakah. V preglednici pa 16 so prikazani tudi korelacijski koeficienti med senzoričnimi in instrumentalnimi parametri teksture, vendar tesnejše povezave med njimi nismo ugotovili ( $-0,17 < r < 0,15$ ).

#### 4.4 MULTIVARIANTNA ANALIZA

Dobljene rezultate smo najprej obdelali z analizo glavnih komponent (PCA), ki pa nam števila spremenljivk ni zmanjšala, temveč smo vse opazovane spremenljivke ali faktorje uporabili v linearni diskriminantni analizo (LDA), ki nam je na podlagi trinajstih parametrov omogočila 100 % pravilno razvrstitev vzorcev glede na uporabljeno gostilo in dodatek soli. Najprej so v preglednici 16 predstavljeni korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v analizi PCA.

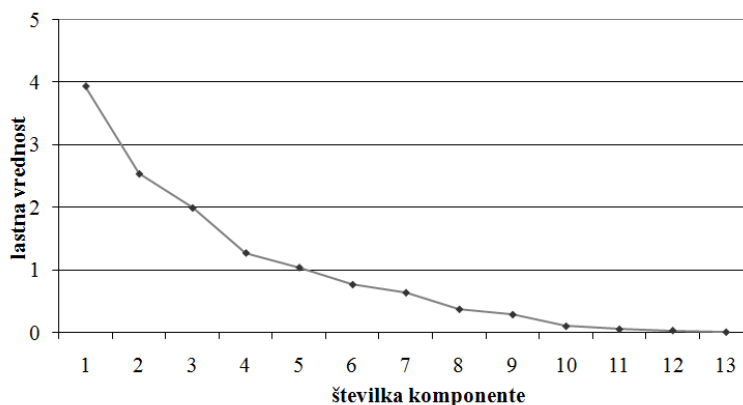


**Preglednica 16: Korelacijski koeficienti med spremenljivkami, uporabljenimi v PCA**

	stab_s	hom_s	v_s	a_s	slan_s	ovu_s	pH	NaCl	cvrst_i	konz_i	koh_i	I_i
konz_s	0,09	-0,26***	-0,08	0,07	0,31	0,23	-0,25**	0,32*	-0,11	-0,11	-0,06	-0,17
stab_s	1,00	0,34	0,27	-0,07	-0,05	0,43	0,24	0,05	0,13	0,14	0,13	0,15
hom_s		1,00	0,10	-0,01	-0,05	0,39*	0,13	0,00	-0,13	-0,12	-0,11	-0,09
v_s			1,00	0,39***	-0,02	0,19	-0,05	0,05	-0,13	-0,10	-0,14	-0,10
a_s				1,00	0,07	0,24*	-0,02	0,06	-0,04	-0,04	-0,03	-0,07
slan_s					1,00	0,11	-0,49***	0,89***	0,06	-0,01	0,10	-0,18
ovu_s						1,00	0,03	0,18	0,01	0,03	0,02	0,00
pH							1,00	-0,46	-0,08	-0,06	-0,07	0,05
NaCl								1,00	0,03	-0,05	0,07	-0,22
cvrst_i									1,00	0,99	0,96***	0,94***
konz_i										1,00	0,95***	0,96***
koh_i											1,00	0,91***
I_i												1,00

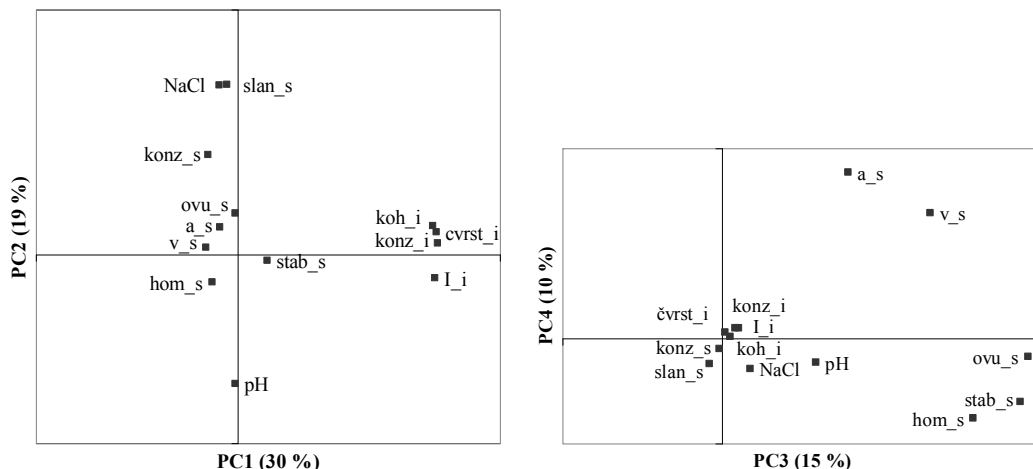
Legenda: konz\_s – konsistenca ocenjena senzorično, stab\_s – stabilnost, ocenjena senzorično, hom\_s – homogenost, ocenjena senzorično, v\_s – vonj, ocenjen senzorično, a\_s – aroma, ocenjena senzorično, slan\_s – slanost, ocenjena senzorično, ovu\_s – občutek v ustih, ocenjen senzorično, čvrst\_i – čvrstost, merjena instrumentalno, konz\_i – konsistenca, merjena instrumentalno, koh\_i – kohezivnost, merjena instrumentalno, I\_i – indeks viskoznosti.

Prvih pet glavnih komponent (PC) razloži 83 % skupne variabilnosti (30 %, 19 %, 15 %, 10 % in 8 %; slika 11). Vsaka glavna komponenta predstavlja neodvisen vzrok variabilnosti, torej so sosednje lastnosti v pozitivni korelaciji, lastnosti, ki so med seboj pravokotne (90°) so neodvisne, in lastnosti, ki so si nasproti (180°) so v negativni korelaciji. Vse glavne komponente so linearne kombinacije lastnosti, pri čemer lastnost, katere pravokotna projekcija na določeno glavno komponento je največja, predominantno opredeljuje to glavno komponento.



