

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Ajda ŠALEJ

**STABILNOST JOGURTOVEGA SOLATNEGA PRELIVA**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**THE STABILITY OF YOGURT SALAD DRESSING**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2007

POPRAVKI:

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Tehnološki del je bil opravljen v obratu proizvajalca Tina d.o.o. v Komendi, senzorično ocenjevanje in fizikalno-kemijske ter reološke analize so bile opravljene na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi, mikrobiološke analize pa na Katedri za mikrobiologijo Oddelka za živilstvo, Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani. Primerjalne reološke analize smo opravili v podjetju Helios d.d. v Domžalah.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Božidarja Žlendera, za somentorico prof. dr. Sonjo Smole Možina in za recenzentko doc. dr. Leo Gašperlin.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Somentorica: prof. dr. Sonja Smole Možina

Recenzentka: doc. dr. Lea Gašperlin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Ajda ŠALEJ

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA:**

- ŠD Dn
- DK UDK 664.34:637.147:532.135:579.67:543.9(043)=863
- KG emulzije/stabilnost emulzij/solatni prelive/jogurtovi solatni prelive/stabilizatorji/skladiščenje/senzorična kakovost/mikrobiološka kakovost/reološke lastnosti/viskoznost/tekstura
- AV ŠALEJ, Ajda
- SA ŽLENDER, Božidar (mentor) / SMOLE MOŽINA, Sonja (somentorica)  
GAŠPERLIN, Lea (recenzentka)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2007
- IN STABILNOST JOGURTOVEGA SOLATNEGA PRELIVA
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP IX, 66 str., 9 pregl., 15 sl., 51 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi je bil raziskan vpliv dodanega stabilizatorja in skladiščenja na senzorično, mikrobiološko in reološko kakovost in stabilnost jogurtovega solatnega preliva. Izbrani so bili trije tipi jogurtovih solatnih prelivov: s standardno recepturo, z dodano komercialno mešanico stabilizatorjev in z dodanim stabilizatorjem – ksantan gumijem. S senzoričnimi, reološkimi (Brookfieldov rotacijski viskozimeter, povratna ekstruzija) in fiziklano-kemijskimi (vrednost pH) metodami smo primerjali vse tri jogurtove solatne prelive prvi dan po proizvodnji, en in dva meseca od dneva proizvodnje. Mikrobiološka analiza (NA, OGY, MRS) je bila narejena prvi dan po proizvodnji in po dveh mesecih skladiščenja v stekleničkah na temperaturi 20 °C. Senzorična in reološka analiza sta pokazali, da ustrezen izbor stabilizatorja bistveno vpliva na kakovost in stabilnost jogurtovega solatnega preliva. Nadomestitev stabilizatorjev iz standardne recepture proizvajalca s komercialno mešanico stabilizatorjev ali s ksantan gumijem je značilno izboljšala predvsem stabilnost v embalaži, gostoto in lesk preliva. Najbolj se je poslabšala kakovost preliva, proizvedenega po standardni recepturi proizvajalca, pri tej je imel čas skladiščenja največji vpliv, mikrobiološko so bili ti vzorci ustrezni. Kljub emulzijski nestabilnosti standardnih solatnih prelivov so bili mikrobiološko sprejemljivi tudi dva meseca po izdelavi. Izračunali smo tesne pozitivne korelacije med senzoričnimi in instrumentalnimi reološkimi lastnostmi. Velik korelacijski koeficient med rotacijsko viskoznostjo in stabilnostjo jogurtovega solatnega preliva v embalaži je statistično zelo visoko značilen.

**KEY WORDS DOCUMENTATION:**

- DN Dn
- DC UDC 664.34:637.147:532.135:579.67:543.9(043)=863
- CX emulsions/emulsion stability/salad dressings/yogurt salad dressings/stabilisers/storage/sensory properties/microbiological quality/rheological properties/viscosity/texture
- AU ŠALEJ, Ajda
- AA ŽLENDER, Božidar (supervisor)/ SMOLE MOŽINA, Sonja (co-advisor)  
GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
- PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2007
- TI THE STABILITY OF YOGURT SALAD DRESSING
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 66 p., 9 tab., 15 fig., 51ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB In the graduation thesis sensory, microbiological and rheological quality and stability of yogurt salad dressings effected by added stabiliser and the storage were studied. Three types of yogurt salad dressings were chosen: standard recipe produced as by a Slovenian dressing producer, yogurt salad dressing with commercial mixture of stabilisers, and yogurt salad dressing stabilized with xanthan gum. The sensory, rheological (Brookfield rotational viscosimeter, Back extrusion test), and physical-chemical (pH value) methods were applied to compare all three types of yogurt salad dressings, one day after production, one month, and two months after the production date. Microbiological analysis (NA, OGY, MRS) were carried out the first day after production, and after two months of storage in glass bottles at the temperature of 20 °C. Sensory and rheological analysis showed, that the use of appropriate stabiliser has a significant impact on the stability of yogurt salad dressing. The use of commercial mixture of stabilisers, and the use of xanthan gum as the only stabiliser, has significantly improved the stability in the spackaging, density and glossy appearance of yogurt salad dressings. The quality of standard yogurt dressings after two months of storage, was estimated as unsuitable, although the standard samples were microbiological acceptable. Storage time has the largest impact on standard yogurt salad dressings. High positive correlations were found between the instrumental and the sensory texture measurements.

**KAZALO VSEBINE**

	str.
Ključna dokumentacijska informacija.....	III
Key words documentation.....	IV
Kazalo vsebine.....	V
Kazalo preglednic.....	VIII
Kazalo slik.....	IV
Okrajšave in simboli.....	X
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN DELA .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 SOLATNI PRELIVI .....	3
2.1.1 Splošno o solatnih prelivih .....	3
2.1.2 Vrste solatnih prelivov .....	3
2.1.3 Sestava solatnih prelivov.....	4
2.1.4 Tehnologija proizvodnje solatnih prelivov .....	7
2.2 SOLATNI PRELIV KOT EMULZIJA .....	9
2.2.1 Splošno o emulzijah .....	9
2.2.2 Vrste emulzij .....	10
2.2.3 Stabilnost emulzij .....	10
2.2.4 Emulgatorji .....	12
2.2.4.1 Način delovanja emulgatorjev.....	13
2.2.5 Stabilizatorji in zgoščevalna sredstva .....	13
2.2.5.1 Guar gumi .....	14
2.2.5.2 Ksantan gumi .....	15
2.2.5.3 Modificirani škrobi.....	16
2.3 KAKOVOST IN SENZORIČNA ANALIZA SOLATNIH PRELIVOV .....	18
2.3.1 Kakovost živil.....	18
2.3.2 Splošno o senzorični analizi .....	19
2.3.3 Metode senzoričnega ocenjevanja .....	20
2.3.3.1 Opisna ali deskriptivna analiza .....	21
2.3.4 Senzorične lastnosti jogurtovega solatnega preliva .....	22
2.4 REOLOŠKE LASTNOSTI SOLATNIH PRELIVOV.....	22
2.4.1 Reologija.....	22
2.4.2 Klasifikacija tekočin .....	23
2.4.3 Reometrija.....	25
2.4.3.1 Rotacijski reometri in viskozimetri .....	25
2.4.3.2 Viskozimeter Brookfield RVF .....	26
2.4.4 Tekstura.....	27
2.4.4.1 Kompresijsko – ekstruzijski test .....	28

2.5	MIKROBIOLOŠKA KAKOVOST .....	28
2.5.1	<b>Kvarljivci</b> .....	<b>30</b>
2.5.1.1	Skupno število aerobnih mezofilnih bakterij .....	30
2.5.1.2	Kvasovke in plesni .....	30
2.5.1.3	<i>Lactobacillus</i> .....	31
2.5.2	<b>Zagotavljanje mikrobiološke kakovosti jogurtovega solatnega preliva</b> .....	<b>31</b>
3	<b>MATERIAL IN METODE DELA</b> .....	<b>33</b>
3.1	MATERIAL RAZISKAVE .....	33
3.1.1	<b>Vzorci za analizo</b> .....	<b>33</b>
3.2	NAČRT POSKUSA .....	33
3.2.1	<b>Predposkus</b> .....	<b>33</b>
3.2.2	<b>Načrt glavnega eksperimenta</b> .....	<b>34</b>
3.2.3	<b>Priprava vzorcev</b> .....	<b>35</b>
3.3	METODE DELA .....	37
3.3.1	<b>Senzorična analiza</b> .....	<b>37</b>
3.3.2	<b>Mikrobiološka analiza jogurtovih solatnih prelivov</b> .....	<b>39</b>
3.3.2.1	Priprava matične raztopine in razredčitev .....	39
3.3.2.2	Cepljenje z vmešavanjem vzorca v gojišču.....	39
3.3.2.3	Inkubacija vzorcev .....	39
3.3.2.4	Značilna rast kolonij posameznih mikroorganizmov .....	40
3.3.2.5	Štetje kolonij in vrednotenje rezultatov .....	40
3.3.3	<b>Reološke analize jogurtovih solatnih prelivov</b> .....	<b>40</b>
3.3.3.1	Merjenje viskoznosti z rotacijskim viskozimetrom .....	40
3.3.3.2	Merjenje teksture s povratno ekstruzijo .....	41
3.3.4	<b>Fizikalno kemijska analiza</b> .....	<b>42</b>
3.3.4.1	Merjenje vrednosti pH.....	42
3.3.5	<b>Statistična analiza</b> .....	<b>42</b>
3.3.6	<b>Vizualno spremljanje vzorcev solatnih prelivov</b> .....	<b>43</b>
4	<b>REZULTATI</b> .....	<b>44</b>
4.1	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE.....	44
4.2	REZULTATI MIKROBIOLOŠKE ANALIZE .....	51
4.2.1	<b>Rezultati mikrobiološke analize svežih jogurtovih solatnih prelivov</b> .....	<b>51</b>
4.2.2	<b>Rezultati mikrobiološke analize po dveh mesecih skladiščenja</b> .....	<b>52</b>
4.3	REZULTATI REOLOŠKE ANALIZE.....	53
4.3.1	<b>Rezultati merjenja viskoznosti z rotacijskim viskozimetrom</b> .....	<b>53</b>
4.3.2	<b>Rezultati merjenja teksture s povratno ekstruzijo</b> .....	<b>54</b>
4.4	REZULTATI PRIMERJAVE SENZORIČNIH LASTNOSTI S TEKSTURNIMI PARAMETRI .....	56
4.5	REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE.....	57
4.5.1	<b>Merjenje vrednosti pH</b> .....	<b>57</b>
5	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI</b> .....	<b>58</b>

5.1 RAZPRAVA .....	58
5.2 SKLEPI .....	60
<b>6 POVZETEK.....</b>	<b>61</b>
<b>7 PREGLED VIROV.....</b>	<b>63</b>
<b>ZAHVALA</b>	



**KAZALO PREGLEDNIC**

	<b>str.</b>
Preglednica 1: Vrste analitičnih senzoričnih preskusov (Golob in sod., 2006).....	21
Preglednica 2: Rezultati senzorične analize jogurtovih solatnih prelivov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	44
Preglednica 3: Vpliv stabilizatorjev in časa skladiščenja na senzorično kakovost jogurtovih solatnih prelivov .....	45
Preglednica 4: Povprečno skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov, kvasovk in plesni ter mlečnokislinskih bakterij svežih vzorcev jogurtovih solatnih prelivov.....	51
Preglednica 5: Povprečno skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov, kvasovk in plesni ter mlečnokislinskih bakterij po dveh mesecih skladiščenja jogurtovih solatnih prelivov.....	52
Preglednica 6: Vrednosti navidezne viskoznosti, merjene z Brookfieldovim rotacijskim viskozimetrom za vzorce z različnimi vrstami stabilizatorja, merjene v treh časovnih obdobjih.....	53
Preglednica 7: Vpliv stabilizatorjev in časa skladiščenja na teksturo jogurtovih solatnih prelivov, izmerjeno s povratno ekstruzijo (aparati TA-TX) .....	54
Preglednica 8: Pearsonovi korelacijski koeficienti med senzoričnimi lastnostmi in teksturnimi parametri jogurtovih solatnih prelivov (N = 81).....	56
Preglednica 9: Izmerjene vrednosti pH za vzorce z različnimi vrstami stabilizatorjev, merjene v treh časovnih obdobjih.....	57

**KAZALO SLIK**

	str.
Slika 1: Shema šaržne proizvodnje solatnih prelivov (Roberts, 1998) .....	8
Slika 2: Izgled emulzije; večje in manjše kapljice oljne, dispergirane faze ter okolje teh kapljic, ki predstavlja vodno fazo (Fox in Cameron, 1995) .....	9
Slika 3: Kemijska zgradba guar gumija (Lillford in Norton, 1992).....	14
Slika 4: Struktura ksantan gumija (Phillips in Williams, 2000).....	16
Slika 5: Brookfield RVF rotacijski viskozimeter (Černivec, 2005).....	27
Slika 6: Načrt poskusa.....	36
Slika 7: Princip povratne ekstruzije (prirejeno po Bourne, 2002).....	42
Slika 8: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, pripravljenih po standardni recepturi proizvajalca .....	47
Slika 9: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, pripravljenih s komercialno mešanico stabilizatorjev .....	47
Slika 10: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih solatnih prelivov, proizvedenih s ksantan gumijem.....	48
Slika 11: Videz jogurtovih solatnih prelivov na začetku poskusa.....	48
Slika 12: Videz standardnih jogurtovih solatnih prelivov iz treh proizvodnih ponovitev po enem mesecu skladiščenja.....	49
Slika 13: Videz standardnih jogurtovih solatnih prelivov s separiranjem faz po dveh mesecih skladiščenja.....	50
Slika 14: Navidezna vizkoznost vseh svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, izmerjena z rotacijskim viskozimetrom Brookfield.....	53
Slika 15: Merjenje teksture jogurtovih solatnih prelivov s povratno ekstruzijo v treh časovnih obdobjih .....	55

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CIP = («cleaning in place») = angleška kratica, ki označuje sistem čiščenja procesne opreme

EDTA = etilendiaminotetraocetna kislina ali njena sol

guar + ksantan = komercialna mešanica stabilizatorjev

KV (%) = koeficient variabilnosti

max = maksimalna vrednost

min = minimalna vrednost

MRS = gojišče za določanje mlečnokislinskih bakterij

n = število obravnavanj

NA = hranilni agar

O/V = emulzija tipa olje v vodi

O/V/O = emulzija olja v vodi, dispergirana v olju

OGY = oksitetraciklin glukoza kvasni ekstrakt agar

so = standardni odklon

standard = jogurtov solatni preliv, proizveden po standardni recepturi proizvajalca

V/O = emulzija tipa voda v olju

V/O/V = emulzija vode v olju, dispergirana v vodi

V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = vanadijev pentaoksid

μ = povprečna vrednost

## 1 UVOD

Jogurtov solatni preliv je izdelek, katerega običajno uživamo na solatah namesto kisa, olja in soli. Na tržišču je prisotnih veliko različnih vrst solatnih prelivov, ki se med seboj razlikujejo po vsebnosti maščob, dodanih začimbah in po gostoti. Osnovne sestavine večine solatnih prelivov so voda, rastlinsko olje, kis in dodatki začimb. Solatni prelive z zmanjšano vsebnostjo maščob vsebujejo tudi zgoščevalna sredstva in stabilizatorje, ki vežejo prosto vodo in prispevajo k stabilnosti emulzije.

Mikrobiološko so solatni prelive samozaščiteni z nizko vrednostjo pH, katera izhaja iz kisa in mlečne ter citronske kisline, ki se dodajata z namenom uravnavanja kislosti. Poleg tega proizvajalec zaradi dodatne varnosti uporablja tudi konzervans kalijev sorbat, ki izdelku zagotavlja rok uporabnosti eno leto. Jogurtov solatni preliv zato spada med razmeroma mikrobiološko neobčutljiva živila.

Solatni preliv z dodanim jogurtom sodi med prelive z manj maščobami (26 %) in je zato zaradi zmanjšanje vsebnosti maščob za potrošnika zelo zanimiv. Poleg tega jogurt predstavlja nepogrešljivo živilo v vsakodnevni uravnoteženi prehrani, solatnemu prelivu pa daje občutek kremnosti in svežine. Tako jogurtov solatni preliv predstavlja zanimivo popestritev različnim vrstam solat.

Zaradi visoke vsebnosti vode in nizke vsebnosti maščob je jogurtov solatni preliv emulzija tipa olje v vodi (o/v). Za fizikalno stabilnost te emulzije je izredno pomemben pravilen izbor stabilizatorjev in zgoščevalnih sredstev, ki solatnemu prelivu dajejo ustrezno gostoto, viskoznost in vežejo prosto vodo. Neustrezno razmerje in vrsta stabilizatorja lahko poslabšata videz, stabilnost solatnega preliva. Prav tako pa stabilizatorji in zgoščevalna sredstva vplivajo na senzorične lastnosti, predvsem na lesk, gladkost in občutek v ustih. Z vrsto stabilizatorja so močno povezane tudi reološke lastnosti solatnega preliva, predvsem viskoznost in tekstura.

## 1.1 NAMEN DELA

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti, kako različni stabilizatorji in čas skladiščenja vplivajo na senzorično, mikrobiološko in reološko kakovost ter obstojnost jogurtovega solatnega preliva. Učinkovitost stabilizatorjev in spremembe v času skladiščenja smo spremljali z senzoričnimi, mikrobiološkimi, reološkimi in fizikalno-kemijskimi analizami. V nalogi smo preučevali tri vrste jogurtovih solatnih prelivov: jogurtov preliv proizveden po recepturi proizvajalca, jogurtov preliv, proizveden s komercialno mešanico stabilizatorjev ter jogurtov preliv, stabiliziran s ksantan gumijem. Ugotavljali smo vpliv dodanega stabilizatorja in časa skladiščenja na stabilnost in kakovost jogurtovega solatnega preliva.

Predpostavili smo, da se bo po dveh mesecih skladiščenja stabilnost in kakovost jogurtovega solatnega preliva, proizvedenega po recepturi proizvajalca, poslabšala, uporaba drugačnih stabilizatorjev pa bo preprečila pojav fazne ločitve jogurtovega solatnega preliva in zagotovila ustrezno senzorično kakovost ter mikrobiološko in reološko obstojnost izdelka.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 SOLATNI PRELIVI**

#### **2.1.1 Splošno o solatnih prelivih**

Solatni preliv je emulzija tipa olje v vodi (o/v), kateri so lahko dodane številne začimbe (gorčica, sol, sladkor, poper in druge) ter druge sestavine, ki prispevajo k specifični aromi in okusu solatnih prelivov. Tak dodatek je tudi jogurt, ki solatnemu prelivu doda okus svežine in kremnosti. Solatni prelive se med seboj razlikujejo tako po sestavi, kot tudi po gostoti, aromi in okusu, k čemur pa v veliki meri prispevajo maščobe. Teh je v solatnih prelivih običajno med 20 in 70 %. Pomembno vlogo v solatnih prelivih (predvsem v tistih z manj maščobami) igrajo tudi emulgatorji, gostila in stabilizatorji, ki jih prelivom dodajamo z namenom, da bi izboljšali njihovo teksturo, organoleptične lastnosti in stabilnost.

Solatni prelive v današnjih časih lahko nadomeščajo običajno zabelo za solate, sestavljeno iz kisa in olje in soli ter tako potrošniku predstavljajo zanimivo popestritev solatnega obroka.

#### **2.1.2 Vrste solatnih prelivov**

V grobem glede na teksturo delimo solatne prelive na:

- goste oziroma čvrste in
- redkejše oziroma tekoče.

V prvo skupino sodijo predvsem različice majoneze z manj maščobami (solatna majonezna omaka, lahka majonezna omaka), v drugo pa različni solatni prelive, ki se od prve skupine razlikujejo po manjši vsebnosti maščob in redkejši strukturi.

Solatni prelive so lahko v dveh oblikah; kot eno ali dvofazni sistemi. V dvofaznem prelivu je vidna plast olja, ki se nahaja nad vodno fazo, v kateri so lahko tudi začimbe ali zelišča. Tak tip preliva mora potrošnik pred uporabo dobro pretresti, da se obe fazi med seboj dobro premešata. Po uporabi se fazi zopet povrneta v ločeno stanje. Enofazne prelive pa

dobimo s postopkom homogenizacije v ustreznem homogenizatorju, ki zmanjša velikost oljnih kapljic in da gladek, kremni preliv (Krishnamurthy in Witte 1996).

V diplomski nalogi bo poudarek na redkejših solatnih prelivih.

### **2.1.3 Sestava solatnih prelivov**

Na tržišču je prisotnih veliko različnih solatnih prelivov, a kljub vsemu imajo vsi skupno osnovo oziroma glavne sestavine.