**Slika 11: Določitev števila glavnih komponent na osnovi grafične predstavitve lastnih vrednosti.**

Slika 12 (levo) prikazuje projekcijo spremenljivk v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima komponentama. Jasno lahko razlikujemo skupino spremenljivk, katerih pravokotna projekcija na prvo glavno komponento je največja. Ta skupina vključuje kohezivnost, čvrstost, konsistenco in indeks viskoznosti. Spremenljivke, katerih pravokotna projekcija na drugo glavno komponento je največja, so NaCl, slanost in konsistenca, ocenjeni senzorično, na nasprotni strani druge glavne komponente pa vrednost pH. Lastnosti, ki ležijo blizu druga drugi, so v visoki pozitivni korelaciji, kot sta to NaCl in slanost.

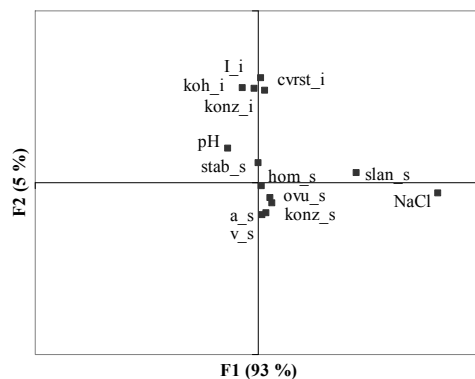


Legenda: glej preglednico 16.

**Slika 12: Projekcija spremenljivk v ravninama, definiranimi s prvo in drugo (levo) ter tretjo in četrto glavno komponento (desno).**

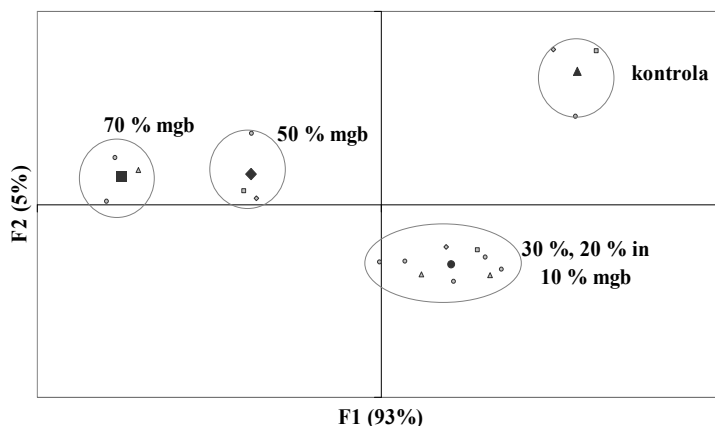
Slika 12 (desno) prikazuje projekcijo spremenljivk v ravnini, definirani s tretjo in četrto glavno komponento. Občutek v ustih, stabilnost, homogenost, vonj in aroma vplivajo na glavno komponento 3. Ostali parametri ležijo blizu izhodišča in ne vplivajo pomembno na komponenti 3 in 4.

Z analizo LDA smo določili dva najpomembnejša parametra: vsebnost NaCl in slanost (slika 13). Ostalih pet parametrov (čvrstost, indeks viskoznosti, konsistenca in kohezivnost, merjeni instrumentalno, ter vrednost pH) so poglavitni pri determiniranju druge ordinate. Ostali parametri (predvsem senzorične lastnosti) ne prispevajo veliko k porazdelitvi različnih omak v skupine. Pri LDA analizi (72 vzorcev, 13 lastnosti) smo dobili dve diskriminantni funkciji. Funkcija 1 pojasnjuje 93 % skupne variance in funkcija 2 pojasnjuje 5 %.



Legenda: glej preglednico 16.

**Slika 13: Projekcija spremenljivk v ravnini, definirani z analizo LDA.**



Legenda: 70 % mgb in 50 % mgb – omake, narejene iz vseh vrst zgoščeval in z 70 % oz. 50 % manj soli kot pri kontroli, 30 %, 20 % in 10 % mgb – omake, narejene iz vseh vrst zgoščeval ter z 30 %, 20 % ali 10 % manj soli kot pri kontroli (standarden dodatek soli in vsa tri zgoščevala).

**Slika 14: Projekcija podatkov o kemijskih, instrumentalnih in senzoričnih parametrih omak, narejenih z različnimi zgoščevali in različnim dodatkom soli v ravnini, definirani s prvima dvema glavnima funkcijama (LDA).**

Slika 14 kaže štiri ločene skupine. Prva skupina leži v desnem zgornjem kvadrantu in se razlikuje od druge skupine desno spodaj, v kateri so združeni vzorci vseh vrst zgoščeval in z 10 %, 20 % oziroma 30 % manj soli kot pri kontroli. V tretjo in četrto skupino sodijo omake za več kot 50 %-no redukcijo soli. Točnost razporeditve posameznih vzorcev v ustrezne skupine je bila 100 %.