#### **Rastlinska olja**

Rastlinska olja so osnovna sestavina v večini prelivov. Uporablja se lahko rafinirano jedilno sončnično, repično, sojino, kokosovo, oljčno ali bombaževo olje. Olja prispevajo k prijetnemu občutku v ustih, kremnosti in povišani viskoznosti. Poleg tega je rastlinsko olje tudi nosilec arom, zlasti tistih, topnih v maščobah. Rastlinska olja za proizvodnjo solatnih prelivov morajo biti dobre kvalitete. Olja slabše kvalitete poslabšajo senzorično kakovost izdelka in skrajšajo rok uporabnosti.

#### **Voda**

Voda prispeva k tekočnosti prelivov in služi kot medij za prenos v vodi topnih arom in začimb. Veliko sestavin šele v raztopljeni obliki lahko izrazi svojo funkcionalnost, zato je voda glavno topilo za te sestavine. Vsebnost vode pa je potrebno vzeti v obzir tudi pri zagotavljanju mikrobiološko stabilnega solatnega preliva.

#### **Kis in sredstva za reguliranje kislosti**

Kis ima v solatnem prelivu dvojno vlogo: kot začimba in kot naravni konzervans za zaščito pred mikrobiološkim kvarom. V solatnih prelivih z vrednostjo pH 4,2 ali nižje je preprečeno delovanje patogenih mikroorganizmov. V živilski industriji se običajno uporablja alkoholni, vinski ali jabolčni kis, ali pa ustrezno razredčena očetna kislina. Poleg kisa se lahko uporabljajo tudi druga sredstva za reguliranje kislosti, kot so citronska, mlečna ali jabolčna kislina. Za zagotavljanje vrednosti pH pod 4 in uničenje patogenih mikroorganizmov *Salmonella* in *Staphylococcus* naj bi bil odstotek očetne kisline vsaj 0,9 do 0,928 % (O' Brien, 2004).

### **Mlečne sestavine**

Mlečne sestavine se v solatnih prelivih uporabljajo za doseganje karakteristične arome in teksture. V uporabi so predvsem jogurt, kislja smetana, mehki siri, mleko in sirotka. Proteini sirotke so dobro znani po svojih funkcionalnih in prehrabnih lastnostih (Turgeon in sod., 2003) in imajo odlične emulgirne, želirne in vezalne sposobnosti, zato je sirotka široko uporabna v različnih vejah prehrabne industrije (Xiong in sod., 1993).

### **Sol**

Sol je že stoletja znana kot konzervirno sredstvo. Uporaba soli v solatnih prelivih se komplementarno dopolnjuje s kisom in drugimi konzervansi. Poleg tega pa je sol tudi vir arome, kot tudi ojačevalec okusa številnih drugih sestavin. Minimalna količina soli je 1,5 % končne teže izdelka (O' Brien, 2004). Uporablja se predvsem morska in kamena sol. NaCl v vodi disociira in tako močno znižuje vodno aktivnost oz. vrednost  $a_w$ . To je osnova protimikrobnega delovanja soli, ki pa je selektivno in včasih ne povsem učinkovito zaradi prisotnosti halofilnih in halotolerantnih mikroorganizmov (Smole Možina in Bem, 2003), npr. rodov *Micrococcus*, *Bacillus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Halococcus* (Saupe, 1998).

### **Sladkor**

Sladkor tako kot sol pomembno prispeva k aromi solatnih prelivov in nevtralizira kislost in rezkost, ki ju povzročata kis in sol. Sladkor se lahko uporablja v različnih oblikah: saharoza, fruktoza, glukoza, koruzni sirup ali maltodekstrin. Sladkor poviša vsebnost suhe snovi v solatnih prelivih, kar prispeva h gladkosti in kremnosti. Prav tako kot sol je tudi sladkor ojačevalec arome za druge sestavine. Količina sladkorja je navadno med 2 in 10 % teže izdelka (O' Brien, 2004).

### **Začimbe in zelišča**

Začimbe in zelišča se že stoletja uporabljajo za poudarjanje vonja, okusa in arome živil. Že zgodnje civilizacijske kulture pa so odkrile tudi uporabo začimb in zelišč v konzerviranju hrane ter za medicinske namene (Shelef, 1983). Mnoge rastline vsebujejo veliko število snovi s protimikrobnim delovanjem. Mehanizem protimikrobnega delovanja rastlin oz. njihovih ekstraktov, eteričnih olj ipd. je zelo raznovrsten. Večina jih deluje bakteristatično in fungistatično. Mnogokrat ne delujejo direktno na mikroorganizme, pač pa imajo



sinergističen učinek z drugimi protimikrobnimi snovmi ali postopki, npr. povečajo občutljivost mikrobnih celic za toplotno obdelavo.

Pomembna sestavina začimb so eterična olja, ki so kemijsko mešanica estrov, aldehydov, ketonov, terpenov, enostavnih fenolov in njihovih derivatov. Eterična olja dajejo značilno aromatičnost, pa tudi antioksidativno in protimikrobno aktivnost mnogim začimbam.

Uporaba začimb v proizvodnji solatnih prelivov je zelo raznolika in mnoge imajo tudi antimikrobne učinke, npr.: gorčica, paprika, kurkuma, česen, čebula, origano, timijan, peteršilj, drobnjak, poper, kumina, koriander, origano, rožmarin, ingver, žajbelj, timijan in še mnogo drugih (Smole Možina in Bem, 2003).

### **Emulgatorji, stabilizatorji, zgoščevalna sredstva**

Dobro znano je, da so emulzije termodinamsko nestabilni sistemi, zato se za preprečevanje destabilizacije emulzij često uporabljata dve vrsti aditivov:

- površinsko aktivni emulgatorji in
- stabilizatorji, ki povečujejo viskoznost kontinuirnega medija (Martínez, 2007).

Kot najbolj pogost emulgator v solatnih prelivih se uporablja jajčni rumenjaki. V proizvodnji solatnih prelivov se uporablja tri vrste jajčnega rumenjaka:

- pasteriziran tekoči jajčni rumenjaki (soljeni ali nesoljeni),
- jajčni rumenjaki v prahu in
- zamrznjen soljen jajčni rumenjaki ali v prahu.

Emulgirne sposobnosti jajčnega rumenjaka so odvisne predvsem od starosti in genetskih dejavnikov ptic, od katerih pridobivamo jajca. Zmanjšana sposobnost emulgiranja je namreč povezana s vrsto ptic in s starostjo teh (Yang in Lal, 2003).

Stabilizatorji so lahko dveh tipov, bodisi hidrokoloidi (gumiji) ali kelati (EDTA). Gumiji prispevajo h kremnosti in viskoznosti solatnih prelivov. Kelati pa preprečujejo oksidacijo

oljne faze in tako pomagajo ohraniti nespremenjen okus, aromo in barvo solatnega preliva (Krishnamurthy in Witte, 1996).

Kot zgoščevalno sredstvo se v solatnih prelivih največ uporabljajo modificirani škrobi različnega izvora.

### **Barvila**

V solatnih prelivih se uporablja različna naravna ali sintetična barvila, npr.:  $\beta$ -karoten,  $\beta$ -APO karotenal, anato, kurkumin, oleorosin, titanov dioksid in drugi. Barvila solatne prelive naredijo bolj privlačne na pogled in poudarijo naravno prisotno barvo.

### **Konzervansi**

Poleg kisa so za zagotavljanje mikrobiološke stabilnosti v uporabi tudi kemijski konzervansi, predvsem v tistih vrstah prelivov, ki ne dopuščajo večje vsebnosti kisa. Kemijski konzervansi mikrobiostatično delujejo na metabolizem in rast mikroorganizmov (Smole Možina in Bem, 2003). Najpogostejša kemijska konzervansa v kisljih živilih, ki vključujejo tudi solatne prelive, sta natrijeva sol benzojske kisline in kalijeva sol sorbinske kisline. Včasih pa se uporablja tudi njun sinergistični učinek (Chipley, 2005; Stopforth in sod., 2005).

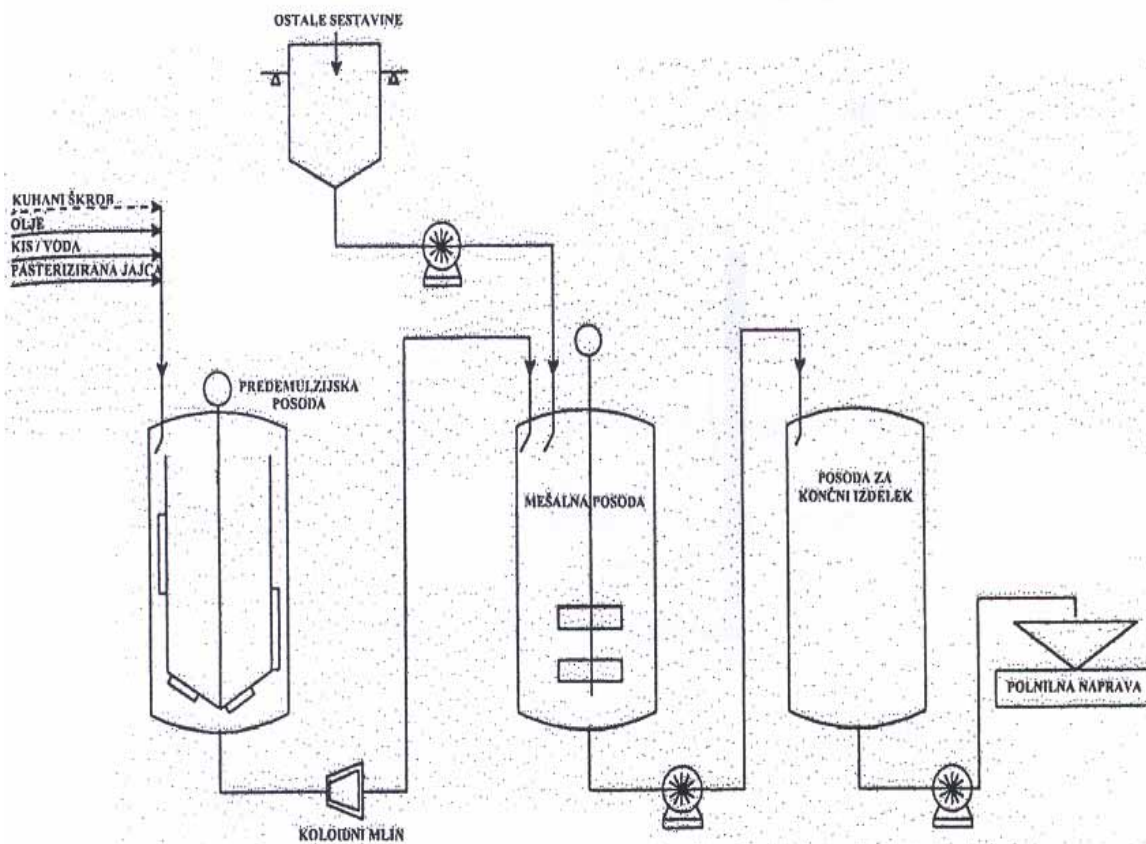
#### **2.1.4 Tehnologija proizvodnje solatnih prelivov**

Industrijska proizvodnja solatnih prelivov navadno poteka v koloidnem mlinu. Postopek je lahko kontinuirni ali šaržni. Šaržni postopek poteka pod vakuumom, tako je zrak zaradi vakumske deaeracije v celoti izločen, kar zagotavlja kakovostne izdelke. Jedro procesne naprave je homogenizator oziroma koloidni mlin. Glavni element koloidnega mlina je rotor, ki se vrti v koničasto pritrjenem statorju, pri čemer je razmik med njima zelo majhen (med 1,0 in 2,5 mm) in ga lahko reguliramo s pomočjo vijaka (McClements, 1999). Različni razmiki tako dopuščajo ohranjeno strukturo različnih dodanih delcev (zelišča, koščki zelenjave ipd.), ki v prelivu ostanejo dobro vidni.

### Postopek izdelave solatnega preliva v industrijski proizvodnji

Praškaste komponente (modificiran škrob, gumiji, sirotka v prahu) se predhodno vmešajo v dvojno količino olja v predmešalni posodi. Začimbe, arome, jajčni rumenjaki v prahu in konzervansi se dodajo v vodno fazo, ki jo nato pod vakuumom vpeljemo v boben procesne naprave. Sledi dispergiranje praškastih komponent, zmešanih z oljem in homogenizacija v mlinu približno eno minuto, da se oblikuje stabilna emulzija. Počasi se dodaja še preostanek olja ter gorčica s kisom in jogurt. Tako pripravljen preliv se nato preko črpalke črpa v cisterno za končni proizvod, katera je z drugo črpalko povezana s polnilno napravo. Shema šaržne proizvodnje solatnih prelivov je prikazana na sliki 1.

Ustrezno zaporedje dodajanja sestavin in časi mešanja ter homogenizacije so bistvenega pomena za nastanek stabilne emulzije oziroma solatnega preliva.



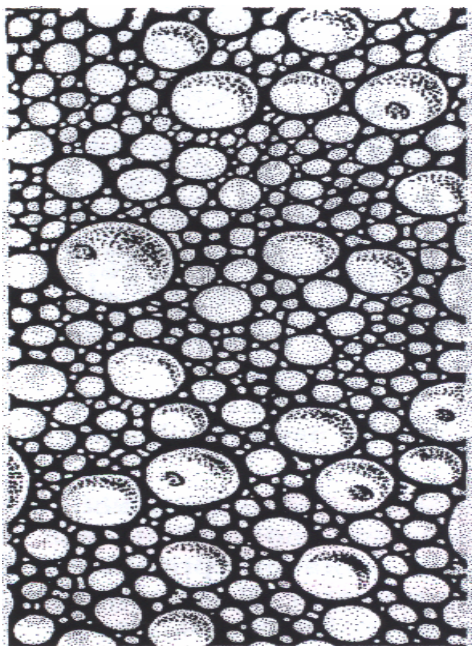
Slika 1: Shema šaržne proizvodnje solatnih prelivov (Roberts, 1998)

## 2.2 SOLATNI PRELIV KOT EMULZIJA

### 2.2.1 Splošno o emulzijah

Emulzija je mešanica dveh ali več tekočin, ki se med seboj ne mešajo. Pri tem je ena izmed tekočin v obliki drobnih kapljic dispergirana v drugi. Tak disperzni sistem se imenuje emulzija. Večina živilskih emulzij je mešanica vode in olja. Tekočina, ki je razpršena v obliki kapljic, se imenuje disperzna faza ali notranja oziroma diskontinuirna faza. Tekočino, v kateri so razpršene kapljice disperzne faze, pa imenujemo disperzno sredstvo ali zunanja oziroma kontinuirna faza.

Na videz emulzij v največji meri vpliva velikost kapljic disperzne faze. V živilskih emulzijah je premer kapljice najpogosteje od 0,5  $\mu\text{m}$  do 10  $\mu\text{m}$ . Emulzije, v katerih je premer kapljic disperzne faze manjši od 0,05  $\mu\text{m}$ , so transparentne. Emulzije s kapljicami premera 0,05  $\mu\text{m}$  do 0,1  $\mu\text{m}$  so sivkaste. Modro bele so emulzije takrat, ko je premer kapljic med 0,1  $\mu\text{m}$  in 1  $\mu\text{m}$ . Če pa je premer kapljic večji od 1 mm, so emulzije mlečno bele barve. Emulzija tipa olje v vodi z velikimi kapljicami (premera 30  $\mu\text{m}$ ) ima barvo olja (Abramovič, 2004).



Slika 2: Izgled emulzije; večje in manjše kapljice oljne, dispergirane faze ter okolje teh kapljic, ki predstavlja vodno fazo (Fox in Cameron, 1995)

### 2.2.2 Vrste emulzij

Tekočini, ki sestavljata emulzijo, sta v živilih običajno voda in olje. Glede na to, katera izmed obeh faz je disperzna in katera kontinuirna, razlikujemo dve osnovni vrsti emulzij:

- Emulzija olja v vodi (O/V), kjer je olje disperzna in voda kontinuirna faza. Tak primer emulzije je na primer jogurtov solatni preliv, majoneza, mleko.
- Emulzija vode v olju (V/O), kjer je voda disperzna in olje kontinuirna faza. Primer take emulzije sta margarina in maslo.

Poznamo pa tudi emulzije višjega reda. V teh t.i. dvojnih emulzijah je disperzna faza sama po sebi neka emulzija. Obstajata dve vrsti emulzij višjega reda:

- Emulzija V/O/V pomeni emulzija vode v olju, dispergirana v vodi.
- Emulzija O/V/O pomeni emulzijo olja v vodi, dispergirano v olju (McClements, 1999).

### 2.2.3 Stabilnost emulzij

Emulzije so nestabilni sistemi. Njihova nestabilnost je posledica spontanega izdvajanja dispergiranih kapljic in se v disperzni mešanici olja in vode kaže kot vrsta strukturnih sprememb.

#### Izdvajanje kapljic

V emulziji O/V kapljice olja zaradi nižje gostote olja od gostote vode splavajo na površino. V emulziji tipa V/O se kapljice vode zaradi gravitacijske sile usedajo dno. Pri tem se velikost kapljic ne spremeni. Vzrok izdvajanja kapljic je lahko tudi nizka viskoznost kontinuirane faze ali prevelike kapljice disperzne faze. Preprečevanju tega pojava je namenjena homogenizacija, pri kateri razbijemo večje maščobne kapljice v manjše (Abramovič, 2004).

#### Združevanje kapljic

Kapljice disperzne faze se v emulziji stalno neurejeno gibajo (Bownovo gibanje) in zato nenehno prihajajo v medsebojni stik. Zaradi van der Waalsovih sil privlaka med kapljicami prihaja do tvorbe skupkov, agregatov ali grozdov različnih oblik in velikosti. Kapljice

ohranijo prvotno obliko in velikost. Združevanje kapljic (flokulacija) je znatno upočasnjeno, če je njihova površina močno nabita in ionska moč kontinuirne faze nizka.

Izdvajanje in združevanje kapljic sta povratna procesa, saj lahko kapljice disperzne faze ob blažjem mešanju ali stresanju zopet enakomerno razporedimo po kontinuirni fazi.

### **Zlitje kapljic**

Ob izdvajanju kapljic in njihovem združevanju v skupke se zaščitni površinski sloj kapljic poškoduje. Posledica tega je zlitje v večje kapljice (koalescenca). Večja kapljica ima manjšo površino, kot je skupna površina manjših kapljic, iz katerih je ta kapljica nastala. To predstavlja energetsko ugodnejše stanje v emulziji. Emulzija je skrajno nestabilna, dokler dispergiranih kapljic ustrezno ne zaščitimo, da bi preprečili združevanje in zlitje kapljic. Skupki kapljic in večje kapljice, nastale kot posledica zlitja manjših, se namreč hitreje usedajo na dno oziroma dvignejo proti vrhu. To pa pospeši porušenje emulzije.

### **Ločitev faz**

Ločitev faz je skrajna stopnja sprememb v nestabilni emulziji. To je stabilno stanje, v katerega preidejo vse emulzije spontano in nepovratno. Kaže se kot nastanek dveh slojev posameznih faz, to je olja, ki je navadno na površini in sloja vode na dnu .

Stabilnost emulzije pa je pogojena tudi s spremembo temperature. Povišane ali prenizke (zamrzovanje) temperature povzročijo koagulacijo proteinov, ki tako izgubijo svoje funkcionalne lastnosti in zato lahko pride do ločevanja faz in porušnja emulzije (Gugušević-Đaković, 1973).

Z uporabo specialnih dodatkov-stabilizatorjev je mogoče proizvesti stabilne emulzije, ki se lahko nato tudi toplotno obdelajo (pasterizacija, sterilizacija). Encimska obdelava jajčnega rumenjaka s fosfolipazo izboljša njegove emulgirne lastnosti. Emulzije, pripravljene z jajčnim rumenjaki, ki je encimsko obdelan, so toplotno stabilne do 70-80°C v nasprotju z do 60°C pri encimsko neobdelanem jajčnem rumenjaku. Višja toplotna stabilnost daje boljšo kakovost končnemu produktu in dovoli pasterizacijo izdelka. Pasterizacija poveča mikrobiološko varnost in stabilnost ter daje izdelku daljši rok uporabnosti.

Dodatek encima jajčnemu rumenjaku pa izboljša tudi viskoznost: v primerjavi s standardnim jajčnim rumenjacom daje rumenjaki, obdelani z encimom, višjo viskoznost (Yang in Lal, 2003).

Encimsko obdelani jajčni rumenjaki proizvajalcem daje možnost opustitve sintetičnih emulgatorjev in aditivov. Tako lahko ozaveščen potrošnik izbira med izdelki z manj aditivi.