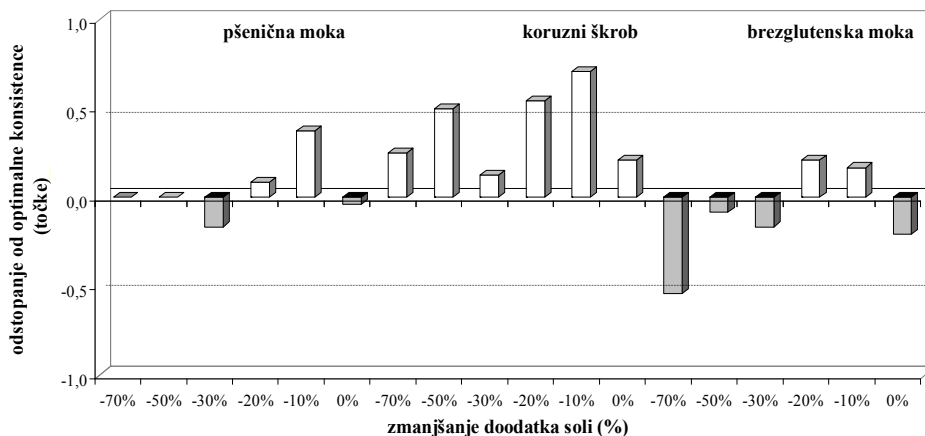
## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različne vrste dodanih zgoščevalnih sredstev in količina dodane soli vplivajo na senzorično kakovost in stabilnost paradižnikovih omak. Vplive različnih vrst zgoščevalnih sredstev (pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka) in dodatkov soli smo spremljali s senzoričnimi, reološkimi in fizikalno-kemijskimi metodami na osemnajstih eksperimentalnih skupinah paradižnikovih omak, izdelanih v štirih ponovitvah.

Postavili smo si dve osnovni hipotezi, (i) da bodo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi zgoščevali (pšenično moko kot standardom, brezglutensko moko in koruznim škrobom) ter (ii) da bomo določili najmanjšo vsebnost dodane kuhinjske soli, ki bo zagotavljala sprejemljivo in/ali optimalno senzorično kakovost, seveda za vsako zgoščevalo posebej. Obe hipotezi smo potrdili in v nadaljevanju navajamo ugotovitve in priporočila.

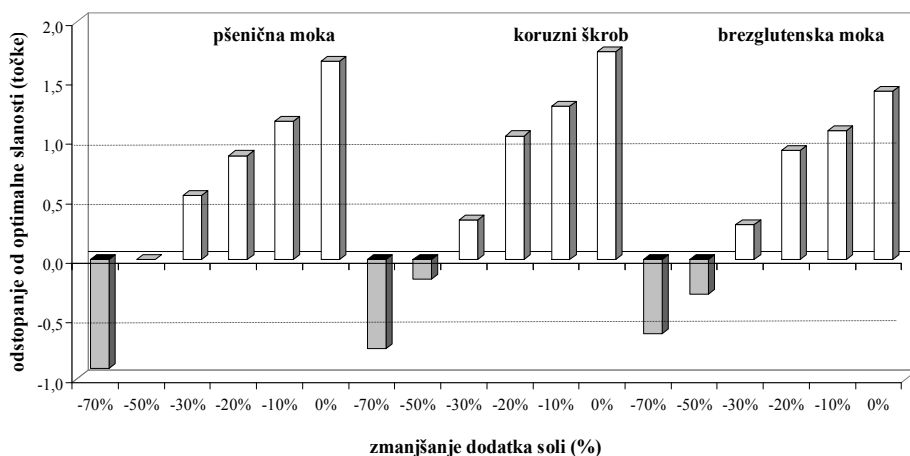
Največjo variabilnost med **senzoričnimi lastnostmi** omak smo zaznali v konsistenci in slanosti, kar pa je posledica uporabljenih zgoščeval (različne vrste škroba vplivajo predvsem na teksturo) ter zmanjšanja dodane soli in ni odraz odstopanj med ocenjevalci ( $p > 0,05$ ). Vrsta gostila vpliva predvsem na štiri senzorične lastnosti teksture, ne pa na vonj in aromo ter slanost. Omake iz pšenične moke so na splošno manj čvrste konsistence in stabilne kot omake iz koruznega škroba in nekoliko bolj čvrste in manj stabilne kot omake iz brezglutenske moke. Da imajo najboljšo reološko stabilnost omake zgoščene s koruznim škrobom je v svojem diplomskem delu ugotovila tudi Blaznik T. (2008). Omake iz brezglutenske moke pa so bolj homogene kot omake iz pšenične moke in koruznega škroba.



**Slika 15: Prikaz senzoričnih ocen odstopanja od optimalne konsistence paradižnikovih imak glede na različne skupine zgoščeval in zmanjšanje dodatka soli**

Iz slike 15, ki prikazuje odstopanja od optimalne konsistence (4 točke) glede na različne skupine zgoščeval in zmanjšanje dodatka soli, lahko povzamemo, da različna zgoščevala dajo omakam različno konsistenco, ki pa je optimalna le pri pšenični moki, pri koruznem škrobu prečvrsta (za okoli 0,5 točke), pri brezglutenski moki pa dokaj variabilna, običajno manj čvrsta vendar bolj stabilna. Če je interval sprejemljivosti za konsistenco omak med 3,5 in 4,5 točke, za ostale teksturne lastnosti pa najmanj 5 točk, potem samo koruzni škrob ni primeren zaradi prečvrste konsistence. Zmanjšanje dodatka soli v paradižnikovih omakah na njihovo konsistenco vpliva značilno šele pri -70%, in sicer pri pšenični in brezglutenski moki, kjer konsistenca postane nekoliko manj čvrsta.

Zmanjšanje slanosti zaradi **manjšega dodatka soli** so ocenjevalci opazili pri vseh omakah. Občutek zmanjšane slanosti so ocenjevalci opazili že pri 30 % zmanjšanju dodatka soli pri omaki iz brezglutenske moke, pri koruznem škrobu in pšenični moki pa že ob 10 % zmanjšanju dodane soli. Vendar pa je potrebno poudariti, da so bile vse tri izhodiščne omake (tri gostila) močno preslane.