#### **2.2.4 Emulgatorji**

Emulgatorji so površinsko aktivne snovi, ki jih dodajamo emulziji med njeno pripravo z namenom, da olajšamo tvorbo emulzije in povečamo njeno stabilnost. Površinsko aktivne snovi se zbirajo na meji med dvema fazama.

Snovi, ki imajo emulzivni učinek, imajo hidrofilni in hidrofobni del. Hidrofilni del emulgatorja je lahko neionski, anionski, kationski ali amfoteran. Lipofilni del molekule emulgatorja pa je običajno maščobna kislina z dolgim alkilnim ostankom. Hidrofilne ali polarne skupine v emulgatorju se usmerjajo v vodo, nepolarne hidrofobne skupine pa so lipofilne in se usmerjajo v oljno fazo.

Izbor emulgatorjev, ki jih lahko uporabimo kot dodatek živilom, je omejen. Poglavitnega pomena je, da tak živilski dodatek ni toksičen, kancerogen ali alergen in je dovoljena uporaba v določenem izdelku.

Emulgatorji, ki jih uporabljamo v živilski industriji, so lecitin, monoacil- in diacilgliceroli, derivati sorbitana ter estri saharoze in maščobnih kislin. Lecitin je eden najpomembnejših naravnih emulgatorjev. Nahaja se v jajčnem rumenjaku in v nekaterih surovih rastlinskih oljih, kot so sojino, repično, koruzno, sončnično. Pripravek lecitina, ki ga pridobimo iz omenjenih virov, je zmes nekaj fosfolipidov. Najpogosteje so to fosfatidil holin, fosfatidil etanolamin in fosfatidil inositol (Fennema, 1996).

Najpogosteje uporabljeni polimerni emulgatorji v živilih so beljakovine in modificirana celuloza.

#### 2.2.4.1 Način delovanja emulgatorjev

Plast molekul emulgatorja se adsorbira na površini dispergiranih kapljic. Ob tem se na meji oljne in vodne faze med molekulami vode cepijo vodikove vezi. Posledica tega je znižanje medfazne napetosti.

Stabilnost emulzij lahko zvišamo z uporabo emulgatorja, ki ima sorazmerno velik hidrofilni del. Tak emulgator se preko lipofilnega dela zasidra na površini oljne kapljice, pri čemer je v vodo usmerjeni hidrofilni del močno hidratiran. Sloj vezane vode, ki se na ta način oblikuje okoli kapljice, prepreči neposredni stik kapljic in njihovo zlitje (Friberg, 1997).

#### 2.2.5 Stabilizatorji in zgoščevalna sredstva

Uporaba stabilizatorjev in zgoščevalnih sredstev je v živilstvu zelo razširjena, še posebej v tehnologijah, pri katerih nastajajo problemi z nestabilnostjo emulzij in z razslojevanjem izdelka oziroma večjo vsebnostjo proste vode. Drugo področje porabe zajema tiste izdelke, pri katerih želimo poudariti manjšo hranilno vrednost ob nezmanjšani prehranski vrednosti in si kakovost izdelka poskušamo zagotoviti z različnimi aditivi. V te namene so največ v uporabi hidrokoloidi. Pri uporabi je potrebno upoštevati nekatere lastnosti aditivov, ki vplivajo na tehnologijo pri pripravi izdelka. Hidrokoloidi ne smejo tvoriti gela, tvoriti morajo stabilne raztopine pri nizkem pH, odporni morajo biti na toplotno obdelavo in ne smejo senzorično spremeniti izdelka.

Hidrokoloidi omogočajo razvoj in proizvodnjo izdelkov iz surovin, ki jih v preteklosti nismo mogli uporabljati. Fizikalno kemijske lastnosti posameznih hidrokoloidov predstavljajo omejitve, ki jih moramo upoštevati pri tehnoloških postopkih. Potrebna pa je tudi previdnost, še posebej kadar gre za uporabo večjega števila hidrokoloidov (Hribar in Gobec, 1999).

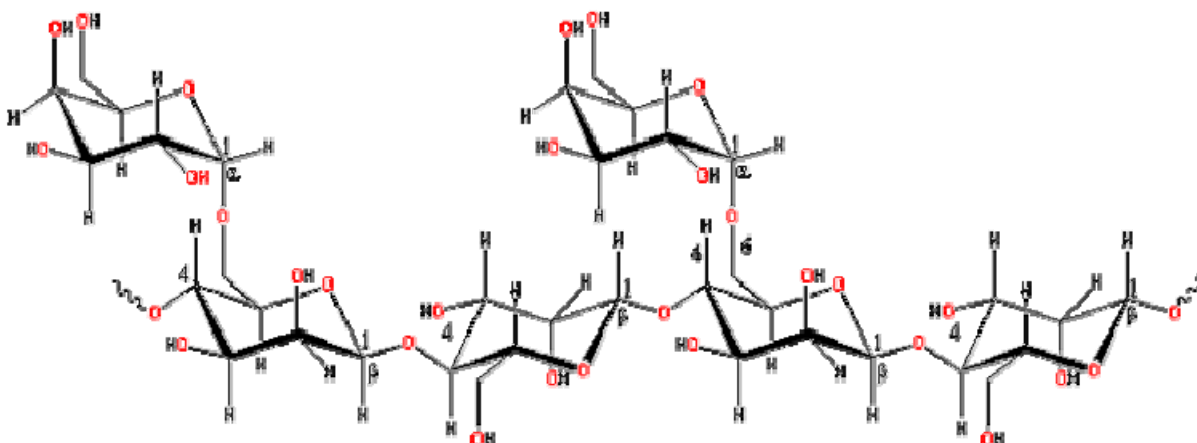


### 2.2.5.1 Guar gumi

Guar gumi dajejo semena enoletnega, približno 1 meter visokega grma *Cyamopsis tataronolobus*, ki raste v severozahodni Indiji in Pakistanu. Rastlina svoje rezervne snovi hrani v obliki polisaharida galaktomanana. Sadež je podolgovate oblike, podoben fižolu in vsebuje do 10 rahlo obarvanih semen, ki vsebujejo približno 36 % galaktomanana. Semena zrelih sadežev izluščijo, odstranijo ovoj in endosperm zmeljejo. Komercialno je na voljo mnogo različnih tipov, ki se med seboj ločijo predvsem po velikosti delcev in vsebini primesi. Bolj grobi, večji delci, se počasneje topijo v vodi (Hribar in Gobec, 1999).

#### Kemijska zgradba

Galaktomanani so družina linearnih polisaharidov, sestavljenih iz osnovne verige D-manoznih ostankov, med seboj povezanih z  $\beta$  1-4 glikozidno vezjo. Na to verigo so z glikozidno vezjo vezane  $\alpha$ -D-galaktozne enote. Polisaharidne molekule, pridobljene iz enega vira, se med seboj ločijo po stopnji polimerizacije in številu galaktoznih enot. To dejstvo daje posameznim frakcijam popolnoma drugačne lastnosti. Razmerje galaktoza : manozna v guar gumiju je 1 : 2. Od tega razmerja je močno odvisna topnost polisaharida (Coulate, 2002).



Slika 3: Kemijska zgradba guar gumija (Lillford in Norton, 1992)

### **Fizikalne lastnosti**

$\beta$  1-4-D-manan je, podobno kot njegov glukozni analog celuloza, netopen v vodi. Predvideva se, da je netopnost posledica kristalnih območij, ki nastanejo zaradi vzporedno ležečih linearnih verig. Stranska veriga v galaktomananu podre takšno strukturo in omogoči penetracijo vode med molekule in tako povečuje topnost molekul polisaharida. Glavna vrednost galaktomananov v primerjavi z ostalimi hidrokoloidei je, da dajejo raztopine z zelo visoko viskoznostjo ob relativno nizkem doziranju. Galaktomanani ne tvorijo gelov, kot na primer alginati ali pektin, ampak zelo viskozne raztopine, ki so zelo stabilne pri uporabi strižnih sil, npr. mešal, mlinov, turbinskih mešal in drugih naprav, ki razbijejo gele želirajočih hidrokolooidov. V kombinaciji z drugimi hidrokoloidei je zaznati močan sinergističen učinek in povečanje viskoznosti oziroma trdnosti gela ali drugih pozitivnih lastnosti, zato se galaktomanani v večini primerov uporabljajo v kombinaciji z ostalimi hidrokoloidei, predvsem s ksantanom, karagenanom, alginati, pektini ali modificiranimi škrobi (Blenford, 1996).

#### 2.2.5.2 Ksantan gumi

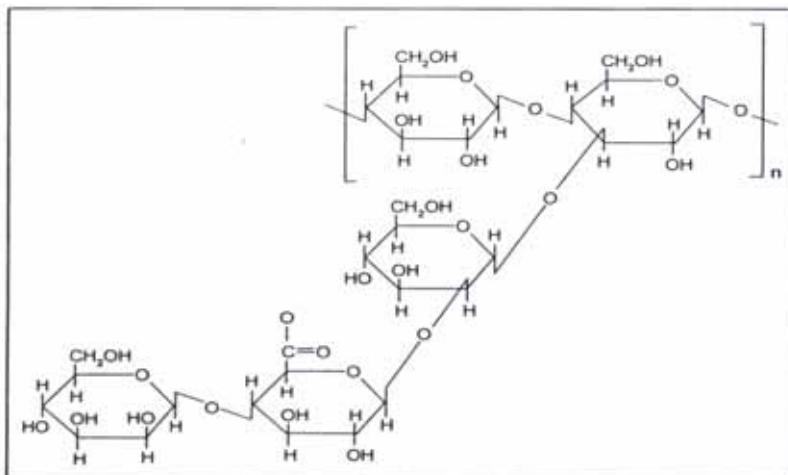
Ksantan gumi je bil prvi iz nove generacije komercialnih polisaharidov, pridobljenih z biotehnološkim postopkom. Prednost biotehnološkega postopka pred naravnimi materiali je med drugim neodvisnost od zunanjih razmer.

Ksantan gumi je heteropolisaharid, proizveden s fermentacijo bakterije *Xanthomonas campestris*. Proces traja tri dni pri temperaturi 30 °C, nato produkt sterilizirajo, oborijo z izopropil alkoholom in ločijo s centrifugiranjem. Polisaharid zatem sušijo, meljejo, sejejo in pakirajo. Zaradi narave postopka je ksantan mikrobiološko zelo čist polisaharid (Lillford in Norton, 1992).

### **Kemijska sestava**

Primarna struktura ksantana je sestavljena iz  $\beta$ -d-glukoznih enot, povezanih s stranskimi verigami z  $\beta$  1-4 glikozidno vezjo (podobno kot celuloza). Stranske verige so sestavljene iz dveh manoz in glukuronske kisline. Polovica manoznih molekul je zaestrena s piruvično kislino. Stranske verige predstavljajo 60 % molekule in so vzrok popolnega nabrekanja

ksantana v hladni vodi. Molekulska masa ksantan gumija je okrog 2.500.000. V raztopini se ksantanu spremeni konformacija in preide iz urejenega v bolj fleksibilno neurejeno stanje. Pri tem se zelo poveča viskoznost raztopine (Coulate, 2002).



Slika 4: Struktura ksantan gumija (Phillips in Williams, 2000)

### Fizikalne lastnosti

Ksantan že v zelo nizkih koncentracijah daje viskozne vodne raztopine (večje viskoznosti v primerjavi z ostalimi hidrokoloidei). Ksantan gumi ima tudi sposobnost stabilizacije emulzij in suspenzij. Po zaslugi sekundarne strukture ksantana (stranske verige okrog glavne celulozne verige) je ksantan odporen na razgradnjo pri različnih vrednostih pH, temperaturi, zamrzovanju in tajanju, zaradi encimov ali strižnih sil (Lillford in Norton, 1992).

#### 2.2.5.3 Modificirani škrobi

Med ogljikohidratnimi polimeri je škrob zaradi svoje široke uporabnosti v različnih živilih deležen velike pozornosti. Škrob ogromno prispeva k teksturnim lastnostim živila in je široko uporabljen v živilstvu in industrijskih aplikacijah kot gostilo, koloidni stabilizator, želirno sredstvo, sredstvo za povečanje mase in prostornine, in sredstvo za vezavo vode (Singh, 2007). Fizikalno-kemijske lastnosti in funkcionalne karakteristike škrobnih sistemov se razlikujejo glede na biološki izvor škroba.

Škrob pridobivamo iz koruze, krompirja, pšenice, tapioke, riža in drugih virov. Različni škrobi imajo različne lastnosti in se v živilski industriji uporabljajo zaradi njihovih prehranskih, funkcionalnih, tehnoloških ali senzoričnih lastnosti (Svegmark in Hermansson, 1993).

### **Kemijska sestava**

Škrob se nahaja v obliki v vodi netopnih zrn, katerih velikost in oblika je odvisna od posamezne rastline. Vsi škrobi pa so sestavljeni iz amiloze in amilopektina. Amiloza je linearna molekula, sestavljena iz glukoznih enot, ki so med seboj povezane z  $\alpha$  1-4 glukozidno vezjo. Amilopektin pa na vsakih 20-26 glukoznih enot vsebuje tudi z  $\alpha$  1-6 vezjo vezano enako stransko verigo, kar mu daje razvejano strukturo. Za različna razmerja amiloza:amilopektin so odgovorni različni encimski sistemi v posameznih rastlinah, ki ju sintetizirajo.

Po posebnem postopku mletja, čiščenja in sušenja pridobljeni nativni škrob ima omejeno stabilnost v pogojih, ki jih določajo moderni industrijski procesi proizvodnje hrane. Nativni škrob ima nizko odpornost na strižne sile, ima visoko tendenco za retrogradacijo in je nagnjen k toplotni razgradnji. Da bi dosegli boljšo stabilnost in širšo uporabnost, nativni škrob na različne načine kemijsko, fizikalno ali encimsko modificirajo. Najbolj pogosti postopki modifikacije so (Singh, 2007):

- kislinska hidroliza,
- encimska hidroliza,
- oksidacija,
- esterifikacija,
- eterifikacija,
- zamreženje,
- oksidacija in
- fizikalna obdelava s toploto.

Za željeno kombinacijo funkcionalnih lastnosti škroba je možna tudi kombinacija večih postopkov. Danes pri razvoju novih izdelkov prevladuje težnja, da bi naredili nativne

škrobe, ki ne bi bili kemijsko modificirani, vendar bi kljub temu imeli pozitivne lastnosti modificiranih škrobov. Nekaj takšnih izdelkov je že na tržišču.

### **Fizikalne in senzorične lastnosti nativnih in modificiranih škrobov**

Določen tip škroba daje izdelke s karakteristično strukturo in viskoznostjo. Reološke lastnosti škroba med kuhanjem lahko preučujemo z uporabo Brabenderjevega amilografa, ki beleži temperaturno odvisen profil viskoznosti med standardnim programom kuhanja. Ti diagrami nakazujejo, kako se bo določen tip škroba obnašal pri različnih temperaturnih, vrednostih pH ali strižnih pogojih (Hribar in Gobec, 1999).

### **Uporaba škroba**

Nekateri škrobi za razvoj vseh svojih lastnosti zahtevajo segrevanje do določene temperature, da bi lahko škrobna zrnca nabrekli. Stopnja nabrekanja je odvisna od časa, temperature, kislosti in strižnih sil v procesu. Čimprej škrobna zrnca nabreknejo, tem večji sta viskoznost in bistrost raztopine in stopnja retrogradacije po kuhanju. Namen kuhanja škroba je doseči optimalen izgled, teksturo, viskoznost in stabilnost. Poznani pa so tudi škrobi za hladne procesne postopke, tako imenovani instant modificirani škrobi. Ti za razvoj svojih lastnosti ne potrebujejo segrevanja in kuhanja.

Tradicionalno se škrob uporablja v pudingih, mlečnih desertih, prelivih, omakah, izdelkih z zmanjšano vsebnostjo maščob, juhah in drugih izdelkih. Z vidika regulative za nativni škrob ni omejitev, medtem ko se modificirani škrobi smatrajo za aditiv in je njihova uporaba dovoljena v večini izdelkov v količini *quantum satis*, le izjemoma omejena (Hribar in Gobec, 1999).

## **2.3 KAKOVOST IN SENZORIČNA ANALIZA SOLATNIH PRELIVOV**

### **2.3.1 Kakovost živil**

»Kakovost živila označujejo tiste lastnosti, ki napravijo izdelek sprejemljiv za potrošnika. V najširšem pomenu besede je kakovost vsota vseh pozitivnih faktorjev (barva, vonj, okus, konsistenca, hranilna in biološka vrednost) in vseh negativnih faktorjev-rizikov pri uporabi

izdelka (kontaminiranost z mikroorganizmi, toksini, težkimi kovinami, pesticidi, ostanki zdravil)«. Molnar pa je leta 1995 postavil podobno definicijo: »Kakovost živil je s stališča zahtev potrošnika in z vidika sprejemljivosti izdelka definirana kot vsota senzoričnih lastnosti, kemijskih sestavin, fizikalnih lastnosti, stopnje mikrobiološke in toksikološke kontaminiranosti, obstojnosti, embalaže in označbe« (Golob in Jamnik, 2004).

Ko danes definiramo kakovost živila, upoštevamo vse naslednje lastnosti (Giusti in sod., 2003):

1. senzorične lastnosti: barvo, videz, teksturo, sočnost, okus, trpkost in aromo;
2. varnost: prisotnost toksičnih sestavin, običajno prisotnih v živilih, kontaminantov, mikotoksinov, patogenih in toksičnih mikroorganizmov;
3. prehransko vrednost: energijsko vrednost, sestavo beljakovin, esencialnih aminokislin, vitaminov in mineralov, nehranilne sestavine z visoko biološko aktivnostjo (antioksidanti); sestavine, nastale med tehnološko predelavo; prebavljivost in biološko izkoristljivost;
4. funkcionalne lastnosti: uporabnost različnih sestavin, predvsem industrijsko zanimivih za predelavo;
5. stabilnost: obstojnost izdelkov pred hitrim kvarom (upoštevati pogoje predelovanja, skladiščenja, prevoza in pogoje obstojnosti);
6. psihološki dejavnik: prijetnost, koristnost, preprostost uporabe, novost, itd;
7. ugoden vpliv na zdravje (pojem, ki je pridobljen v zadnjem času): to sposobnost se pripisuje probiotikom, prebiotikom, oligosaharidom, flavonoidom, karotenoidom, vitaminom in bioaktivnim peptidom.

### **2.3.2 Splošno o senzorični analizi**

Senzorična analiza je opisovanje in ocenjevanje lastnosti nekega živila s človekovimi čutili: vidom, okusom, vohom, sluhom in tipom oziroma 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, pookusa itd.

Cilj senzorične analize je definirati posamezne senzorične lastnosti ter zagotoviti pomembne in uporabne informacije različnim profilom živilske stroke, tako tistim, ki izdelek razvijajo, kot tudi tistim, ki imajo kot potrošniki možnost vplivati na senzorične lastnosti izdelka.

Razvoj in uporaba natančnih znanstvenih metod preskušanja živil nam v zadnjem času zagotavlja ponovljive in objektivne rezultate. Senzorična analiza je danes priznana in drugim vedam (matematiki, fiziki, kemiji, itd.) enakovredna znanstvena disciplina.

Uporaba senzorične analize je vsestranska:

- za kontrolo kakovosti osnovnih surovin in končnih izdelkov,
- za spremljanje kakovosti izdelkov med skladiščenjem,
- za analize konkurenčnih izdelkov,
- pri razvijanju novih izdelkov,
- za preučevanje vzrokov določenih sprememb v barvi, vonju, okusu, aromi, teksturi,
- za primerjanje senzoričnih lastnosti izdelka z njegovimi instrumentalnimi, kemijskimi ali fizikalnimi lastnostmi,
- za tržne raziskave in
- za različne hedonske analize, to je za ugotavljanje sprejemljivosti izdelka za potrošnika (Golob in sod., 2006).

### **2.3.3 Metode senzoričnega ocenjevanja**

S senzorično analizo preskušamo lastnosti živil, ki jih lahko zaznamo z enim ali več čutili. Ko se odločimo za senzorično analizo imamo možnost izbire med naslednjimi metodami, izmed katerih ima vsaka svoje prednosti, kot tudi pomanjkljivosti:

- preskusi razlikovanja,
- preskusi razlikovanja vzorca od standarda,
- preskusi za določanje ali vzorec ustreza specifikaciji, t.i. »in/out« metoda,
- kvalitativno in kvantitativno opisno ali deskriptivno analizo,
- preskusi razvrščanja,
- preskusi sprejemljivosti in
- potrošniški preskusi (Golob in Jamnik, 2004).

Analitične preskuse lahko razdelimo v tri večje skupine.