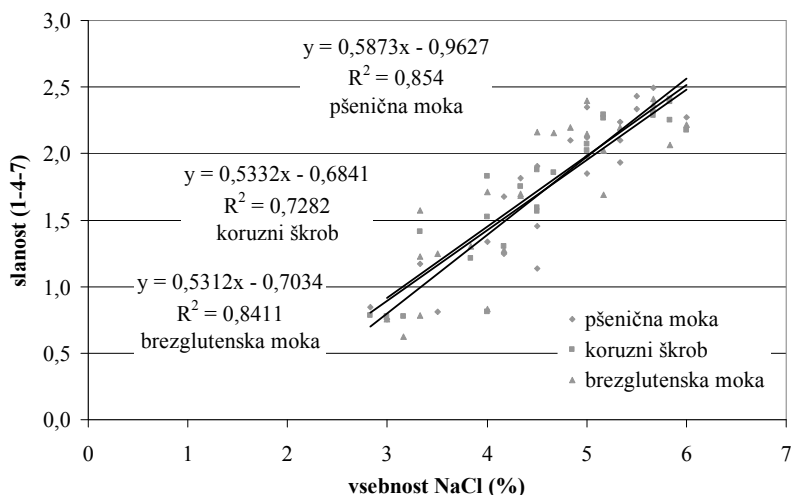


**Slika 16: Prikaz senzoričnih ocen odstopanja od optimalne slanosti paradižnikovih omak glede na različne skupine zgoščeval**

Iz slike 16, ki prikazuje odstopanja od optimalne slanosti (4 točke) glede na različne skupine zgoščeval, lahko povzamemo, da različna zgoščevala dajo omakam podoben občutek slanosti, ki pa je optimalen šele nekje med 30 % in 50 % zmanjšanjem dodatka soli. Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti za slanost omak med 3,5 in 4,5 točke, potem je potrebno omaki iz pšenične omake zmanjšati dodatek soli za 50 %, pri koruznem škrobu in brezglutenski moki pa med 30 % in 50 %. Ker pa zaradi priporočil želimo bolj radikalno zmanjšati slanost živil, in s tem tudi omak, pa lahko interval sprejemljivosti znižamo do 3 točk. Torej, v tem primeru pa lahko začetni dodatek soli zmanjšamo za 70 %, ne glede na uporabljeno zgoščevalo.

Od **fizikalno-kemijskih lastnosti** smo na paradižnikovih omakah opravili merjenje vrednosti pH in analizo vsebnosti NaCl. Največjo variabilnost rezultatov kaže vsebnost NaCl, kar je posledica zelo različnih dodatkov kuhinjske soli pri njihovi izdelavi in ni

odraz odstopanj med paralelkami pri določanju. V literaturi smo zasledili, da se v paradižnikove omake dodaja različne koncentracije soli – približno 1,2% na celotno količino omake (Mrlješ in sod., 2006). V našem poskusu smo dodali 1,8 % soli (začetna vrednost), kar se izkazalo za preveliko vrednost. Iz preglednice 10 je razvidno, da se je ta odstotek pri kemijski analizi še povečal, kar lahko pripišemo izparevanju vode med kuhanjem. V literaturi smo zasledili tudi podatek, da se sladkor v mesnih izdelkih dodaja med drugim tudi zato, da ublaži (prikrije) slan okus in izboljša aromo. (Gašperlin in Polak, 2010). Torej lahko sklepamo, da pride do prikrite slanosti tudi pri drugih izdelkih, kjer poleg soli uporabimo tudi sladkor. Na tem mestu moramo tudi poudariti zelo tesno, pozitivno in statistično značilno povezavo med slanostjo in vsebnostjo NaCl ( $0,73 < R^2 < 0,85$ ,  $p < 0,0001$ ). Odvisnost med senzorično ovrednoteno slanostjo paradižnikovih omak in vsebnostjo NaCl je prikazana tudi na sliki 17; sprememba slanosti paradižnikovih omak iz pšenične moke za 1 točko pomeni 0,59 % več/manj NaCl, za omake brezglutenske moke ter koruznega škroba pa 0,53 % več/manj NaCl.



**Slika 17: Odvisnost med senzorično ovrednoteno slanostjo paradižnikovih omak in vsebnostjo NaCl**

Opravili smo tudi reološko analizo paradižnikovih omak, da bi ovrednotili še vpliv zgoščeval in dodatka soli na njihovo teksturo oz. konsistenco. Tekstura hladnih in toplih paradižnikovih omak se statistično značilno razlikuje glede na uporabljeno zgoščevalo. Povzamemo lahko, da je najbolj čvrsta, konsistentna (gosta, sprijeta), kohezivna (povezana) in viskozna omaka iz koruznega škroba, sledi ji omaka iz brezglutenske moke, nato pa omaka iz pšenične moke. Delno se instrumentalne meritve teksture ujemajo s senzorično analizo teksture, tudi tesnejše povezave med njimi nismo ugotovili ( $-0,17 < r < 0,15$ ). Karas (2008) pa je v doktorski disertaciji primerjala senzorično in instrumentalno iz vrednotene vrednosti in na podlagi izračunane tesne korelacije ugotovila, da lahko senzorično ocenjevanje v celoti nadomestili samo z primernimi instrumentalnimi meritvami. Temperatura omake značilno vpliva na instrumentalno izmerjene parametre teksture paradižnikovih omak; na hladnih omakah so bile izmerjene bistveno večje ( $p < 0,0001$ ) vrednosti za vse parametre povratne ekstruzije, čvrstost (49 %), konsistenco

(45 %), kohezivnost (40 %) in indeks viskoznosti (13 %). Zato lahko zaključimo, da so meritve povratne ekstruzije na hladnih paradižnikovih omakah bolj občutljive in primernejše kot meritve na toplih omakah.