**Preglednica 1: Vrste analitičnih senzoričnih preskusov (Golob in sod., 2006)**

<b>Skupina</b>	<b>Uporabnost</b>	<b>Značilnost preskuševalcev</b>
Preskusi razlikovanja (angl. Discrimination tests)	Ugotavljanje razlik med dvema vzorcema. Dajanje prednosti.	Izbrani glede na senzorične sposobnosti, običajno za določeno vrsto preskusa, včasih šolani.
Preskusi z lestvicami ali razredi (angl. scales)	Ocenjevanje izraženosti senzoričnih lastnosti. Ocenjevanje stopnje sprejemljivosti vzorcev.	Izbrani glede na senzorične sposobnosti in za določeno vrsto izdelka.
Opisna analiza (angl. Descriptive analysis)	Kvantitativno ocenjevanje senzoričnih lastnosti z izbranimi deskriptorji in ustreznimi lestvicami.	Izbrani, šolani-visoko usposobljeni senzorični strokovnjaki.

### 2.3.3.1 Opisna ali deskriptivna analiza

Opisna ali deskriptivna analiza je najbolj izpopolnjena senzorična metoda, ki omogoča senzoričnemu strokovnjaku dobiti popoln senzorični opis izdelka. Poleg prepoznavanja osnovnih sestavin, ugotavljanja tehnoloških sprememb, sprememb med skladiščenjem, omogoča določiti, katera senzorična značilnost je pomembna za sprejemljivost izdelka ali zaradi katere lastnosti izdelek ni varen (Golob in Jamnik, 2004).

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, zaznane med ocenjevanjem izdelka (vidne, slušne, vohalne, itd.). Je torej metoda, s katero senzorične lastnosti izdelka identificiramo, jih opišemo z besedo in nato tudi kvantitativno ovrednotimo. Poznamo kvalitativne ali kvantitativne deskriptivne metode in vse veljajo za bolj ali manj objektivne metode, saj jih izvajajo le visoko usposobljeni senzorični preskuševalci. Glavna značilnost opisne analize je namreč ta, da je nikdar ne smemo izvesti s potrošniki, saj morajo biti udeleženci panelov za vse opisne metode izšolani ter v svojih ocenah dosledni in ponovljivi (ISO 6564, 1985). Opisna analiza temelji na dejstvu, da je senzorični vtis, ki ga pri ocenjevanju vzorca zazna preskuševalec, sestavljen iz številnih prepoznavnih, močnejše ali slabše izraženih senzoričnih lastnosti. Te



lastnosti opišemo z opisom-deskriptorjem. Deskriptor je definiran izraz (beseda ali opis), s katerim preskuševalec opiše zaznavo. Značilnost vsakega deskriptorja je, da omogoča ocenjevanje na neki intenzivnostni lestvici (Golob in sod., 2006).

Uporaba opisne analize (Golob in sod., 2006):

- ko želimo natančno specificirati senzorične lastnosti posameznega izdelka,
- ko želimo primerjati različne izdelke med seboj (npr. za kontrolo konkurenčnih izdelkov),
- za primerjanje izdelkov s standardom,
- za testiranje obstojnosti izdelkov (za definicijo »svežega« referenčnega standarda),
- široko uporabna v študijah o onesnaževanju (opis vrste in intenzivnosti tujih vonjev in okusov v zraku ali vodi),
- pri razvijanju novih izdelkov ali izboljšavi obstoječih,
- za primerjavo senzoričnih lastnosti z instrumentalnimi, kemijskimi ali fizikalnimi lastnostmi in
- za primerjavo senzoričnih lastnosti izdelka z njegovo sprejemljivostjo pri potrošniku.

### **2.3.4 Senzorične lastnosti jogurtovega solatnega preliva**

Jogurtov solatni preliv je kot emulzija dober prenašalec komponent arome in začimb (Mitolo, 2006), ki prispevajo k značilnemu okusu preliva. V emulzijah so komponente arome razporejene med vodno in oljno fazo, komponente okusa pa večinoma niso topne v maščobah.

## **2.4 REOLOŠKE LASTNOSTI SOLATNIH PRELIVOV**

### **2.4.1 Reologija**

Reologija je veda, ki proučuje tok, deformacijo in preoblikovanje snovi. To definicijo je ob svoji ustanovitvi leta 1929 sprejelo Ameriško društvo za reologijo in je ostala veljavna do današnjih dni. Reologija je interdisciplinarna veda, ki služi različnim področjem znanosti:

termodinamiki, koloidni kemiji, fiziki, kemiji, dinamiki fluidov, procesni tehniki in predvsem v živilski industriji (Žumer, 1999).

Štirje najpomembnejši pojavi, ki jih opazamo pri snoveh, ki jih obravnava reologija, so:

1. strižno odvisna viskoznost,
2. časovna odvisnost in delna povrnljivost deformacije,
3. pojav razlike v normalnih napetostih kot posledica strižnih deformacij in
4. naraščanje viskoznosti pri raztežku.

Najbolj ekstremna primera reoloških lastnosti snovi sta newtonov viskozni tok tekočin in Hookove elastične snovi. Večina naravnih in umetnih snovi pa je v sredini med obema skrajnostima. Te snovi izkazujejo tako viskozne kakor tudi elastične lastnosti. Takim snovem pravimo, da so viskoelastične (Klofutar, 1999).

## 2.4.2 Klasifikacija tekočin

### 2.4.2.1 Neviskozne tekočine

Pri takih tekočinah se pri strižni deformaciji v tekočini ne pojavlja nobena napetost in tekočina se toku ne upira.

### 2.4.2.2 Newtonske tekočine

Linearna zveza med strižno napetostjo in hitrostjo deformacije. Pri konstantni temperaturi in tlaku je viskoznost lastnost tekočine

$\eta = \text{konst.}$

### 2.4.2.3 Ne-newtonske tekočine

#### 2.4.2.3.1 Časovno neodvisne

1. S strižno odvisno viskoznostjo  $\eta = \eta(\dot{\gamma})$

Pseudoplastične tekočine

Pseudoplastičnost oziroma zmanjševanje viskoznosti z naraščajočo strižno hitrostjo je v praksi zelo pogost pojav. Primeri: raztopine in taline

polimerov, maščobe, suspenzije škroba, barve, laki, biološke tekočine, bananin pire, majoneza in različni disperzni mediji v farmacevtski industriji.

#### Dilatantne tekočine

Dilatantne tekočine se v praksi pojavljajo redkeje kot pseudoplastične. Ime dilatantnost pomeni naraščanje viskoznosti z naraščajočo strižno hitrostjo.

#### 2. Tekočine z mejo plastičnosti

Nekatere tekočine stečejo šele potem, ko je presežena neka meja napetosti. Takšne tekočine imajo neko notranjo, dovolj rigidno tridimenzionalno strukturo, ki se je sposobna upirati napetostim, ki so manjše od kritične napetosti. Pod mejno napetostjo se tekočina obnaša kot elastično trdno telo, pri napetostih nad mejno, pa se struktura poruši in tekočina steče. Če se nad mejno napetostjo tekočina obnaša kot newtonska, se imenuje Binghamsko plastična tekočina. Primeri: zobna pasta, čokolada, majoneza, paradižnikova mezga, šminka, kozmetične kreme, nekatere masti, ...

#### 2.4.2.3.2 Časovno odvisne tekočine $\eta = \eta(\dot{\gamma}, t)$

##### 1. Tiksotropne in reopektične tekočine

Za tiksotropijo je značilno zvezno zmanjševanje viskoznosti s časom pri konstantni strižni hitrosti. Tiksotropija se pojavlja pri strukturiranih tekočinah; zmanjševanje viskoznosti je posledica rušenja mikrostrukture pod strižnimi pogoji. Proces obnove strukture v mirovanju je mnogo počasnejši in je lahko popoln (reverzibilni) ali le delen. Tiksotropne lastnosti izkazujejo določeni pigmentirani izdelki, kot npr. barve, tiskarska črnila, barvila za papir, nekateri prehrambeni in farmacevtski izdelki, različne disperzije in emulzije.

Reopektičnost ali antitiksotropijo v praksi srečujemo veliko redkeje kot tiksotropijo. Pri reopektičnih tekočinah viskoznost narašča s časom pri konstantni strižni hitrosti in pri naraščajoči strižni hitrosti. Reopektično

obnašanje so opazili pri naslednjih snoveh: suspenzije bentonitov in  $V_2O_5$ , suspenzije gipsa in amonijevega oleata.

## 2. Viskoelastične tekočine

Viskoelastične tekočine izkazujejo hkrati viskozne in elastične lastnosti. Pri viskoelastičnih tekočinah se del energije troši zaradi viskoznega trenja in se pretvarja v toploto, del pa shranja podobno kot pri elastičnem trdnem telesu. Primeri viskoelastičnih tekočin: polisaharidi, šampon, puding, majoneza, parafinsko olje, polimeri in taline polimerov (Žumer, 1999).

### 2.4.3 Reometrija

Proučevanje reološkega obnašanja različnih realnih sistemov v industriji, ki v večini spadajo med nenevtonske tekočine, postaja vedno bolj pomembno na področju optimizacije procesov, kontrole kakovosti vstopnih in iztopnih produktov in pri formulaciji novih ter pri razvoju že obstoječih produktov. Reološka opredelitev nenevtonskih tekočin je lahko zelo zapletena, zato je potrebno uporabiti primerne reometre in izvajati različne merilne tehnike in postopke. Izbira ustreznega inštrumenta je odvisna od lastnosti tekočine in namena reološkega preučevanja. Inštrumente, namenjene proučevanju reološkega obnašanja tekočin, v splošnem delimo v dve skupini:

- absolutni inštrumenti (rotacijski in kapilarni reometri in viskozimetri): vrednosti strižnih hitrosti oziroma strižnih napetosti lahko izračunamo s pomočjo merljivih in reguliranih količin ter s pomočjo geometrijskih karakteristik izbranega senzorskega sistema,
- relativni inštrumenti (viskozimeter s padajočo kroglico, viskozimeter s turbinskimi mešali, penetrometer,...) (Zupančič Valant, 1999).

#### 2.4.3.1 Rotacijski reometri in viskozimetri

Rotacijski reometri in viskozimetri so inštrumenti, ki se zelo pogosto uporabljajo za proučevanje reološkega obnašanja nenevtonskih tekočin. Merilni sistem je sestavljen iz

dveh delov, od katerih lahko eden miruje in drugi rotira ali obratno, lahko pa oba dela rotirata. Glede na način merjenja poznamo dve vrsti rotacijskih reometrov:

- rotacijski reometer z nastavljivo strižno hitrostjo, pri katerem je neodvisna spremenljivka strižna hitrost, merimo pa strižno napetost,
- rotacijski reometer z nastavljivo strižno napetostjo, pri katerem je neodvisna spremenljivka strižna napetost, merimo pa strižno hitrost.

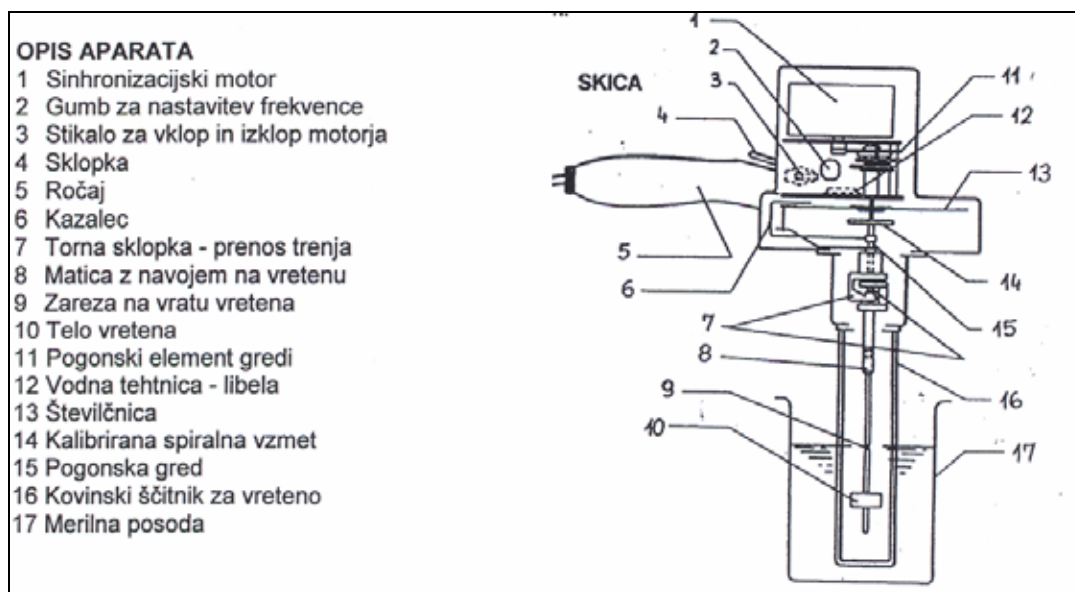
#### 2.4.3.1.1 Viskozimeter Brookfield RVF

Aparat je rotacijski viskozimeter in je primeren za merjenje viskoznosti ne-Newtonskih tekočin. Dobljena vrednost predstavlja »navidezno« viskoznost, ki služi za medsebojno primerjavo reoloških lastnosti preiskovanih vzorcev. Glede na vrednost viskoznosti preiskovane snovi je potrebno izbrati pravo kombinacijo vreteno-frekvenca, da bo meritev izvedljiva in da se zagotovi ustrezna natančnost meritve. Rezultat meritve je odvisen od uporabljene kombinacije vreteno-frekvenca, od časa merjenja in od temperature preiskovanega vzorca (Černivec, 2005).

#### **Princip delovanja**

Motor viskozimetra vrti vreteno s konstantno rotacijsko hitrostjo v preiskovani snovi. Odpor tekočine na povzročeno gibanje se prenaša preko vretena in povzroči napon spiralne vzmeti, kar se odraža z odklonom kazalca na številčnici viskozimetra. Odklon kazalca, pomnožen s koeficientom uporabljene kombinacije vreteno-frekvenca, je viskoznost preiskovanje snovi (Černivec, 2005).

Shema aparature je prikazana na sliki 5.



Slika 5: Brookfield RVF rotacijski viskozimeter (Černivec, 2005)

Izračun viskoznosti

$$\text{enačba} \quad \eta = A \times k/1000 \text{ (Pa.s)} \quad \dots(1)$$

$\eta$  = viskoznost merjena v Pa.s

A – odklon kazalca na številčnici

k – koeficient za kombinacijo vreteno - frekvenca (Černivec, 2005).

#### 2.4.4 Tekstura

Tekstura je izraz reoloških lastnosti živila (Pomeranz in Meloan, 1994), ki pomembno vpliva na proces proizvodnje in manipulacije z živilom ter na lastnosti živila in njihovo obstojnost. Po definiciji Mednarodne organizacije za standardizacijo (ISO 11036, 1994) je tekstura 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 so tiste, ki se nanašajo na odziv izdelka na neko obremenitev. To so trdota, kohezivnost (vezljivost), viskoznost, prožnost in adhezivnost (sprijemljivost). Geometrijske lastnosti so lastnosti, ki se nanašajo na velikost, obliko in razporeditev delcev v proizvodu, npr. zrnatost, struktura. Površinske lastnosti so tiste lastnosti, ki se nanašajo

na občutek, ki ga povzroči delež vode in/ali maščobe in način, kako se v ustih te sestavine sproščajo. Tekstura prav tako vpliva na sprejemljivost izdelka pri potrošniku, saj je tekstura lastnost, ki obstaja predvsem v možganih osebe, ki hrano pokuša (Plestenjak in Golob, 1999).

Karakterizacija teksture se navadno deli na dve skupini, in sicer na osnovi senzoričnih in instrumentalnih analiz. Senzorična analiza vključuje čutila voha, okusa, zvoka in dotika.

Ocenjevanje teksture z dotikom vključuje uporabo prstov, kot tudi ustnic, neba, jezika in zob. Kot je pričakovati, so senzorične analize podvržene variabilnosti, ki pa je zmanjšana, če senzorično analize izvede izšolan panel.

Včasih je bolj zaželjena uporaba instrumentalnih metod, ker so lahko izvedene pod bolj strogimi in kontroliranimi pogoji, variabilnost metode pa je po vsej verjetnosti vzrok heterogenosti vzorca, kot pa nepreciznosti instrumenta.

Glavni cilj večine teksturnih študij je zato izbira enega ali več mehanskih testov, ki so zmožni nadomestiti senzorično analizo panela in tako zagotoviti objektivne rezultate (Peleg, 1983).

#### 2.4.4.1 Kompresijsko-ekstruzijski test

Kompresijsko-ekstruzijski test sestoji iz izvajanja sile na živilo, ki se stiska, dokler struktura živila ni razbita in se nato ekstrudira nazaj skozi porušeno strukturo. Maksimalna sila, potrebna za ekstruzijo, se izmeri in pomeni indeks teksturne kakovosti. Tak tip testa se uporablja za analize viskoznih tekočin, gelov, maščob, sveže in obdelane zelenjave ter sadja.

## 2.5 MIKROBIOLOŠKA KAKOVOST

Proizvodnja varnih in kakovostnih živilskih izdelkov je v veliki meri odvisna od razmer, ki že v surovinah, polizdelkih med proizvodnjo in v končnih izdelkih med skladiščenjem in do uporabe izdelka določajo obseg in sestavo mikrobne združbe. Živila pa so po svojih fizikalnih, kemijskih, strukturnih in seveda tudi mikrobioloških lastnostih izredno

raznolika in kompleksna. K temu prispevajo lastnosti osnovnih surovin in raznolikost tehnoloških postopkov, ki so jim le-te podvržene med predelavo. Njihovo vzajemno učinkovanje, predvsem pa vpliv na preživetje in rast mikroorganizmov v živilih, obravnava mikrobna ekologija hrane – ena izmed temeljnih disciplin mikrobiologije hrane oziroma živil (Smole Možina, 1999).

Za proizvodnjo kakovostnega in varnega jogurtovega solatnega preliva je potrebno zagotoviti kontrolo in obvladovanje rasti mikrobnih povzročiteljev kvara, predvsem pa patogenih mikroorganizmov.

Mikrobiološki problemi, povezani s solatnimi prelivmi, so lahko posledica tehnoloških kvarljivcev ali patogenih mikroorganizmov. Vendar je glede na naravo in kvaliteto izhodiščnih surovin rast patogenih mikroorganizmov zaradi izjemno kislega okolja in predhodne pasterizacije vseh začimb in jajčnega rumenjaka praktično nemogoča in zato niso značilen dejavnik varnosti in stabilnost jogurtovega solatnega preliva.

Solatni preliv z dodanim jogurtom (5 %) je izdelek, kateremu je proizvajalec določil rok trajanja eno leto. Čeprav je izdelek samozaščiten z nizko vrednostjo pH okoli 3,6 in dodanim konzervansom kalijevim sorbatom, se kakovost jogurtovega preliva lahko poslabša zaradi emulzijske nestabilnosti ter zaradi spremembe arome preliva, ki je lahko posledica oksidacije maščob. Sprememba kakovosti in emulzijska nestabilnost je lahko tudi posledica mikrobiološke rasti v izdelku. Encimi mikroorganizmov lahko hidrolizirajo maščobo v proste maščobne kisline, kar sproži maščobnokislinsko oksidacijo.

Kvar solatnega preliva lahko največkrat povzročijo jajčni rumenjaki ter gorčica in začimbe v njej. Zato proizvajalec jajčni rumenjaki vedno pasterizira. Pogosto pa je v uporabi tudi jajčni rumenjaki v prahu, kateri ni vir mikrobiološke okužbe. Tudi različne začimbe in zelenjava (kisle kumarice, kapre, čebula, itd.) se predhodno pasterizirajo.



## 2.5.1 Kvarljivci

Mikrobiološki kvar solatnih prelivov večinoma povzroča skupina kislinsko tolerantnih kvasovk in laktobacili. Plesni zelo redko povzročajo kvar, saj imajo zelo omejeno toleranco za očetno kislino (Smittle in Flowers, 1982).

### 2.5.1.1 Skupno število aerobnih mezofilnih bakterij

Skupno število aerobnih mezofilnih bakterij je primarni pokazatelj higienskega stanja izdelka vse od vhodnih surovin, samega proizvodnega procesa in končnega skladiščenja izdelka.

### 2.5.1.2 Kvasovke in plesni

Kvasovke so izredno pomembna skupina mikrobnih kvarljivcev številnih živil, saj so relativno dobro odporne na raznolike pogoje živil. Poleg tega kvasovke uspevajo v zelo širokem območju vrednosti pH, visokem odstotku etanola do 18 %, nekatere tudi ob prisotnosti 50-60 % saharoze. Optimalna vrednost pH za rast kvasovk je med 4,5 in 6,5, kvarljivci pa dobro delujejo tudi pri vrednosti pH 5, 5 ali nižje (Adamič in sod., 2003).

Pri kvaru solatnih prelivov so verjetno prisotne kvasovke, ki so odporne na očetno kislino. Poznani sta vrsti *Zygosaccharomyces bailii* in *Pichia membranifaciens*, ki lahko rasteta v prisotnosti 3 % očetne kisline (Thomas in Davenport, 1985).

Druge vrste kvasovk, ki so jih izolirali iz izdelkov na majonezni osnovi, so še: *Zygosaccharomyces rouxii*, *Saccharomyces cerevisiae* in *Candida magnoliae* (Smittle in Flowers, 1982). Kvasovke povzročajo kvar solatnega preliva s tvorbo plina ali z rastjo rjavkastih kolonij na površini solatnega preliva.

Plesni običajno ne predstavljajo dejavnika tveganja za kvar solatnega preliva, kajti večina plesni ne more rasti ob prisotnosti 0,5 % očetne kisline ter odsotnosti kisika.

### 2.5.1.3 *Lactobacillus*

Bakterije tega rodu spadajo med najpomembnejše mlečnokislinske bakterije, ki so istočasno najpomembnejša skupina industrijsko uporabnih bakterij v živilstvu. To so gram-pozitivne dolge ali kokoidne, negibljive in nesporogene paličice. Glede odnosa do kisika so aerotolerantni anaerobi. Naseljujejo okoljske niše, ki vsebujejo potrebna hranila, med drugim številne živalske surovine rastlinskega in živalskega izvora.

V Evropi sta bila iz pokvarjenih solatnih prelivov na majonezni osnovi najbolj pogosto izolirana *Lactobacillus plantarum* in *Lactobacillus buchneri*, manj pogosto izoliran pa je bil *Lactobacillus fructivorans*. Ti laktobacili lahko včasih v izdelku zrastejo v zelo visokem številu, a brez vpliva na sam izdelek. Sicer pa rast laktobacilov lahko povzroča nastanek plinov, če gre za heterofermentativne mlečnokislinske bakterije in znižanje vrednosti pH (Jay, 2000).

## 2.5.2 Zagotavljanje mikrobiološke kakovosti jogurtovega solatnega preliva

Proizvodnja solatnega preliva mora biti izvedena na tak način, da je preprečena vsakršna kontaminacija s patogenimi mikroorganizmi in brez možnosti pojava kvara končnega izdelka. Preprečevanje mikrobioloških problemov je najboljše zagotovljeno z upoštevanjem načel HACCP v celotnem proizvodnem procesu. Glavni problemi kvara se lahko kontrolirajo z izborom ustrezne recepture, preprečevanjem kontaminacije preko izhodiščnih surovin in procesnega okolja, z higieničnim pakiranjem ter z ustreznim temperaturnim režimom skladiščenja in distribucije.

### Dekontaminacija surovin

Za stabilen končni izdelek je najbolj pomembno preprečiti kontaminacijo, ki izvira iz izhodiščne surovine. Uporaba dekontaminiranih surovin ali pasterizacija kontaminiranih surovin je ukrep, ki v prvi fazi zagotavlja mikrobiološko kakovost. Surovine, ki so najbolj podvržene kontaminaciji, so začimbe, zelišča in jogurt. Voda, jedilno olje, kis, pasteriziran jajčni rumenjaki običajno niso izvor kontaminacije, če z njimi postopamo po načelih dobre proizvodne prakse.

### **Procesna higiena**

Običajno je vir kvarljivcev, ki so odporni na očetno kislino, nepravilno ali nezadostno očiščena procesna oprema, ki se uporablja v proizvodnji solatnih prelivov. Procesna oprema mora biti načrtovana tako, da omogoča učinkovito ročno čiščenje ali čiščenje po sistemu CIP.

### **Pakiranje in distribucija**

Steklena embalaža, ki se uporablja za polnjenje jogurtovega solatnega preliva, običajno ne predstavlja vira morebitne okužbe, zato dekontaminacija embalaže ni potrebna.

Za jogurtov solatni preliv, kateremu je proizvajalec predpisal sobno temperaturo hranjenja, distribucija ne predstavlja mikrobiološkega problema (Roberts, 1998).

### **3 MATERIAL IN METODE DELA**

#### **3.1 MATERIAL RAZISKAVE**

##### **3.1.1 Vzorci za analizo**

Osnovni material za diplomsko nalogo so bili modelno in industrijsko pripravljene jogurtovi solatni preliv. Standardni jogurtov solatni preliv je bil pripravljen po proizvodni recepturi proizvajalca, drugi dve različici pa po predhodno opravljenem predposkusu.

##### **A. STANDARDNI JOGURTOV SOLATNI PRELIV**

Osnovne sestavine za standardni jogurtov solatni preliv so bile naslednje: voda, rafinirano sončnično olje, kis, gorčica, jajčni rumenjaki v prahu, sirotka v prahu, jogurt s 3,2 % mlečne maščobe, sladkor, sol, gostili: guar gumi, ksantan gumi, sredstva za uravnavanje kislosti: citronska in mlečna kislina, naravne arome, konzervansi: kalijev sorbat.

##### **B. JOGURTOV SOLATNI PRELIV, STABILIZIRAN S KOMERCIALNO MEŠANICO STABILIZATORJEV**

Osnovne sestavine: enake kot pri standardnem prelivu, guar in ksantan gumi smo nadomestili s komercialno mešanico stabilizatorjev v odstotku, ki ga priporoča proizvajalec stabilizatorja.

##### **C. JOGURTOV SOLATNI PRELIV Z UPORABO KSANTAN GUMIJA**

Osnovne sestavine: enake kot pri standardnem prelivu, namesto kombinacije guar in ksantan gumija smo dodali samo ksantan gumi.

#### **3.2 NAČRT POSKUSA**

##### **3.2.1 Predposkus**

V predposkusu smo na osnovi senzorične, reološke in mikrobiološke analize izmed štirih vrst jogurtovih solatnih prelivov izbrali najprimernejše vzorce za glavni poskus.

V predposkusu smo izdelali:

- standardni jogurtov solatni preliv po recepturi proizvajalca,
- jogurtov solatni preliv brez jajc z emulgirnim modificiranim škrobom,
- jogurtov solatni preliv, stabiliziran s komercialno mešanico stabilizatorjev (guar in ksantan gumi),
- jogurtov solatni preliv, stabiliziran s ksantan gumijem in povečano količino modificiranega škroba.

Opravili smo naslednje mikrobiološke analize:

- določanje skupnega števila aerobnih mezofilnih bakterij (NA)
- določanje števila kvasovk in plesni (OGY)
- določanje mlečnokislinskih bakterij (MRS).

### **3.2.2 Načrt glavnega eksperimenta**

Vzorci jogurtovih solatnih prelivov (standardni, dva poskusna) so bili v obratu modelno izdelani tik pred začetkom praktičnega dela diplomskega dela. Poskus je potekal v industrijskih pogojih. Vsak vzorec je bil proizveden v treh ponovitvah (šaržah).

Solatni prelive so bili pakirani v 300 g stekleničke. Takoj po izdelavi in pakiranju smo vse vzorce skladiščili pri temperaturi 20° C.

Sestava standardnega solatnega preliva: voda, sončnično olje, kis, gorčica, jajčni rumenjaki, jogurt, sirotka v prahu, začimbe, stabilizatorja: guar in ksantan gumi, sredstva za uravnavanje kislosti: mlečna in citronska kislina, kalijev sorbat.

Sestava poskusnega vzorca A: voda, sončnično olje, kis, gorčica, jajčni rumenjaki, jogurt, sirotka v prahu, začimbe, pripravljena mešanica stabilizatorjev, sredstva za uravnavanje kislosti: mlečna in citronska kislina, kalijev sorbat.

Sestava poskusnega vzorca B: voda, sončnično olje, kis, gorčica, jajčni rumenjaki, jogurt, sirotka v prahu, začimbe, stabilizator ksantan gumi, sredstva za uravnavanje kislosti: mlečna in citronska kislina, kalijev sorbat.

Sveže vzorce solatnih prelivov smo senzorično in mikrobiološko analizirali prvi dan, reološko pa drugi dan po proizvodnji. Določeno število vzorcev smo skladiščili na temperaturi 20 °C en in dva meseca od datuma proizvodnje.

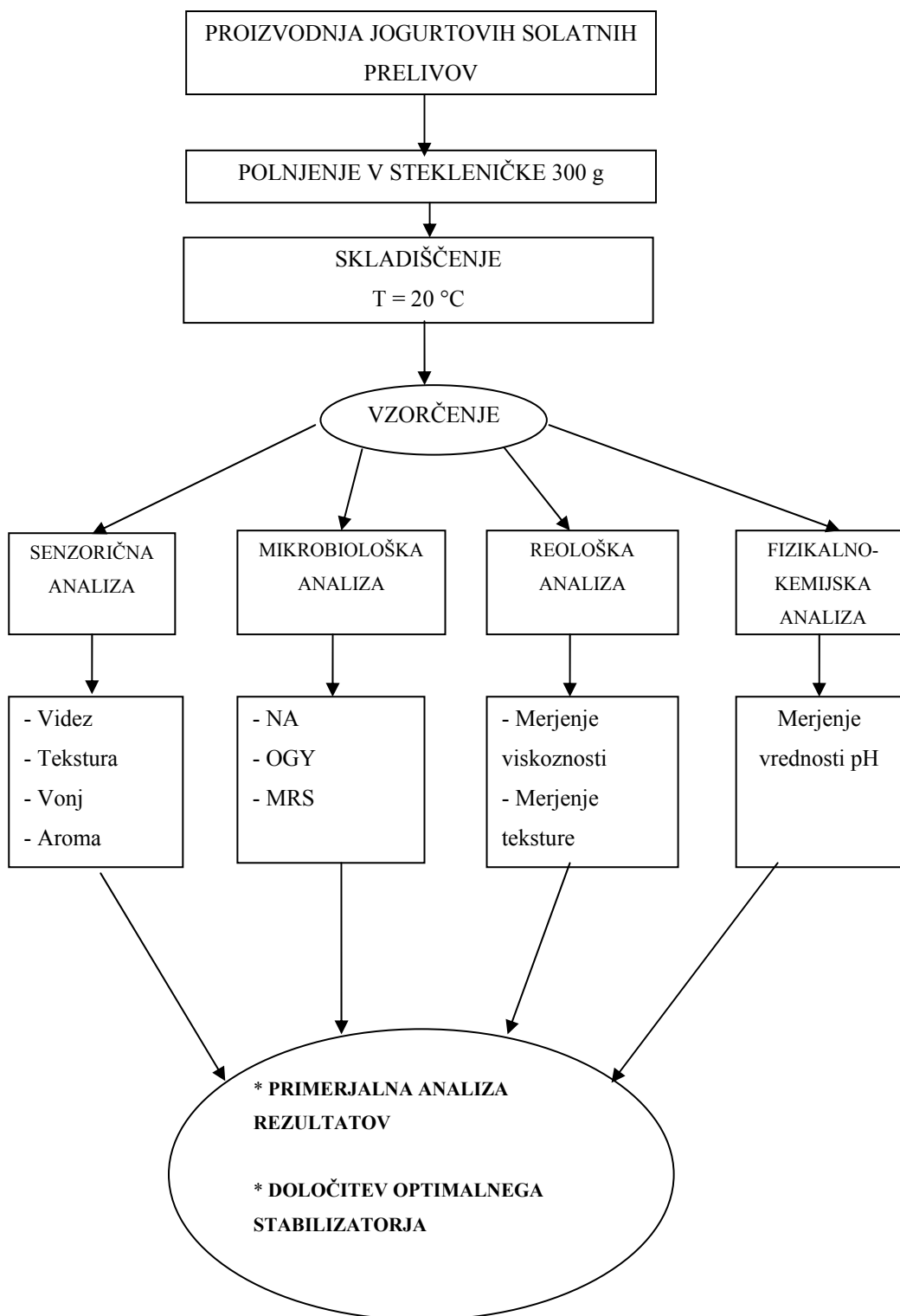
Vzorce solatnih prelivov je na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi senzorično ocenil tričlanski panel. Pri ocenjevanju je panel uporabil analitične deskriptivne teste s točkovanjem senzoričnih lastnosti. Opravili smo tudi meritve vrednosti pH vzorcev.

V laboratoriju Katedre za živilsko mikrobiologijo smo na osnovi predposkusa izvedli analize za ugotavljanje skupnega števila aerobnih mezofilnih bakterij, kvasovk in plesni ter mlečnokislinskih bakterij. Mikrobiološka analiza je bila opravljena na začetku (sveži vzorci) ter na koncu eksperimenta (po dveh mesecih).

Reološka analiza je bila sestavljena iz merjenja viskoznosti na rotacijskem viskozimetru (Tovarna HELIOS d.d.) in iz merjenja teksture s povratno ekstruzijo na aparatu TA-XT (Biotehniška fakulteta). Reološke analize so bile opravljene drugi dan po proizvodnji, po enem in po dveh mesecih.

### **3.2.3 Priprava vzorcev**

Vse vzorce smo pripravili v proizvodnem obratu proizvajalca neposredno pred začetkom mikrobioloških, senzoričnih in reoloških analiz. Pripravljene vzorce smo pakirali v stekleno embalažo, ki jo proizvajalec tudi sicer uporablja za pakiranje solatnih prelivov. Po pakiranju smo vzorce skladiščili na sobni temperaturi (približno 20 °C), kot predpisuje navodilo o hranjenju izdelka.



Slika 6: Načrt poskusa

### 3.3 METODE DELA

#### 3.3.1 Senzorična analiza

Senzorično analizo je opravil tričlanski panel, ki so ga sestavljali izkušeni senzorični preskuševalci Katedre za tehnologijo mesa in gotovih jedi na Biotehniški fakulteti. Senzorične lastnosti in tehniko dela ocenjevanja smo izbrali na osnovi predposkusnega ocenjevanja.

Senzorično oceno smo izvedli s točkovanjem lastnosti iz skupine analitičnih deskriptivnih testov z nestrukturirano točkovno lestvico (od 1 do 7 točk), kjer je višja ocena pomenila boljše izraženo lastnost (Golob s sod., 2006). Vzorci so bili označeni tako, da je bila zagotovljena anonimnost. Senzorična komisija je vzorce ocenjevala v belih porcelanskih skodelicah, ki ne prenašajo vonjev in okusov. Temperatura vzorcev je bila med senzoričnem ocenjevanjem enaka skladiščni temperaturi, to je približno 20° C.

Rezultati senzorične analize so povprečna vrednost vseh treh degustatorjev.

Merila za ocenjevanje posameznih lastnosti so bila naslednja:

#### VIDEZ (VIZUALNE LASTNOSTI)

##### **Odtonek barve (1-7 točk)**

7 - značilna barva jogurta

1 - različni odtenki rjave, bež in drugih odtenkov, netipična barva jogurta

##### **Lesk (1-7 točk)**

7- izrazit lesk

1- vzorec brez leska

##### **Stabilnost v embalaži (1-7 točk)**

Preskuševalci ugotavljajo stabilnost (izločanje tekočega dela in sprememba gostote) solatnega preliva v stekleni embalaži.

7 - vzorec solatnega preliva je stabilen, ni vidnega odpuščanja vode ali olja

1 – vzorec je nestabilen, ločena faza je dobro vidna



### **Stabilnost na krožniku (1-7 točk)**

Preskuševalci ugotavljajo stabilnost solatnega preliva na krožniku (v skodelici).

7- vzorec je na krožniku stabilen, brez izločene vode ali maščobe

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

### VONJ

#### **Značilnost vonja (1-7 točk)**

Ocenjena je značilnost, intenzivnost in prijetnost vonja solatnega preliva. Višja ocena pomeni izrazit, tipičen vonj, medtem ko je nižje ocenjen neizrazit in netipičen vonj.

7 – odlično izražen vonj

1- zelo slabo izražen vonj

### AROMA

#### **Harmoničnost arome (1-7 točk)**

7 – značilna in harmonična aroma

1 – izdelek z neznačilno, neharmonično, prazno aromo.

#### **Priokusi (1-7 točk)**

Ocenjuje se prisotnost tujih priokusov v vzorcih solatnih prelivov.

7 - veliko zaznanih priokusov (po grenkem, po žarkem, po škrobu, kovinski priokus).

1 - tuji priokusi niso prisotni.

### TEKSTURA

Med senzoričnim ocenjevanjem je bila vizualno ocenjena gostota, z okušanjem vzorcev pa homogenost in občutek v ustih.

#### **Gostota (1-4-7 točk)**

1 - redek vzorec

4 - optimalna gostota

7 - gost vzorec

### **Občutek v ustih (1-7 točk)**

To lastnost ocenimo z okušanjem vzorca v ustih in ugotavljamo lepljivost na nebo ali zobe ter pookus.

7 - izdelek z normalnim oziroma optimalnim občutkom;

1 - močno se lepi na nebo ali zobe in ima močan pookus.

### **3.3.2 Mikrobiološka analiza jogurtovih solatnih prelivov**

Mikrobiološke analize so bile opravljene v aseptičnih pogojih.

#### 3.3.2.1 Priprava matične raztopine in razredčitev

Stekleničke s solatnim prelivom smo pred odprtjem predvsem v predelu pokrovčka obrisali z vato, namočeno v etanol in vrhnji del stekleničke ožgali s plamenom. Nato smo v Demetrijevo steklenico z 90 ml sterilne fiziološke raztopine zatehtali 10 g dobro premešanega vzorca solatnega preliva. Novo dobljeno raztopino smo dobro premešali. Z nadaljnjim razredčevanjem po Kochu smo pripravili tudi serije razredčin glede na pričakovano število mikroorganizmov v vzorcih.

#### 3.3.2.2 Cepljenje z vmešavanjem vzorca v gojišču

Po 1 ml ustrezno razredčenega vzorca smo odpipetirali v označene sterilne petrijevke in jih prelili s približno 10-15 ml raztopljenega in na 45 °C ohlajenega sterilnega gojišča. S krožnimi gibi smo vzorece vmešali v gojišče. Nato pokrite plošče pustimo na ravni podlagi, da se gojišča strdijo.

#### 3.3.2.3 Inkubacija vzorcev

Plošče smo inkubirali obrnjene na pokrov, da smo preprečili stekanje kondenza na površino gojišča.

Inkubacijski časi in temperature za posamezne mikroorganizme:

- aerobne mezofilne bakterije in mlečnokislinske bakterije: 2 dni pri 37 °C,
- kvasovke in plesni: 3 do 5 dni pri 28 °C.

#### 3.3.2.4 Značilna rast kolonij posameznih mikroorganizmov

Skupno število aerobnih mezofilnih bakterij: na agarju zrastejo različno velike bakterijske kolonije, ki so motne, belkaste barve.

Kvasovke in plesni: kvasovke na ploščah tvorijo okrogle, bele kolonije, plesni pa tvorijo značilen micelij. Posebej preštujemo kolonije plesni in kolonije kvasovk.

Mlečnokislinske bakterije: na agarju MRS zrastejo okrogle ali ovalne bele kolonije (laktobacili in streptokoki).

#### 3.3.2.5 Štetje kolonij in vrednotenje rezultatov

Po končani inkubaciji preštujemo kolonije na ploščah ročno ali s pomočjo števca kolonij, če je kolonij veliko. Preštujemo le števne plošče, to so tiste, pri katerih je število kolonij manjše od 300. Nato izračunamo povprečno koncentracijo (CFU/g).

### 3.3.3 Reološke analize jogurtovih solatnih prelivov

#### 3.3.3.1 Merjenje viskoznosti z rotacijskim viskozimetrom

V tovarni HELIOS d.d. smo izmerili viskoznost jogurtovih solatnih prelivov z viskozimetrom Brookfield RVF. Aparat je rotacijski viskozimeter in je primeren za merjenje viskoznosti ne-Newtonskih tekočin. Dobljena vrednost ne predstavlja prave, temveč "navidezno" viskoznost, ki služi za medsebojno primerjavo reoloških lastnosti preiskovanih vzorcev.

Vrednosti za viskoznost se izražajo v Pa.s. Območje merjenja viskoznosti je 0,005-20.000 Pa.s. Glede na vrednost viskoznosti preiskovanega vzorca je bilo potrebno izbrati pravo kombinacijo vretena in frekvence, da je bila meritve izvedljiva in da je bila zagotovljena ustrezna natančnost meritve. Rezultat meritve je odvisen od uporabljene kombinacije vreteno-frekvenca, od časa merjenja in od temperature preiskovanega vzorca.

### **Postopek dela z aparatom**

Po opravljenem predposkusu smo izbrali tretje vreteno in rotacijsko frekvenco 20 (št. obratov/minuto). Vzorce smo temperirali na 20 °C in jih nato nalili v 250 ml čašo, ki smo jo postavili pod viskozimeter, naravnan na primerno višino.