Z multivariantno analizo naših podatkov smo želeli vizualizirati kompleksne podatkovne matrike; s PCA skrčiti informacije na nekaj osi v večdimenzionalnem prostoru, z LDA pa čim bolj ločiti eksperimentalne skupine med seboj. Z PCA metodo se že pred leti Papadima in sod. (1999) ter Arvanitoyannis in sod. (2000) uspešno karakterizirali in opisali lastnosti grških mesnih izdelkov (suhih klobas in 'Cavourmas'). Še več, z LDA metodo so že uspešno izvedli statistično klasifikacijo različnih vrst tobaka (Xiang in sod. 2010) in sledljivost grškega olivnega olja (Cajka in sod., 2010). Dejansko se LDA verjetno najbolj pogosto uporablja za razpoznavanje vzorcev v analizi živil (Berrueta in sod., 2007), pri nas pa za klasifikacijo slovenskega medu (Bertoncelj in sod., 2011) in prepoznavanje slovenskega porekla borovnic (Može in sod., 2011). V našem poskusu nam je uspelo z LDA analizo (na podlagi 13-ih lastnosti, od katerih sta bili vsebnost NaCl in slanost najpomembnejši pri definiranju F1, čvrstost, indeks viskoznosti, konsistenca in kohezivnost, merjene instrumentalno, in vednost pH pa najpomembnejše lastnosti pri definiranju F2) porazdeliti vseh 18 eksperimentalnih skupin na štiri skupine (slika 14). Prvo skupino predstavljajo standardne oz. kontrolne omake, v katerih soli nismo zmanjševali, naredili pa smo jih iz vseh treh zgoščeval, moke, škroba in brezglutenske moke. Druga skupina obsega omake, narejene iz vseh vrst zgoščeval ter z 30 %, 20 % ali 10 % manj soli kot pri kontroli. V tretji in četrti skupini pa so omake, narejene iz vseh vrst zgoščeval in z 70 % (tretja) oz. 50 % (četrt) manj soli kot pri kontroli.

Na osnovi navedenih rezultatov lahko zaključimo, da je omaka, ki hkrati zadosti potrebam po znižanju soli in dobrih reoloških in senzoričnih lastnostih omaka s 50 % zmanjšano vsebnostjo soli in pšenično moko kot uporabljenim zgoščevalnim sredstvom. Zadovoljive rezultate dobimo tudi z brezglutensko moko (najbolj homogena omaka), koruzni škrob pa je kot zgoščevalo najmanj ustrezen, predvsem zato, ker da omakam preveč čvrsto in viskozno strukturo. Glede na sliko 10 bi lahko rekli, da je sicer primerno tudi zmanjšanje soli za več kot 50 % (še posebej glede na visoko začetno koncentracijo, tj. 1,8 g soli/100 g omake), vendar bi bilo potrebno skleniti prevelike kompromise glede senzorične kakovosti – oceni vonja in arome v tem primeru pri pšenični moki in koruznem škrobu ne dosežeta predvidene meje sprejemljivost 5,0 točk.

## 5.2 SKLEPI

Na osnovi rezultatov senzorične, reološke in fizikalno-kemijske analize vseh osemnajstih omak, zgoščenih s tremi različnimi vrstami zgoščevalnega sredstva in šestimi različnimi količinami dodane soli, lahko sklepamo sledeče:

- ugotovili smo razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi zgoščevali (pšenično moko kot standardom, brezglutensko moko in koruznim škrobom)
- **vrsta gostila** vpliva na vse instrumentalno merjene parametre povratne ekstruzije in senzorično ocenjene lastnosti teksture, ne pa na vonj in aromo ter slanost
- omake iz pšenične moke so manj čvrste konsistence in stabilne kot omake iz koruznega škroba in nekoliko bolj čvrste in manj stabilne kot omake iz brezglutenske moke
- omake iz brezglutenske moke so bolj homogene kot omake iz pšenične moke in koruznega škroba
- če je interval sprejemljivosti za konsistenco omak med 3,5 in 4,5 točke, za ostale teksturne lastnosti pa najmanj 5 točk, potem koruzni škrob ni primeren zaradi prečvrste konsistence
- premajhno slanost so ocenjevalci opazili že pri 30 % **zmanjšanju dodatka soli** pri omaki iz brezglutenske moke, pri koruznem škrobu in pšenični moki pa pri 10 % zmanjšanju
- med slanostjo in vsebnostjo NaCl obstaja pozitivna, zelo tesna in statistično značilna povezava ( $0,73 < R^2 < 0,85$ ,  $p < 0,0001$ ); sprememba slanosti paradižnikovih omak iz pšenične moke za 1 točko pomeni 0,59 % več/manj NaCl, za omake brezglutenske moke in koruznega škroba pa 0,53 % več/manj NaCl
- če predpostavimo, da je meja sprejemljivosti za slanost omak 3,5 točke, potem je potrebno omaki iz pšenične omake zmanjšati dodatek soli za 50 %, pri koruznem škrobu in brezglutenski moki pa med 30 % in 50 %
- zmanjšanje soli za več kot 50 % ni primerno, ker se večina ostalih senzoričnih parametrov poslabša pod predvideno mejo sprejemljivosti 5,0 točk
- meritve povratne ekstruzije na hladnih paradižnikovih omakah so bolj občutljive in primernejše kot meritve na toplih omakah



## 6 POVZETEK

Različne organizacije in potrošniki sami vedno bolj pritiskajo na živilsko-predelovalno industrijo, da le-ta razvija bolj zdrave izdelke. Po začetnem pritisku strokovne javnosti in osveščenih potrošnikov na industrijo, da se zmanjšuje vsebnosti maščob in sladkorja v živilih, se danes proizvajalci srečujejo z zahtevo po zmanjšani vsebnosti soli v svojih izdelkih. Zavedati se moramo, da proizvajalci težko usklajujejo zahteve trga, potrošnikov in zdravstvenih organizacij ter hkrati zagotavljajo tehnološko sprejemljivost svojih proizvodov.

Dandanes vemo, da kuhinjska sol oz. natrij negativno vpliva na človekovo zdravje, povzroča povišan krvni tlak in bolezni srca in ožilja. Številne študije navajajo, da ima previsok vnos soli tudi številne druge vplive, kot so zadrževanje vode, možganska kap, hipertrofija levega prekata, togost krvnih žil, napredovanje ledvičnih bolezni in albuminurije, želodčni rak, ledvični kamni, osteoporoza in astma. Namen diplomske naloge je bil ugotoviti kako različne vrste dodanih zgoščevalnih sredstev in količina dodane soli vplivajo na senzorično kakovost in stabilnost paradižnikovih omak. Vplive različnih vrst zgoščevalnih sredstev (pšenična moka, koruzni škrob in brezglutenska moka) in dodatkov soli smo spremljali s senzoričnimi, reološkimi in fizikalno-kemijskimi metodami na osemnajstih eksperimentalnih skupinah paradižnikovih omak, izdelanih v štirih ponovitvah.

Različna zgoščevala in koncentracije dodane soli smo določili na osnovi predposkusa. Omake smo skuhalo po nekoliko prilagojenem receptu, uporabljenem v diplomski nalogi Stevanovičeve (1989), toplim (takoj po izdelavi) in hladnim (po pasterizaciji in skladiščenju 24 ur v hladilniku pri 4°C) instrumentalno izmerili teksturo z metodo povratne ekstruzije ter določili vsebnost NaCl (po Volhardu) in izmerili vrednost pH. Na regeneriranih omakah smo opravili tudi senzorično analizo. Rezultate poskusa smo analizirali po metodi najmanjših kvadratov s postopkom GLM, povezave med parametri pa z multivariantnima metodama – PCA (*Principal component analyses*) in LDA (*Linear Descriptive Analysis*).

Predvideli smo, da (i) bodo zaznavne razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti paradižnikovih omak izdelanih z različnimi zgoščevali in da (II) bomo določili najmanjšo vsebnost soli, ki bo zagotavljala optimalno senzorično kakovost. Hipotezo (i) smo potrdili, kajti ugotovili smo razlike v instrumentalni in senzorični kakovosti paradižnikovih omak, izdelanih z različnimi zgoščevali (pšenično moko kot standardom, brezglutensko moko in koruznim škrobom). Vrsta gostila je vplivala značilno na vse instrumentalno merjene parametre povratne ekstruzije in senzorično ocenjene lastnosti teksture, ne pa na vonj in aromo ter slanost. Omake iz pšenične moke so bile manj čvrste konsistence in stabilne kot omake iz koruznega škroba in nekoliko bolj čvrste in manj stabilne kot omake iz brezglutenske moke; omake iz brezglutenske moke pa so bile bolj homogene kot omake iz pšenične moke in koruznega škroba. Če predpostavimo, da je interval sprejemljivosti za konsistenco omak med 3,5 in 4,5 točke, za ostale teksturne lastnosti pa najmanj 5 točk, potem koruzni škrob je manj primeren zaradi prečvrste konsistence. Premajhno slanost so ocenjevalci opazili že pri 30 %-nem zmanjšanju dodatka soli pri omaki iz brezglutenske moke, pri koruznem škrobu in pšenični moki pa pri 10 % zmanjšanju. Med slanostjo in

vsebnostjo NaCl obstaja pozitivna, zelo tesna in statistično značilna povezava ( $0,73 < R^2 < 0,85$ ,  $p < 0,0001$ ); sprememba slanosti paradižnikovih omak iz pšenične moke za 1 točko pomeni 0,59 % več/manj NaCl, za omake brezglutenske moke in koruznega škroba pa 0,53 % več/manj NaCl. Če predpostavimo, da je meja sprejemljivosti za slanost omak 3,5 točke, potem je potrebno omaki iz pšenične omake zmanjšati dodatek soli za 50 %, pri koruznem škrobu in brezglutenski moki pa med 30 % in 50 % (hipoteza ii). Zmanjšanje soli za več kot 50 % ni primerno, ker se večina ostalih senzoričnih parametrov poslabša pod predvideno mejo sprejemljivosti 5,0 točk. Meritve povratne ekstruzije na hladnih paradižnikovih omakah so bolj občutljive in primernejše kot meritve na toplih omakah. V prihodnje bi lahko podrobneje raziskali možnosti za izboljšanje senzorične kakovosti (uporaba začimbnih mešanic, nadomestki za NaCl,...) in hkrati ohranili majhno vsebnost soli.

## 7 VIRI

- Adams M. J. 1998. The principles of multivariate data analysis. V: Analytical methods of food authentication. Ashurst P. R., Dennis M. J. (eds.). London, Blackie Academic & Professional: 308-336
- Armstrong G. A., McIlveen H. 2000. Effects of prolonged storage on the sensory quality and consumer acceptance of *sous vide* meat-based recipe dishes. Food Quality and Preference, 11, 5: 377-385
- Arvanitoyannis I. S., Bloukas J. G., Pappa I., Psomiadou E. 2000. Multivariate data analysis of Cavourmas – a Greek cooked meat product. Meat Science, 54: 71-75
- Baggs C. 2003. A culinary approach to fortified foods: successful fortified foods utilize cleverly assembled systems of flavoring components as well as encapsulated nutrients. Specific formulation tactics, based on a distinctive culinary perspective, provide solutions to the challenge of off-flavored nutritional products. Prepared Foods, 172, 9: 36-41
- Belitz H.D., Grosch W. 2009. Food chemistry. 4<sup>th</sup> ed. Berlin, Springer-Verlag: 315-327
- BeMiller J. N., Whistler R. L. 1996. Carbohydrates: Starch. V: Food chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Fennema O.R. (ed.). New York, Marcel Dekker: 190-204
- Bergara-Aimeida S., da Silva M. A. A. P., 2002, Hedonic scale with reference: Performance in obtaining predictive models. Food Quality and Preference, 13: 57-64
- Berrueta L. A., Alonso-Salces R. M., Heberger K. 2007. Supervised pattern recognition in food analysis. Journal of Chromatography A, 1158: 196-214
- Bertoncelj J., Polak T., Kropf U., Korošec M., Golob T. 2011. LC-DAD-ESI/MS analysis of flavonoids and abscisic acid with chemometric approach for the classification of Slovenian honey. Food Chemistry, 127: 296-302
- Blaznik T. 2008. Vpliv zgoščevalcev na reološke lastnosti omak v pasteriziranih ohlajenih gotovih jedeh. Diplomsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 70 str.
- Bourne M.C. 2002. Food texture and viscosity: Concept and measurement. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Academic Press: 127-134
- Brandsma I. 2007. Low salt high taste. Innovations in Food Technology, 37: 72-74
- Buleon A., Colonna P. 2007. Physicochemical behaviour of starch in food applications. V: The chemical physics of food. Belton P. (ed.). Oxford, Blackwell Publishing Ltd.: 20-67