Predpisano vreteno smo potopili v vsebino pod kotom približno 45° glede na površino izdelka (da smo preprečili nastanek mehurčkov pod vretenom), nato smo vreteno naravnali vertikalno in ga privili na os aparata. Višino aparata smo nato spustili do nivoja, da je bila zareza vretena potopljena do površine vzorca. Pritisnili smo sklopko, vključili motor, sklopko spustili in naravnali predpisano frekvenco. Po določenem številu obratov (6), smo odčitali odklon kazalca na številčnici. Odčitek smo pomnožili s koeficientom uporabljene kombinacije vreteno-frekvenca (po interni tabeli podjetja Helios). Ta koeficient je v primeru merjenja solatnih prelivov znašal 50. Končni rezultat smo izrazili v Pa.s. Vsak vzorec smo izmerili v treh ponovitvah.

### **Izračun viskoznosti**

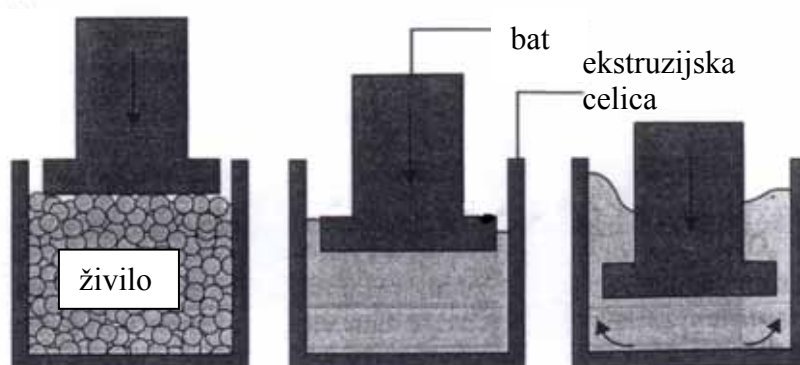
Viskoznost ( $\eta$ ) =  $A \times k / 1000$  (Pa.s)

A - odklon kazalca na številčnici

k - koeficient za kombinacijo vreteno-frekvenca

#### 3.3.3.2 Merjenje teksture s povratno ekstruzijo

Texturo jogurtovih solatnih prelivov smo izmerili z aparatom Texture Analyser TA-XT Plus na Katedri za tehnologijo mesa in gotovih jedi Biotehniške fakultete. Vsak vzorec smo izmerili v treh ponovitvah.



**Slika 7: Princip povratne ekstruzije (prirejeno po Bourne, 2002)**

### **Postopek dela z aparatom**

Vzorce smo temperirali na 20 °C in jih rahlo pretresli. Nalili smo jih v čaše in jih pustili 5 minut, da so se pred meritvijo stabilizirali.

Dobljeni rezultati meritev pomenijo “čvrstost”, “konzistenco”, “kohezivnost” in “viskoznost”.

### **3.3.4 Fizikalno kemijska analiza**

#### **3.3.4.1 Merjenje vrednosti pH**

Vzorcem, temperiranim na 20 °C smo z pH metrom TESTO 230 izmerili vrednosti pH na začetku eksperimenta, po enem in po dveh mesecih.

### **3.3.5 Statistična analiza**

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS Software. Version 8.01, 1999). 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. Pri obdelavi podatkov s statističnim modelom 1 smo uporabili postopek GLM (General Linear Model).

V statistični model 1 smo vključili vpliv skladiščenja, uporabljenega hidrokoloida in interakcije hidrokoloida in skladiščenja.

Statistični model 1:

$$y_{ijk} = \mu + K_i + S_j + K*S_{ij} + e_{ijk}$$

$y_{ijk}$  = opazovana vrednost

$\mu$  = povprečna vrednost

$K_i$  = vpliv i-tega hidrokoloida; i = standard, guar+xantan, xantan

$S_j$  = vpliv j-tega časa skladiščenja; j = 0, 1, 2, meseca

$e_{ijk}$  = ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

### 3.3.6 Vizualno spremljanje vzorcev solatnih prelivov

V času eksperimenta smo jogurtove solatne prelive spremljali tudi vizualno in beležili morebitne vidne spremembe. Po enem in po dveh mesecih smo fotografirali vse vzorce solatnih prelivov v originalnih embalažah. Z ravnilom smo izmerili višino porušenega dela emulzije.

## 4 REZULTATI

### 4.1 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

**Preglednica 2: Rezultati senzorične analize jogurtovih solatnih prelivov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri**

Senzorične lastnosti (točke)	n	$\bar{x}$	min	max	so	KV (%)
odtenek (barva) (1-7)	81	5,1	4,0	5,5	0,41	7,90
lesk (1-7)	81	5,9	5,0	7,0	0,57	9,58
stabilnost v embalaži (1-7)	81	5,9	1,0	7,0	2,03	34,11
stabilnost na krožniku (1-7)	81	6,9	6,5	7,0	0,17	2,49
gostota (1-4-7)	81	4,1	3,0	5,5	0,51	12,48
značilnost vonja (1-7)	81	6,0	5,0	6,5	0,41	6,86
občutek v ustih (1-7)	81	6,2	5,5	7,0	0,43	6,95
značilnost arome (1-7)	81	5,8	5,0	6,5	0,40	6,91
priokus (1-7)	81	1,0	1,0	1,0	0,00	0,00

n - število obravnavanj;  $\bar{x}$  - povprečna vrednost; min - minimalna vrednost; max - maksimalna vrednost; so – standardni odklon deviacija; KV (%) - koeficient variabilnosti

Najbolj variabilni so rezultati stabilnost v embalaži, gostota in lesk, kar je bilo pričakovano.

**Preglednica 3: Vpliv stabilizatorjev in časa skladiščenja na senzorično kakovost jogurtovih solatnih prelivov**

parameter	skladiščenje pri 20 °C	vrsta stabilizatorja ( $\bar{x} \pm so$ )			značilnost	rsd
		standard	guar+xantan	xantan		
odtenek (1-7)	svež	5,50 ± 0,00 <sup>xa</sup>	5,50 ± 0,00 <sup>xa</sup>	5,50 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_K < 0,0001$	0,27
	po 1. mes.	4,83 ± 0,25 <sup>yb</sup>	5,11 ± 0,33 <sup>ya</sup>	5,17 ± 0,25 <sup>ya</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	4,50 ± 0,43 <sup>zb</sup>	5,06 ± 0,39 <sup>ya</sup>	5,17 ± 0,25 <sup>ya</sup>	$p_{K*S} = 0,0052$	
lesk (1-7)	svež	5,50 ± 0,00 <sup>xc</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	6,17 ± 0,25 <sup>xb</sup>	$p_K < 0,0001$	0,23
	po 1. mes.	5,33 ± 0,25 <sup>xy</sup>	5,83 ± 0,25 <sup>yb</sup>	6,17 ± 0,25 <sup>xa</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	5,17 ± 0,25 <sup>yb</sup>	5,94 ± 0,30 <sup>ya</sup>	6,17 ± 0,25 <sup>xa</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
stabilnost v embalaži (1-7)	svež	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_K < 0,0001$	0,21
	po 1. mes.	2,78 ± 0,36 <sup>yb</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	1,67 ± 0,50 <sup>zb</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
stabilnost na krožniku (1-7)	svež	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_K = 0,0001$	0,14
	po 1. mes.	6,67 ± 0,25 <sup>yb</sup>	6,94 ± 0,17 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_S = 0,0051$	
	po 2. mes.	6,83 ± 0,25 <sup>xya</sup>	6,94 ± 0,17 <sup>xa</sup>	7,00 ± 0,00 <sup>xa</sup>	$p_{K*S} = 0,0097$	
gostota (1-4-7)	svež	4,50 ± 0,00 <sup>xa</sup>	4,33 ± 0,25 <sup>xa</sup>	3,78 ± 0,26 <sup>yb</sup>	$p_K = 0,0003$	0,36
	po 1. mes.	3,56 ± 0,17 <sup>yb</sup>	4,11 ± 0,22 <sup>xa</sup>	4,39 ± 0,42 <sup>xa</sup>	$p_S = 0,0292$	
	po 2. mes.	3,39 ± 0,82 <sup>yb</sup>	4,11 ± 0,22 <sup>xa</sup>	4,33 ± 0,25 <sup>xa</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
vonj (1-7)	svež	6,50 ± 0,00 <sup>xa</sup>	6,22 ± 0,26 <sup>xb</sup>	6,33 ± 0,25 <sup>xab</sup>	$p_K = 0,7940$	0,31
	po 1. mes.	6,00 ± 0,35 <sup>ya</sup>	5,83 ± 0,35 <sup>ya</sup>	5,89 ± 0,22 <sup>ya</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	5,56 ± 0,39 <sup>za</sup>	5,83 ± 0,25 <sup>ya</sup>	5,72 ± 0,44 <sup>ya</sup>	$p_{K*S} = 0,0876$	
občutek v ustih (1-7)	svež	6,61 ± 0,22 <sup>xb</sup>	6,50 ± 0,00 <sup>xb</sup>	6,83 ± 0,25 <sup>xa</sup>	$p_K = 0,6964$	0,32
	po 1. mes.	6,06 ± 0,30 <sup>ya</sup>	6,22 ± 0,36 <sup>xya</sup>	6,06 ± 0,30 <sup>ya</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	5,94 ± 0,39 <sup>ya</sup>	6,00 ± 0,43 <sup>ya</sup>	5,94 ± 0,39 <sup>ya</sup>	$p_{K*S} = 0,1983$	
aroma (1-7)	svež	6,06 ± 0,17 <sup>xa</sup>	6,22 ± 0,26 <sup>xa</sup>	6,28 ± 0,26 <sup>xa</sup>	$p_K < 0,0001$	0,27
	po 1. mes.	5,56 ± 0,17 <sup>yb</sup>	5,89 ± 0,22 <sup>ya</sup>	5,78 ± 0,36 <sup>yab</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mes.	5,28 ± 0,26 <sup>zb</sup>	5,83 ± 0,25 <sup>ya</sup>	5,61 ± 0,42 <sup>ya</sup>	$p_{K*S} = 0,3081$	

$p \leq 0,001$  statistično zelo visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,01$  statistično visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,05$  statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv ( $p > 0,05$ ); <sup>x,y,z</sup> vrednosti v isti koloni, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); <sup>a,b,c</sup> vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); rsd – ostanek.

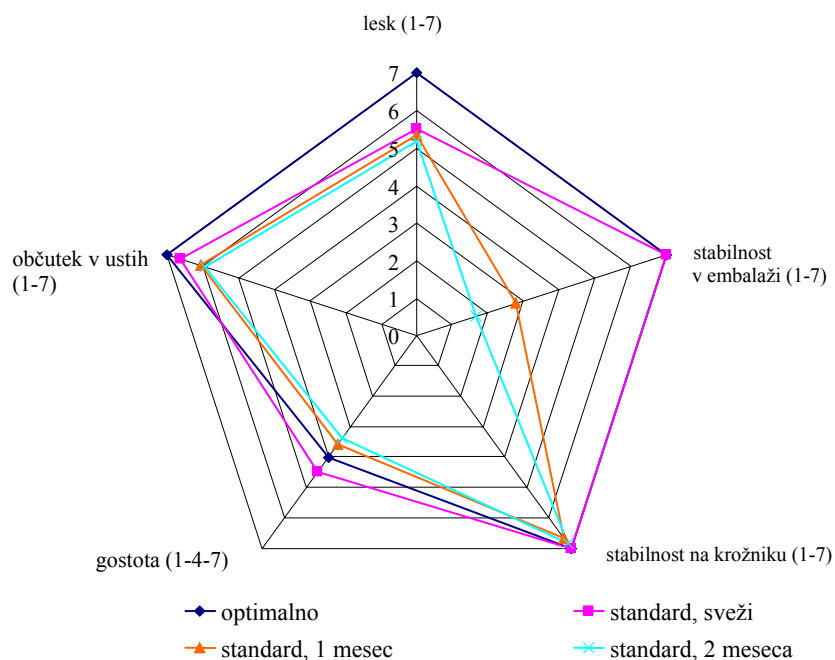


Ocenjevani parameter stabilnost v embalaži se je med eksperimentom občutno spreminjal. Vsi sveži vzorci so bili stabilni, nato pa se je po enem in dveh mesecih stabilnost standardnega vzorca v embalaži izrazito poslabšala. Stabilnost solatnih prelivov, pripravljenih s komercialno mešanico stabilizatorjev, in stabilnost prelivov, zgoščenih samo s ksantanom, je ostala nespremenjena. Po dveh mesecih je standardni vzorec solatnega preliva postal povsem nestabilen.

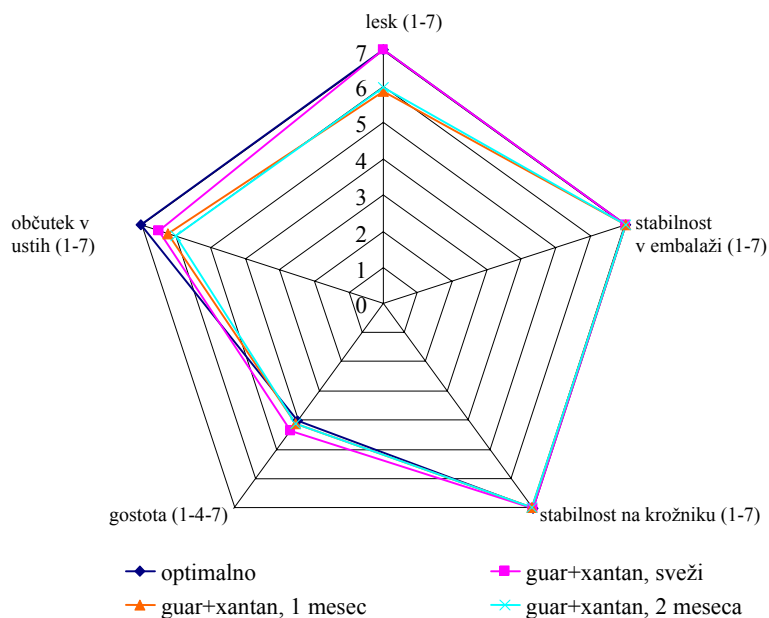
Stabilnost na krožniku je bila pri vseh svežih vzorcih ocenjena z najvišjim številom točk, nato pa se je pri standardu in prelivu s komercialnim stabilizatorjem minimalno poslabšala, vzorci stabilizirani samo s ksantanom so ostali nespremenjeni.

Gostota standardnega solatnega preliva se je s skladiščenjem nekoliko zmanjšala, kar je bilo pričakovano in je posledica porušene emulzije. Gostota prelivov, pripravljenih s komercialno mešanico stabilizatorjev je ostala razmeroma nespremenjena, medtem ko se je pri prelivih, stabiliziranih samo s ksantanom, celo nekoliko povečala. Optimalno gostoto so dosegli prelive stabilizirani s komercialno mešanico guar in ksantan gumija.

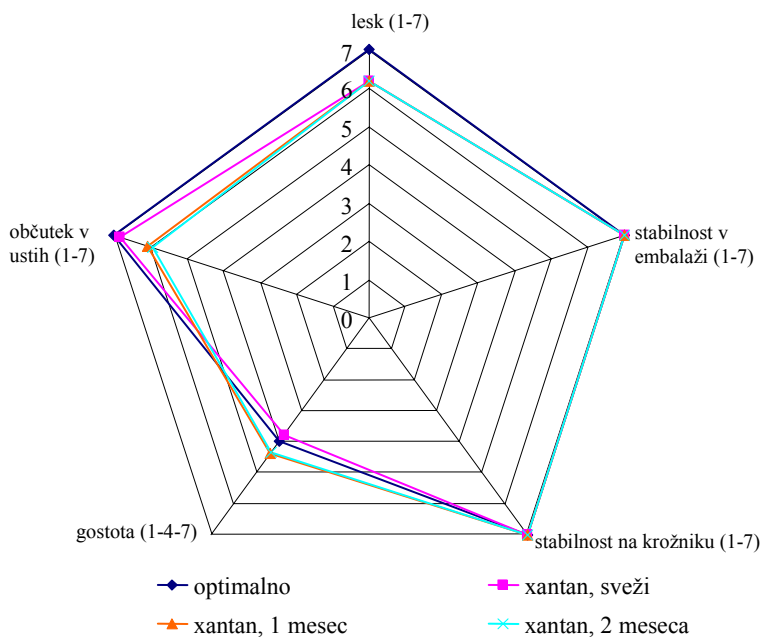
Odtенок barve in aroma sta se s skladiščenjem nekoliko poslabšala pri vseh treh vzorcih. Najboljši odtенок barve je dosegel vzorec, stabiliziran samo s ksantan gumijem. Svež jogurtov preliv stabiliziran s komercialno mešanico hidrokolooidov je imel najbolj izrazit lesk, ki je s skladiščenjem postal manj izrazit. Po enem in po dveh mesecih je imel vzorec, stabiliziran s ksantanom, najbolj izrazit lesk. Vonj se je pri vseh vzorcih s skladiščenjem minimalno poslabšal. Priokusi niso bili zaznani.



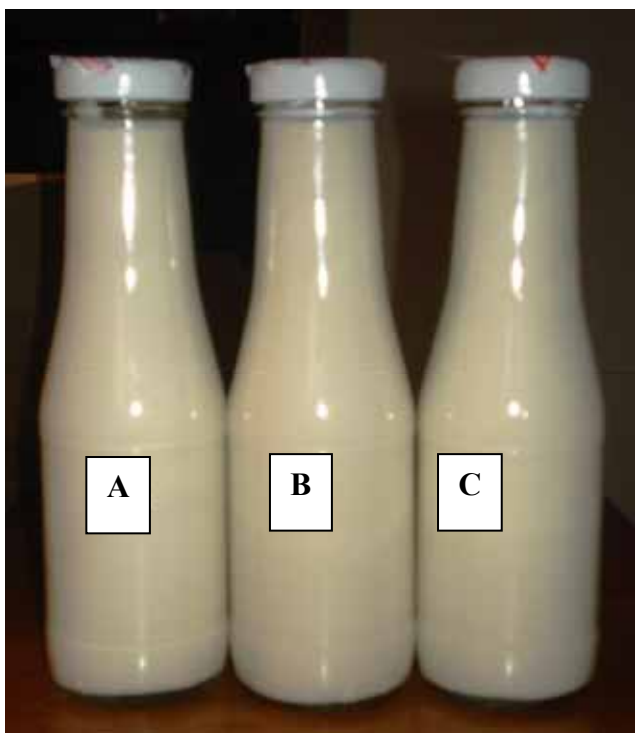
**Slika 8: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, pripravljenih po standardni recepturi proizvajalca**



**Slika 9: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, pripravljenih s komercialno mešanico stabilizatorjev**



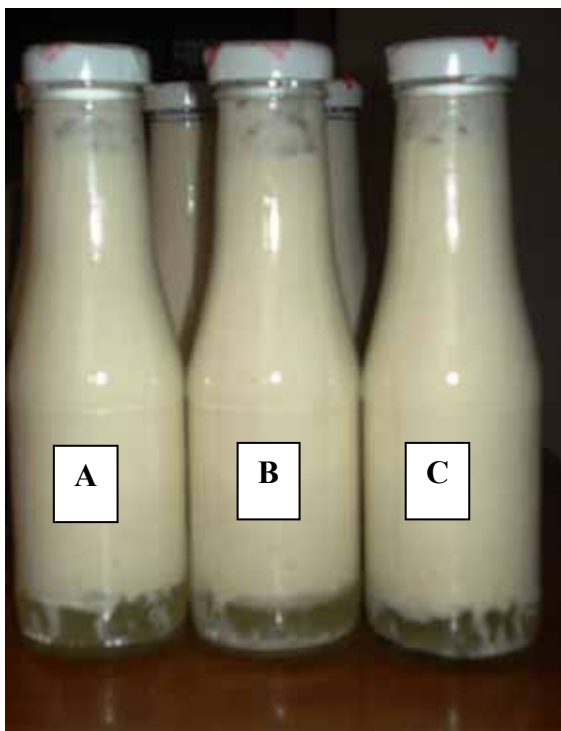
**Slika 10: Izbrane senzorične lastnosti svežih in skladiščenih solatnih prelivov, proizvedenih s ksantan gumijem**



- A = standardni jogurtov solatni preliv
- B = jogurtov solatni preliv, stabiliziran s komercialno mešanico stabilizatorjev
- C = jogurtov solatni preliv, stabiliziran s ksantan gumijem

**Slika 11: Videz jogurtovih solatnih prelivov na začetku poskusa**

Vse šarže vseh treh tipov jogurtovih solatnih prelivov so bile emulzijsko stabilne. Ni bilo vidnih zaznav nestabilnosti.