- Cajka T., Riddellova K., Klimankova E., Cerna M., Pudil F., Hajslova J. 2010. Traceability of olive oil based on volatiles pattern and multivariate analysis. *Food Chemistry*, 121: 282-289
- Cobcroft M., Tikellis K., Busch J.L. H. C. 2008. Salt reduction-a technical overview. *Food Australia*, 60, 3: 83-86
- deMan J. 1999. Principles of food chemistry. 3<sup>rd</sup> ed. Maryland, An Aspen Publications: 520 str.
- Fagan J.D., Gormley T.R. 2005. Effect of *sous vide* cooking, with freezing, on selected quality parameters of seven fish species in a range of sauces. *European Food Research and Technology*, 220: 299-304
- Fox B. A., Cameron A. G. 1995. Food science, nutrition and health. 6<sup>th</sup> ed. London, Edward Arnold: 95-113
- Frank P. 2005. Starch to rescue: this multifunctional ingredient helps fulfill a variety of needs in everything from soup to nuts. *Prepared Foods*, 174, 9: 81-88
- Fredriksson H., Silverio J., Andresson R., Eliasson A. C., Aman P. 1998. The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and rétrogradation properties of different staches. *Carbohydrate Polymers*, 35: 119-134
- FSA. 2009. Agency publishes 2012 salt reduction targets. Aberdeen, Food Standards Agency: 3 str.  
[http://www.food.gov.uk/scotland/aboutus\\_scotland/pressreleases/2009/may/2012saltreductiontargets](http://www.food.gov.uk/scotland/aboutus_scotland/pressreleases/2009/may/2012saltreductiontargets) (januar 2012).
- 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. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 72 str.
- Golob T., Bertoneclj J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.
- Golob T., Jamnik M. 2004. Vloga senzorične analize pri zagotavljanju varnosti živil. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi živilski dnevi 2004, Radenci, 18. in 19. marec 2004. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-115
- Golob T., Jamnik M., Bertoneclj J., Doberšek U. 2005 Senzorična analiza: metode in preskuševalci. *Acta Agriculturae Slovenica*, 85: 55-66
- Gorris L.G.M. 1996. 2<sup>nd</sup> European symposium on *sous vide*. *Trends in Food Science & Technology*, 7: 303-306

- Grüner H., Metz R. 2005. ABC kuharstva in prehrane. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 292-306
- Gujral H. S., Sodhi N. S. 2002. Back extrusion properties of wheat porridge (*Dalia*). *Journal of Food Engineering*, 52, 1: 53-56
- Hlaskan 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.
- Hoover R. 2001. Composition, molecular structure and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. *Carbohydrate Polymers*, 45: 253-267
- Karas R. 2008. Stabilnost alternativnega pigmenta razsoljenega mesa in njegova primernost za koagulante mesnih emulzij. Dokt. disertacija. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 140 str.
- Kelsey A.B. 2008. What is non-gluten flour? Fredericksburg, Conjecture Corporation: 4 str.  
<http://www.wisegeek.com/what-is-non-gluten-flour.htm> (30. September 2011)
- Kilcast D. 2004. Salt reduction: Salt provides flavour enhancement in numerous foods. How can such a dominant ingredient be reduced? *World of Food Ingredients*, Sept. 2004: 31-34
- Kilcast D., Angus F. 2007. Reducing salt in foods. Practical strategies. 1<sup>st</sup> ed. Cambridge, Woodhead Publishing Limited: 383 str.
- Kreft I. 1995. Ajda. Ljubljana, Kmečki glas: 112 str.
- Kropf U. 2009. Elementna in izotopska sestava medu iz različnih geografskih regij Slovenije. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 52-57
- Lambert Ortiz E. 1993. Enciklopedija začimb in dišav: praktični vodnik za kuharske mojstre. Ljubljana, Domus: 285 str.
- Lawless H. T., Heymann H. 1998. Sensory evaluation of food: Principles and practices. New York, Chapman & Hall: 395-405
- Lee S.-Y., Luna-Guzmán I., Chang S., Barrett D. M., Guinard J.-X. 1999. Relating descriptive analysis and instrumental texture data of processed diced tomato. *Food Quality and Preference*, 10: 447-455
- Mándala I. G., Savvas T. P., Kostaropoulos A. E. 2004. Xanthan and locust bean gum influence on the rheology and structure of a white-model sauce. *Journal of Food Engineering*, 64: 335-342

- Martinez-Padilla L.P., Rivera-Vargas C. 2006. Flow behaviour of Mexican sauces using a vane-in-a-large cup rheometer. *Journal of Food Engineering*, 72: 189-196
- McGee H. 2004. *On food and cooking: the science and lore of the kitchen*. New York, Simon & Schuster: 884 str.
- Meilgaard M., Civille G. V., Carr B. T. 2007. *Sensory evaluation techniques*. 4<sup>th</sup> ed. Boca Raton, CRC Press: 448 str.
- Milo Ohr L. 2001. Formulating with sense-product testing and standards to find the best taste. *Prepared Foods*, 170, 2: 37-40
- Mlinar K. 2012. *Dieta in prehrana, recepti in koristni nasveti*. Ljubljana, Med.over.net: 3 str.  
[http://med.over.net/za\\_bolnike/o\\_boleznih.php?full=1&id=20498](http://med.over.net/za_bolnike/o_boleznih.php?full=1&id=20498) (januar 2012)
- Moore C. O., Tuschhoff J. V., Hastings C. W., Schanefelt R. V. 1984. Applications of starches in foods. V: *Starch: chemistry and technology*. Whistler R. L., BeMiller J. N., Paschall E. F. (eds.). Orlando, Academic Press, Inc.; 575-591
- Morris V. J. 2004. Probing molecular interaction in foods. *Trends in Food Science Technology*, 15: 291-297
- Može Š., Polak T., Gašperlin L., Koron D., Vanzo A., Poklar Ulrih N., Abram V. 2011. Phenolics in Slovenian bilberries (*Vaccinium myrtillus* L.) and blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 13: 6998-7004
- Mrlješ R., Katičić J., Bogdanjić-Đurić S., Jović S. 2006. *Kuhinje Balkana: razkošje okusov za vse priložnosti*. Tržič, Učila International: 310 str.
- Muñoz A.M. 2002. Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*, 13: 329-339
- Paoletti F., Nardo N., Saleh A., Quaglia G. B. 1995. Back extrusion test on emulsions stabilized with whey protein concentrates. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 28: 616-619
- Papadima S. N., Arvanitoyannis I., Bloukas J. G., Fournitzis G. 1999. Thermometric model for describing Greek traditional sausages. *Meat Science*, 51: 271-277
- Paphaelides S. N., Georgiadis N. 2008. Effect of fatty acids on the rheological behaviour of amylo maize starch dispersions during heating. *Food Research International*, 41: 75-88
- Pérez Elortondo F.J., Ojeda M., Albisu M., Salmerón J., Etayo I., Molina M. 2007. Food quality certification: An approach for the development of accredited sensory evaluation methods. *Food Quality and Preference*, 18: 425-439

- Plestenjak A., Golob T. 1999. Tekstura-senzorična lastnost. V: Reologija živil. 19. Bitenčevi živilski dnevi '99, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53-60
- Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. Ponatis 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 70-71
- Quintana J., Califano A., Zaritzky N., Partal P., Franco J. 2002. Linear and nonlinear viscoelastic behaviour of oil-in-water emulsions stabilized with polysaccharides. *Journal of Texture Studies*, 33, 3: 215-236
- Ratnayake W. S., Jackson D. S. 2003. Starch: sources and processing, V: Encyclopedia of food science and nutrition. Vol. 9. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 5561-5583
- RDA. 1989. Recommended dietary allowances. 10<sup>th</sup> ed. Washington D.C., National Academy Press: 250-255
- Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.
- Resolucija o nacionalnem programu prehranske politike 2005–2010. 2005. Uradni list Republike Slovenije, 15, 39: 3681-3791
- Skarra L. 2006. Retro starches... back to future? *Prepared Foods*, 175, 9: 101-111
- Sahin S., Sumnu S.G. 2006. Physical properties of foods. New York, Springer: 275 str.
- Singh N., Singh J., Kaur L., Singh Sodhi N., Singh Gill B. 2003. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chemistry*, 81: 219-231
- Skvarča M. 1999. Gastronomija: osnove prehranjevanja, senzorične lastnosti hrane, sodobne tehnologije hrane. Maribor, Višja strokovna šola za gostinstvo; Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 9-18
- Skvarča M. 1995. Podaljšanje obstojnosti gotovih jedi. V: Podaljšanje obstojnosti živil. 17. Bitenčevi živilski dnevi '95, Ljubljana, 8.-9. Junij 1995. Klofutar C., Hribar J., Žlender B., Plestenjak A., Pokorn J., Rudan-Tasič D., Wondra M. (ur.) Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 211-216
- Stevanović M. 1989. Fosforilirani derivati škrobov v steriliziranih omakah. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 61 str.
- Tolstoguzov V. 2003. Thermodynamic considerations of starch functionality in foods. *Carbohydrate Polymers*, 51, 1: 99-111

- Wade M. A. 2005. Saucy success: the likeability of a sauce is judged by its texture, color and taste, which are all influenced by starches, gum stabilizers and oils. *Prepared Foods*, 174, 6: 117-121
- Whitney E. N., Balog C. C., Rolfes R. S. 1998. *Understanding normal and clinical nutrition*. 5<sup>th</sup> ed. Belmont, Wadsworth Publishing Company: 412-427
- 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.
- France. WHO. 2006. Reducing salt intake in populations: Report of a WHO Forum and technical meeting, Paris, France, 5-7 October 2006. Geneva, World Health Organization: 55 str.  
[http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsaltintake\\_EN.pdf](http://www.who.int/dietphysicalactivity/reducingsaltintake_EN.pdf) (september 2011)
- Wischmann B., Norsker M., Adler-Nissen J. 2002. Food product models developed to evaluate starch as a food ingredient. *Food/Nahrung*, 46, 3: 167-173
- Xiang G., Yang H., Yang L., Zhang X., Cao Q., Miao M. Multivariate statistical analysis of tobacco of different origin, grade and variety, according to polyphenols and organic acids. *Microchemical Journal*, 95: 198-206



## ZAHVALA

Zahvalila bi se rada na prvem mestu staršema, ki sta me spodbujala vseh sedemnajst let mojega izobraževanja in mi stala ob strani tako ob uspehih, kot neuspehih ter vedno verjela vame.

Nato bi se rada zahvalila svoji mentorici, prof. dr. Lei Gašperlin, za vso pomoč, nasvete in vzpodbudo.

Prav tako gre zahvala knjižničarkama Barbari Slemenik in Lini Burkan za pomoč pri iskanju literature in končnemu oblikovanju ter popravkih.

Nazadnje pa še vsem kolegom in kolegicam, profesorjem, asistentom in vsem ostalim zaradi katerih bo študij živilske tehnologije ostal v lepem spominu.