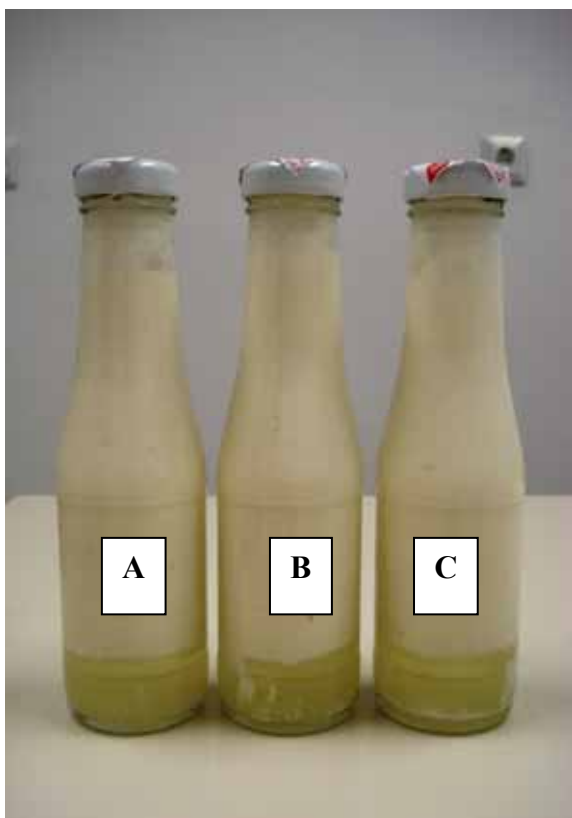


- A = standardni jogurtov solatni preliv,  
1. proizvodna ponovitev
- B = standardni jogurtov solatni preliv,  
2. proizvodna ponovitev
- C = standardni jogurtov solatni preliv,  
3. proizvodna ponovitev

**Slika 12: Videz standardnih jogurtovih solatnih prelivov iz treh proizvodnih ponovitev po enem mesecu skladiščenja**

Vzorci jogurtovih solatnih prelivov, pripravljani po standardni proizvajalčevi recepturi, so se po enem mesecu ločili. Izgled porušene emulzije standardnih vzorcev je viden na zgornji sliki.

Izmerjena višina ločene faze: 1,8 cm.



- A = standardni jogurtov solatni preliv,  
1. proizvodna ponovitev
- B = standardni jogurtov solatni preliv,  
2. proizvodna ponovitev
- C = standardni jogurtov solatni preliv,  
3. proizvodna ponovitev

**Slika 13: Videz standardnih jogurtovih solatnih prelivov s separiranjem faz po dveh mesecih skladiščenja**

Po dveh mesecih skladiščenja se je višina porušenega dela emulzije še povišala. Ostali vzorci so ostali stabilni.

Višina ločene faze: 2,5 cm.

Vizualna analiza izdelka v embalaži je pokazala, da so bili vsi sveži vzorci stabilni. Po pričakovanjih so se spremembe pojavile po enomesečnem skladiščenju in sicer le pri jogurtovih prelivih, proizvedenih po standardni proizvajalčevi recepturi. Pri teh prelivih je prišlo do porušnja emulzije in fazne nestabilnosti, ki se je po dveh mesecih še povečala. Jogurtovi solatni prelive, stabilizirani s komercialno mešanico stabilizatorjev in solatni prelive, stabilizirani s ksantan gumijem kot edinim stabilizatorjem, so ostali stabilni do konca eksperimenta.

## 4.2 REZULTATI MIKROBIOLOŠKE ANALIZE

### 4.2.1 Rezultati mikrobiološke analize svežih jogurtovih solatnih prelivov

**Preglednica 4: Povprečno skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov, kvasovk in plesni ter mlečnokislinskih bakterij svežih vzorcev jogurtovih solatnih prelivov**

<b>vzorec</b>	<b>NA* (cfu/g)</b>	<b>OGY* (cfu/g)</b>	<b>MRS* (cfu/g)</b>
standard 1	110	283	<10
standard 2	130	273	<10
standard 3	200	300	<10
guar+ksantan 1	120	40	<10
guar+ksantan 2	200	36	<10
guar+ksantan 3	220	20	<10
ksantan 1	200	< 10	<10
ksantan 2	200	< 10	<10
ksantan 3	210	< 10	<10

NA\* - skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov

OGY\* - skupno število kvasovk in plesni

MRS\* - skupno število mlečnokislinskih bakterij

Mikrobiološka analiza na začetku eksperimenta (prvi dan po proizvodnji) je pokazala, da so bili vsi vzorci mikrobiološko ustrezni.

#### 4.2.2 Rezultati mikrobiološke analize po dveh mesecih skladiščenja

**Preglednica 5: Povprečno skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov, kvasovk in plesni ter mlečnokislinskih bakterij po dveh mesecih skladiščenja jogurtovih solatnih prelivov**

Vzorec	NA* (cfu/g)	OGY* (cfu/g)	MRS* (cfu/g)
standard 1	300	< 10	10
standard 2	100	< 10	5
standard 3	250	< 10	10
guar+ksantan 1	300	< 10	10
guar+ksantan 2	300	< 10	10
guar+ksantan 3	350	< 10	15
ksantan 1	300	< 10	10
ksantan 2	100	< 10	10
ksantan 3	250	20	0,5

NA\* - skupno število aerobnih mezofilnih mikroorganizmov

OGY\* - skupno število kvasovk in plesni

MRS\* - skupno število mlečnokislinskih bakterij

Mikrobiološka analiza po dveh mesecih skladiščenja je pokazala, da so bili vsi vzorci mikrobiološko ustrezni.

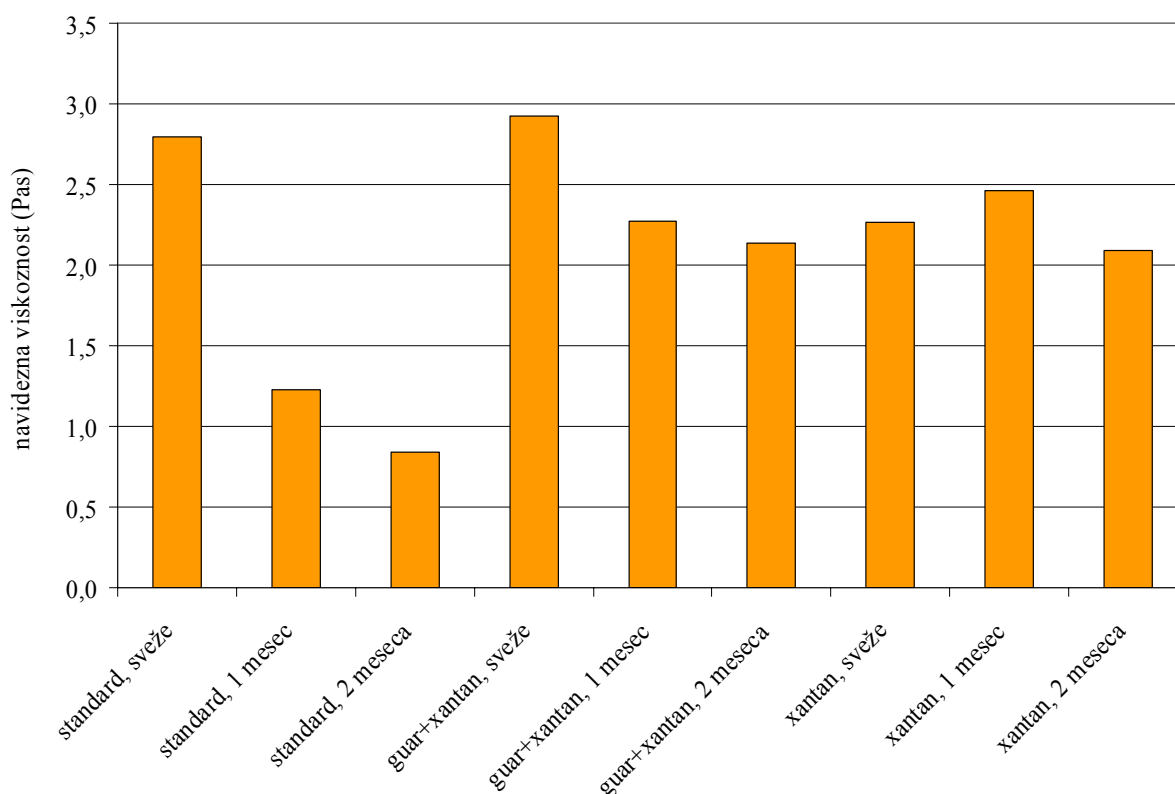
### 4.3 REZULTATI REOLOŠKE ANALIZE

#### 4.3.1 Rezultati merjenja viskoznosti z rotacijskim viskozimetrom

**Preglednica 6: Vrednosti navidezne viskoznosti, merjene z Brookfieldovim rotacijskim viskozimetrom za vzorce z različnimi vrstami stabilizatorja, merjene v treh časovnih obdobjih**

parameter	skladiščenje	vrsta stabilizatorja ( $\bar{x} \pm so$ )			značilnost	rsd
		standard	guar+ksantan	ksantan		
»navidezna« viskoznost	sveži vzorci	2,796±0,015 <sup>xb</sup>	2,928±0,02 <sup>xa</sup>	2,266±0,040 <sup>xy</sup>	$p_K < 0,0001$	0,17
	po 1. mesecu	1,231 ± 0,043 <sup>yb</sup>	2,272±0,044 <sup>ya</sup>	2,463 ± 0,504 <sup>xa</sup>		
	po 2. mesecih	0,843 ± 0,071 <sup>zb</sup>	2,137±0,024 <sup>za</sup>	2,092 ± 0,036 <sup>ya</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	

$p \leq 0,001$  statistično zelo visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,01$  statistično visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,05$  statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv ( $p > 0,05$ ); <sup>x,y,z</sup> vrednosti v isti koloni, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); <sup>a,b,c</sup> vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); rsd – ostanek.



**Slika 14: Navidezna viskoznost vseh svežih in skladiščenih jogurtovih solatnih prelivov, izmerjena z rotacijskim viskozimetrom Brookfield**



Rezultati merjenja viskoznosti z rotacijskim viskozimetrom so pokazali, da imata vrsta stabilizatorja in čas skladiščenja velik vpliv na viskoznost jogurtovih solatnih prelivov. Pri svežih vzorcih so bili najbolj viskozni prelive, ki so bili stabilizirani s komercialno mešanico stabilizatorjev. Po enem mesecu, ko so vzorci standardnega solatnega preliva postali nestabilni, se je tudi viskoznost znižala. Med nadaljnjim skladiščenjem se je viskoznost standardnega jogurtovega preliva še zniževala in ob koncu eksperimenta dosegla občutno nižjo vrednost.

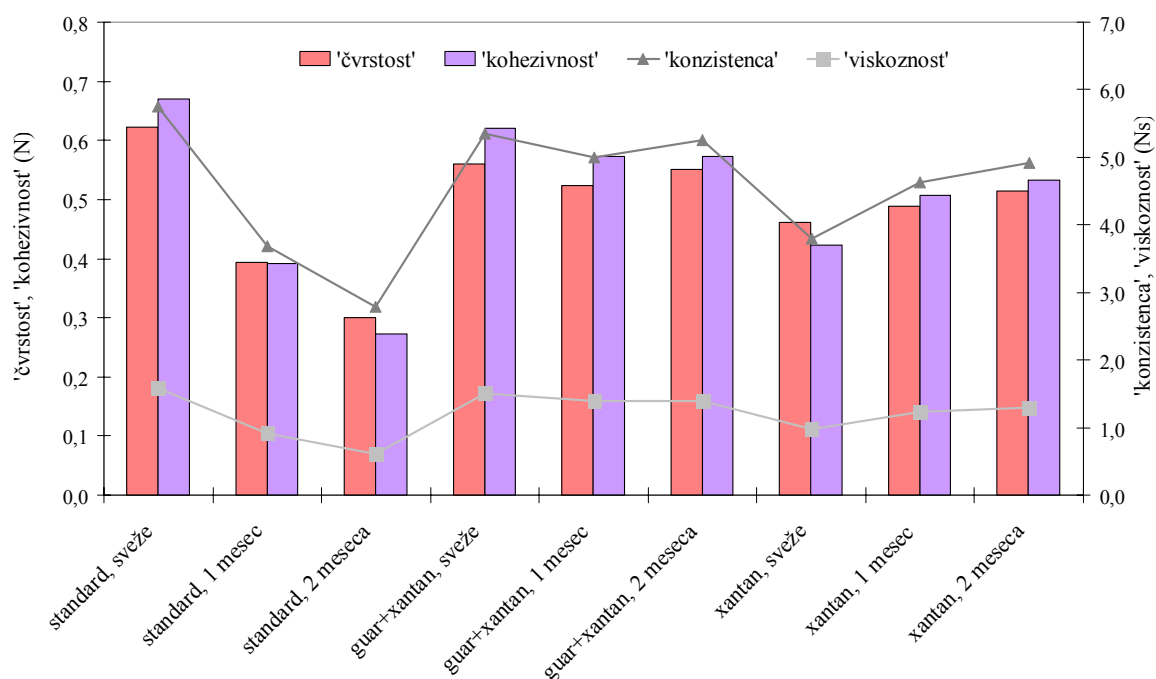
Viskoznost vzorcev, stabiliziranih s komercialno mešanico stabilizatorjev in vzorcev stabiliziranih samo s ksantanom, je ostala razmeroma nespremenjena, oziroma se je s skladiščenjem le malo spreminjala.

#### 4.3.2 Rezultati merjenja teksture s povratno ekstruzijo

**Preglednica 7: Vpliv stabilizatorjev in časa skladiščenja na teksturo jogurtovih solatnih prelivov, izmerjeno s povratno ekstruzijo (aparatus TA-TX)**

parameter	skladiščenje pri 20 °C	vrsta stabilizatorja ( $\bar{x} \pm so$ )			značilnost	rsd
		standard	guar+ksantan	ksantan		
čvrstost (N)	sveži vzorci	0,623 ± 0,040 <sup>xa</sup>	0,560 ± 0,029 <sup>xb</sup>	0,462 ± 0,035 <sup>yc</sup>	$p_K < 0,0001$	0,03
	po 1. mesecu	0,394 ± 0,023 <sup>yc</sup>	0,523 ± 0,012 <sup>ya</sup>	0,490 ± 0,012 <sup>xyb</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mesecih	0,300 ± 0,015 <sup>zc</sup>	0,550 ± 0,033 <sup>xa</sup>	0,515 ± 0,033 <sup>xb</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
konzistenca (N/s)	sveži vzorci	5,755 ± 0,348 <sup>xa</sup>	5,357 ± 0,281 <sup>xa</sup>	3,801 ± 1,391 <sup>yb</sup>	$p_K < 0,0001$	0,51
	po 1. mesecu	3,685 ± 0,172 <sup>yc</sup>	5,005 ± 0,118 <sup>ya</sup>	4,627 ± 0,085 <sup>xb</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mesecih	2,781 ± 0,147 <sup>zc</sup>	5,249 ± 0,287 <sup>xa</sup>	4,925 ± 0,297 <sup>xb</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
kohezivnost (N)	sveži vzorci	0,669 ± 0,050 <sup>xa</sup>	0,621 ± 0,040 <sup>xa</sup>	0,422 ± 0,057 <sup>yb</sup>	$p_K < 0,0001$	0,04
	po 1. mesecu	0,392 ± 0,024 <sup>yc</sup>	0,573 ± 0,018 <sup>ya</sup>	0,508 ± 0,016 <sup>xb</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mesecih	0,274 ± 0,033 <sup>zc</sup>	0,574 ± 0,032 <sup>ya</sup>	0,532 ± 0,030 <sup>xb</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	
viskoznost (N/s)	sveži vzorci	1,580 ± 0,113 <sup>xa</sup>	1,502 ± 0,107 <sup>xa</sup>	0,984 ± 0,217 <sup>yb</sup>	$p_K < 0,0001$	0,11
	po 1. mesecu	0,921 ± 0,078 <sup>yc</sup>	1,390 ± 0,044 <sup>ya</sup>	1,228 ± 0,043 <sup>xb</sup>	$p_S < 0,0001$	
	po 2. mesecih	0,605 ± 0,105 <sup>zc</sup>	1,391 ± 0,085 <sup>ya</sup>	1,295 ± 0,080 <sup>xb</sup>	$p_{K*S} < 0,0001$	

$p \leq 0,001$  statistično zelo visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,01$  statistično visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,05$  statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv ( $p > 0,05$ ); <sup>x,y,z</sup> vrednosti v isti koloni, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); <sup>a,b,c</sup> vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); rsd – ostanek.



**Slika 15: Merjenje teksture jogurtovih solatnih prelivov s povratno ekstruzijo v treh časovnih obdobjih**

Pri merjenju teksture z aparatom za povratno ekstruzijo kot rezultat dobimo štiri vrednosti, ki opisujejo sledeče lastnosti merjenega vzorca:

- čvrstost,
- konzistenco,
- kohezivnost in
- viskoznost.

Vse štiri lastnosti so se pri vzorcu standardnega jogurtovega preliva s skladiščenjem občutno spreminjale, pri ostalih dveh vzorcih pa so ostale razmeroma nespremenjene. Zanimiv je rezultat, da sta bili standardnemu jogurtovemu prelivu izmerjeni najboljša konzistenca in kohezivnost, ki pa sta se med skladiščenjem precej zmanjšali, kar je skladno tudi z rezultati senzorične analize. Vzorcju, ki je bil stabiliziran samo s ksantanom, so se med skladiščenjem vrednosti vseh štirih parametrov povečale.

#### 4.4 REZULTATI PRIMERJAVE SENZORIČNIH LASTNOSTI S TEKSTURNIMI PARAMETRI

**Preglednica 8: Pearsonovi korelacijski koeficienti med senzoričnimi lastnostmi in teksturnimi parametri jogurtovih solatnih prelivov (N = 81)**

	stabilnost v embalaži	stabilnost na krožniku	gostota	občutek v ustih	rotacijska viskoznost	čvrstost*	konzistenca*	kohezivnost*
stabilnost na krožniku	0,57***	1,00						
gostota	0,63***	0,44***	1,00					
občutek v ustih	0,33***	0,43***	0,19	1,00				
rotacijska viskoznost (Brookfield)	0,88***	0,49***	0,66***	0,42***	1,00			
čvrstost*	0,83***	0,40***	0,63***	0,27**	0,84***	1,00		
kozistenca*	0,72***	0,33***	0,62***	0,12	0,73***	0,84***	1,00	
kohezivnost*	0,79***	0,37***	0,66***	0,20	0,82***	0,92***	0,92***	1,00
viskoznost*	0,79***	0,38***	0,66***	0,17	0,80***	0,90***	0,94***	0,99***

N – število določanj; \*\*\* P≤0,001 statistično zelo visoko značilno; \*\* P≤0,01 statistično visoko značilno; \* P≤0,05 statistično značilno; \* parametri povratne ekstruzije.

Primerjalna analiza je pokazala visoko korelacijo med nekaterimi senzoričnimi lastnostmi in teksturnimi parametri jogurtovih solatnih prelivov. Korelacijski koeficient za senzorično lastnost stabilnost v embalaži in viskoznost, izmerjeno z rotacijskim viskozimetrom je visok (0,88) in statistično zelo visoko značilen.

## 4.5 REZULTATI FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE

### 4.5.1 Merjenje vrednosti pH

**Preglednica 9: Izmerjene vrednosti pH za vzorce z različnimi vrstami stabilizatorjev, merjene v treh časovnih obdobjih**

parameter	skladiščenje	vrsta stabilizatorja ( $\bar{x} \pm so$ )			značilnost	rsd
		standard	guar+ksantan	ksantan		
vrednost pH	sveži vzorci	3,62 ± 0,01 <sup>xb</sup>	3,66 ± 0,006 <sup>xa</sup>	3,38 ± 0,01 <sup>xc</sup>	$p_K < 0,0001$	0,01
	po 1. mesecu	3,58 ± 0,01 <sup>yb</sup>	3,65 ± 0,01 <sup>xa</sup>	3,38 ± 0,00 <sup>xc</sup>	$p_S = 0,0015$	
	po 2. mesecih	3,60 ± 0,01 <sup>yb</sup>	3,64 ± 0,01 <sup>ya</sup>	3,38 ± 0,01 <sup>xc</sup>	$p_{K*S} = 0,0008$	

$p \leq 0,001$  statistično zelo visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,01$  statistično visoko značilen vpliv;  $p \leq 0,05$  statistično značilen vpliv; nz – neznačilen vpliv ( $p > 0,05$ ); <sup>x,y,z</sup> vrednosti v isti koloni, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); <sup>a,b,c</sup> vrednosti v isti vrstici, ki v oznaki nimajo enake nobene od črk, se statistično značilno razlikujejo ( $p < 0,05$ ); rsd – ostanek.

Vrednost pH vzorcev se med skladiščenjem skoraj ni spreminjala in je ves čas ostajala med 3,38 in 3,66. Nespremenjena nizka vrednost pH vzorcev in dodan konzervans kažeta, da ni verjetnosti za mikrobiološki kvar, z izjemo mikroorganizmov, ki so rezistentni na visoko kislost.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

Namen praktičnega dela naloge je bil ugotoviti, kakšen je vpliv stabilizatorjev in skladiščenja na ohranjanje senzorične, reološke in mikrobiološke kakovosti in stabilnosti jogurtovega solatnega preliva. Senzorično ocenjevanje je bilo opravljeno v treh neodvisnih ponovitvah oziroma vzorcih jogurtovih solatnih prelivov, ki so bili pripravljene v standardnih proizvodnih pogojih. Senzorično ocenjevanje je bilo opravljeno prvi dan po proizvodnji, en in dva meseca po izdelavi prelivov. Poleg senzorične analize so bile opravljene tudi mikrobiološke, reološke in fizikalno-kemijske analize.

Pojav fazne nestabilnosti jogurtovega solatnega preliva predstavlja tako tehnološki kot tudi marketinški problem, saj se kupci neradi odločajo za nakup solatnega preliva s takšnim videzom.

Senzorična analiza jogurtovih solatnih prelivov je pokazala, da izbor stabilizatorja bistveno vpliva na stabilnost prelivov v stekleni embalaži. Takoj po proizvodnji so bili vsi sveži vzorci stabilni. Nato se je po enem in dveh mesecih skladiščenja stabilnost standardnega vzorca, proizvedenega po recepturi proizvajalca, izrazito poslabšala. Stabilnost solatnih prelivov, pripravljenih s komercialno mešanico stabilizatorjev, katerih razmerje je poslovna skrivnost in stabilnost prelivov, zgoščenih samo s ksantanom, je ostala nespremenjena. Po dveh mesecih je standardni vzorec jogurtovega solatnega preliva postal povsem nestabilen in zato nesprejemljiv. Zaradi porušitve emulzijske stabilnosti pri standardnih solatnih prelivih je med skladiščenjem prišlo tudi do zmanjšanja gostote, ki ni bila več optimalna. Optimalno gostoto so tudi med skladiščenjem ohranili vzorci, stabilizirani s komercialno mešanico stabilizatorjev, kar je bilo pričakovano.

Izbor ustreznega stabilizatorja v proizvodnji jogurtovega solatnega preliva vpliva tudi na lesk končnega izdelka. Najbolj izrazit lesk po dveh mesecih skladiščenja smo dosegli z uporabo ksantan gumija, kot edinega stabilizatorja.

Tudi reološke analize so pokazale, da imata vrsta stabilizatorja in čas skladiščenja velik vpliv na viskoznost in stabilnost jogurtovih solatnih prelivov. Viskoznost standardnih prelivov se je med skladiščenjem vedno bolj zmanjševala, medtem ko se viskoznost obeh izboljšanih različic jogurtovih solatnih prelivov ni bistveno spreminjala. Merjenje teksture z aparatom za povratno ekstruzijo je dalo primerljive rezultate, ki so po dveh mesecih pokazali slabo kohezivnost, konzistenco in čvrstost standardnih prelivov, kar je skladno tudi z rezultati senzorične analize.

Hill (1995) je opravili primerjavo rezultatov reološkega merjenja gostote in senzoričnega ocenjevanja. Njegova primerjava je potrdila domnevo, da je kompleksna viskoznost lahko kriterij, s katerim je mogoče predvideti senzorično zaznano gostoto.

Meullenet (1998) je preučeval, kakšna je zveza med senzorično in instrumentalno ocenjenim profilom teksture. Ugotovil je tesno linearno zvezo med senzorično in instrumentalno izmerjenimi parametri. Do takšnih ugotovitev smo prišli tudi pri našem poskusu.

Wendin in Hall (2001) pa sta z senzoričnimi in reološkimi analizami preučevala vpliv vsebnosti maščob, zgoščevalnih sredstev in emulgatorja na solatni preliv. Ugotovila sta, da glede reoloških in teksturnih lastnosti obstaja močna povezava med instrumentalnimi in senzoričnimi analizami. Naše ugotovitve so skladne z rezultati navedene objave.

Vrednost pH vzorcev se med poskusom ni bistveno spremenila, ves čas je bila med 3,38 in 3,66. To nakazuje, da ni bilo verjetnosti za mikrobiološki kvar, z izjemo mikroorganizmov, ki so rezistentni na visoke odstotke kisline. S to ugotovitvijo so skladni tudi rezultati mikrobiološke analize, ki so pokazali, da vzorci niso bili podvrženi mikrobiološkim spremembam.

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov senzorične, mikrobiološke, reološke in fizikalno-kemijske analize jogurtovega solatnega preliva, ki smo ga proizvedli po standardni proizvajalčevi recepturi in z dvema izboljšavama ter ga skladiščili dva meseca pri sobni temperaturi lahko sklepamo sledeče:

- Ustrezen stabilizator ima odločilen vpliv na kakovost in stabilnost jogurtovega solatnega preliva. Nadomestitev stabilizatorjev iz standardne recepture proizvajalca s komercialno mešanico stabilizatorjev ali s ksantan gumijem značilno izboljša senzorične in reološke lastnosti, predvsem stabilnost v embalaži, gostoto in lesk jogurtovega solatnega preliva.
- Senzorična analiza je tudi pokazala, da se je med skladiščenjem najhitreje in najbolj značilno slabšala kakovost jogurtovega solatnega preliva, proizvedenega po standardni recepturi proizvajalca, kar je verjetno posledica porušene emulzije zaradi neustreznega izbora stabilizatorjev.
- Čas skladiščenja je imel največji vpliv na vzorce standardnih solatnih prelivov, ki so do konca skladiščenja postali povsem nestabilni, ni pa bistveno vplival na stabilnost jogurtovih solatnih prelivov, stabiliziranih s komercialno mešanico stabilizatorjev in jogurtovih solatnih prelivov, stabiliziranih s ksantan gumijem.
- Nestabilnost emulzije standardnih jogurtovih solatnih prelivov, proizvedenih po recepturi proizvajalca, ni posledica mikrobioloških sprememb, saj je mikrobiološka analiza pokazala, da so bili vzorci ustrezni.
- Potrdili smo tesne korelacije med senzoričnimi in reološkimi lastnostmi. Med rotacijsko viskoznostjo po Brookfieldu in senzorično ovrednoteno stabilnostjo jogurtovega solatnega preliva v embalaži smo določili pozitiven, visok in statistično zelo visoko značilen Pearsonov korelacijski koeficient.
- Natančne (minimalne) količine ustreznih stabilizatorjev, ki zagotavljajo stabilno emulzijo do izteka roka trajanja, bi lahko bile predmet nadaljnjih raziskav.

## 6 POVZETEK

Jogurtove solatne prelive uvrščamo med izdelke, namenjene kot prilogo ali dodatek različnim tipom solat. Na tržišču je danes prisotnih veliko različnih vrst solatnih prelivov, ki se med seboj razlikujejo po gostoti, viskoznosti, vsebnosti maščob, dodanih začimbah, zeliščih ali drugih dodatkih (npr. jogurt, smetana, sir, oreščki, koščki zelenjave). Jogurtov solatni preliv je izdelek z zmanjšano vsebnostjo maščob (26 %) in z dodanim jogurtom (5 %). Poleg tega vsebuje še jajčni rumenjaki, sirotko v prahu, sredstva za reguliranje kislosti, začimbe, naravne arome in sredstvo za konzerviranje, kalijev sorbat.

Zaradi dodanega konzervansa in vrednosti pH (približno 3,6) spada med mikrobiološko neobčutljiva živila. Ob upoštevanju navodila o hranjenju izdelka pri temperaturi do 20 °C je rok trajanja jogurtovega solatnega preliva eno leto.

Ker se kakovost in stabilnost jogurtovega solatnega preliva med skladiščenjem lahko bistveno spremeni, je bil namen diplomskega dela ovrednotiti vpliv različnih stabilizatorjev in časa skladiščenja na stabilnost jogurtovega solatnega preliva. Različice solatnih prelivov smo izbrali na osnovi dveh predposkusov, na katerih smo opravili senzorične, reološke, mikrobiološke in fizikalno-kemijske analize prelivov, skladiščenih pri enotnem skladiščnem režimu na temperaturi 20 °C. Glede na rezultate predposkusov smo za diplomsko delo izbrali jogurtov solatni preliv, proizveden po standardni recepturi proizvajalca, preliv, stabiliziran s komercialno pripravljeno mešanico stabilizatorjev v razmerju, ki je poslovna skrivnost, ter jogurtov solatni preliv, stabiliziran s ksantan gumijem. S pomočjo senzoričnih, reoloških (Brookfieldov rotacijski viskozimeter, povratna ekstruzija), mikrobioloških (NA, OGY, MRS) in fizikalno-kemijskih analiz (vrednost pH) smo ugotavljali razlike v stabilnosti in kakovosti izdelka v časovnem obdobju dveh mesecev.

Predpostavili smo, da bosta vrsta stabilizatorja in čas skladiščenja pomembno vplivala na stabilnost in kakovost jogurtovih solatnih prelivov.



V praktičnem delu naloge smo pridobili naslednje rezultate.

Ustrezen stabilizator ima odločilen vpliv na kakovost in stabilnost jogurtovega solatnega preliva. Nadomestitev stabilizatorjev iz standardne recepture proizvajalca s komercialno mešanico stabilizatorjev ali s ksantan gumijem značilno izboljša senzorične in reološke lastnosti, predvsem stabilnost v embalaži, gostoto, viskoznost in lesk jogurtovega solatnega preliva. Senzorična analiza je tudi pokazala, da se je v času skladiščenja najhitreje in najbolj značilno slabšala kakovost jogurtovega solatnega preliva, proizvedenega po standardni recepturi proizvajalca, kar je verjetno posledica porušene emulzije zaradi neustreznega izbora stabilizatorjev. Ustrezen stabilizator ima odločilen vpliv na viskoznost jogurtovega solatnega preliva. Viskoznost standardnih jogurtovih solatnih prelivov je bila najslabša, optimalno viskoznost so imeli prelive stabilizirani s komercialno mešanico stabilizatorjev. Razvidno je, da je komercialna mešanica stabilizatorjev bolj učinkovita, čeprav sta v mešanici enaka stabilizatorja, kot sta v recepturi standardnih prelivov (guar in ksantan gumi). Verjetno gre za drugačno kvaliteto in razmerje, kar pa je poslovna skrivnost proizvajalca stabilizatorjev.

Čas skladiščenja je imel največji vpliv na vzorce standardnih solatnih prelivov, ki so do konca skladiščenja postali povsem nestabilni, ni pa bistveno vplival na stabilnost jogurtovih solatnih prelivov, stabiliziranih s komercialno mešanico stabilizatorjev in jogurtovih solatnih prelivov, stabiliziranih s ksantan gumijem. Nestabilnost emulzije standardnih jogurtovih solatnih prelivov, proizvedenih po recepturi proizvajalca, ni posledica mikrobioloških sprememb, saj je mikrobiološka analiza pokazala, da so bili vzorci ustrezni.

Potrdili smo korelacije med senzoričnimi in reološkimi analizami. Korelacijski koeficient med rotacijsko viskoznostjo, izmerjeno z Brookfieldovim rotacijskim viskozimetrom in senzorično lastnostjo stabilnost jogurtovega solatnega preliva v embalaži je visok in statistično zelo visoko značilen.

Natančne (minimalne) količine ustreznih stabilizatorjev, ki zagotavljajo stabilno emulzijo do izteka roka trajanja, bi lahko bile predmet nadaljnjih raziskav.

## 7 PREGLED VIROV

Abramovič H. 2004. Emulzija kot živilo. *Kemija v šoli*, 4: 20-24

Adamič J., Smole Možina S., Jeršek B. 2003. Vloga in pomen mikroorganizmov v živilih in taksonomija. V: *Mikrobiologija živil živalskega izvora*. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-45

Blenford D. 1996. Ingredient interactions reviewed. *International Food Ingredients*, 1: 27-29

Bourne M.C. 2002. *Food texture and viscosity: Concept and measurement*. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Academic Press: 126-130

Chiple J.R. 2005. Sodium benzoate and benzoic acid. V: *Antimicrobials in food*. 3<sup>rd</sup> ed. Davidson P.M., Sofos J.N., Branen A.L. (eds.). Boca Raton, CRC: 1-10

Coulate T.P. 2002. *Food: The chemistry of its components*. 4<sup>th</sup> ed. Cambridge, The Royal Society of Chemistry: 68-72

Černivec V. 2005. Viskozimeter Brookfield RVF. Navodila za delo. Domžale, Helios kemična tovarna d.o.o., Domžale: 1-3

Fennema O.R. 1996. *Food chemistry*. 3<sup>rd</sup> ed. New York, Marcel Dekker: 1069 str.

Fox B.A., Cameron A.G. 1995. *Food science nutrition and health*. 6<sup>th</sup> ed. London, Edward Arnold: 58-63

Friberg S. E. 1997. Emulsion stability. V: *Food emulsions*. 3<sup>rd</sup> ed. New York, Marcel Dekker: 1-56

Garbutt J. 1997. *Essentials of food microbiology*. London, Arnold: 250 str.

Giusti A.M., Bucarelli F.M., Cannella C. 2003. Sensors application in nutrition. Quality of food : What does it means? Tübingen, The NOSE II Network. <http://nose-network.org/archive/school/third/cannella.pdf> (april 2006): 27 str.

- Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 7-51
- Golob T., Jamnik M. 2004. Vloga senzorične analize pri zagotavljanju varnosti živil. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi dnevi 2004, Radenci 18. in 19. marec 2004. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-115
- Gugušević-Đaković M. 1973. Industrijska proizvodnja gotove hrane. Beograd, Poljoprivredni fakultet: 280-294
- Hill M.A. 1995. The relationship between the rheological and sensory properties of a lemon pie filling. *Journal of Texture Studies*, 26: 457-470
- Hribar J., Gobec T. 1999. Hidrokoloidi v tehnologiji rastlinskih živil. V: Reologija živil. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 167-177
- ISO 6564. Sensory analysis-methodology-flavour profile methods. 1985: 6 str.
- ISO 11036. Sensory analysis-methodology-texture profile. 1994: 14 str.
- Jay J. M. 2000. *Modern food microbiology*. 6<sup>th</sup> ed. Geithersburg, An Aspen Publication: 679 str.
- Klofutar C. 1999. Viskoznost tekočin in raztopin. V: Reologija živil. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31-34
- Krishnamurthy R.G., Witte V.C. 1996. Cooking oils, salad oils, and oil-based dressings. V: *Bailey's industrial oil and fat products*. 5<sup>th</sup> ed. Hui Y.H. (ed.). Vol. 3. Edible oil and fat Products: Products and application technology. New York, John Wiley & Sons, Inc.: 193-223
- Lillford P.J., Norton I.Z. 1992. Food hydrocolloids: an end user's viewpoint. V: *Gums and stabilisers for the food industry* 6. Phillips G.O., Williams P.A., Wedlock D.J. (eds.). Oxford, University Press: 3-16

- Martínez I. 2007. Effect of salt content on the rheological properties of salad dressing-type emulsions stabilised by emulsifier blends. *Journal of Food Engineering*, 80: 1272-1281
- Matz S.A. 1962. *Food texture*. Westport, Avi Publishing Co.: 286 str.
- McClements D.J. 1999. *Food emulsions: Principles, practice, and techniques*. Boca Raton, CRC Press: 378 str.
- Meullenet J.F. 1998. Relationship between sensory and instrumental texture profile attributes. *Journal of Sensory studies*, 13: 77-93
- Mitolo J.J. 2006. Starch selections and interaction in foods. V: *Ingredient interactions. Effect on food quality*. 2<sup>nd</sup> ed. Gaonkar A.G., McPherson A. (eds.). Boca Raton, CRC Taylor & Francis: 139-166
- Mossel D.A. 1983. Essential and perspectives of the microbial ecology of the foods. V: *Food microbiology: Advances and prospects*. Roberts T.A., Skinner F.A. (eds.). London, Academic Press: 1-45
- O' Brien R.D. 2004. *Fats and oils. Formulating and processing for applications*. 2<sup>nd</sup> ed. Boca Raton, CRC Press: 413-418
- Peleg M. 1983. The semantics of rheology and texture. *Food Technology*, 37, 11: 54-61
- Phillips G.O., Williams P.A. 2000. *Handbook of hydrocolloids*. Boca Raton, CRC Press: 450 str.
- Plestenjak A., Golob T. 1999. Tekstura-senzorična lastnost. V: *Reologija živil*. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 53-60
- Pomeranz Y., Meloan C.E. 1994. *Food analysis: Theory and practice*. New York, Chapman Hall: 449-487

- Roberts T.A. 1998. Oil and fat-based foods. V: Microorganisms in foods 6. Microbial ecology of food commodities. ICMSF. London, Blackie Academic & Professional: 390-417
- SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc.: software
- Saupe C. Mikrobiologie der Fische, Wech- und Krebstiere. V: Mikrobiologie der Lebensmittel Fleisch und Fleischerzeugnisse. Weber H. (ed.). Hamburg, Behr's Verlag: 665-665
- Shelef L.A. 1983. Antimicrobial effects of spices. Journal of Food Safety: 6: 29-44
- Singh J. 2007. Factors influencing the physico-chemical, morphological, thermal and rheological properties of some chemically modified starches for food applications – A review. Food Hydrocolloids, 21: 1-22
- Smittle R.B., Flowers R.S. 1982. Acid tolerant microorganisms involved in the spoilage of salad dressing. Journal of Food Protection, 45: 977-983
- Smole Možina S. 1999. Mikrostruktura živil in rast mikroorganizmov. V: Reologija živil. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 107-117
- Smole Možina S., Bem Z. 2003. Dejavniki razmnoževanja mikroorganizmov. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Žlender B., Smole Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 47-86
- Stopforth J.D., Sofos J.N., Busta F.F. 2005. Sorbic acid and sorbates. V: Antimicrobials in food. 3<sup>rd</sup> ed. Davidson P.M., Sofos J.N., Branen A.L. (eds.). Boca Raton, CRC: 49-90
- Svegmark K., Hermansson A.M. 1993. Microstructure and rheological properties of composites of potato starch granules and amylose: A comparison of observed and predicted structure. Food Structure, 12: 181-193
- Thomas D.S., Davenport R.R. 1985. *Zygosaccharomyces bailii* – a profile of characteristic and spoilage activities. Food Microbiology, 2: 157-169

- Turgeon S.L., Beaulieu M., Schmitt C., Sanchez C. 2003. Protein-polysaccharide interactions: phase-ordering kinetics, thermodynamic and structural aspects. *Current Opinion in Colloid and Interface Science*, 8: 401-414
- Wendin K., Hall G. 2001. Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 34: 222-233
- Xiong Y.L., Dawson K.A., Wan L. 1993. Thermal aggregation of  $\beta$ -lactoglobulin/polysaccharide mixtures. *Food Hydrocolloids*, 17: 785-792
- Yang S.C., Lal L., 2003. Dressing and mayonnaise/Chemistry of the Products. V: *Encyclopedia of food science and nutrition*. Vol. 3. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). 2<sup>nd</sup> ed. Amsterdam, Academic Press: 1898-1903
- Zaika L.L. 1988. Spices and herbs: Their antimicrobial activity and its determination. *Journal of Food Safety*, 9:97-118
- Zupančič Valant A. 1999. Reometrija. V: *Reologija živil*. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 15-22
- Žumer M. 1999. Reologija. V: *Reologija živil*. 19. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 10. in 11. junij 1999. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-13

## **ZAHVALA**

Za vso pomoč in strokovni pregled diplomske naloge se najlepše zahvaljujem mentorju prof. dr. Božidarju Žlendru, somentorici prof. dr. Sonji Smole Možina in recenzentki doc. dr. Lei Gašperlin.

Posebna zahvala gre mag. Marleni Skvarča za vso pomoč pri iskanju literature, oblikovanju diplomskega dela, za spodbudne besede in neizmerno dobro voljo.

Za pomoč pri eksperimentalnem delu diplomske naloge najlepša hvala dr. Tomažu Polaku in tehnični sodelavki Mojci Malenšek.

Hvala univ. dipl. inž. Ivici Hočevar in univ. dipl. bibl. Barbari Slemenik za pregled diplomske naloge in pomoč pri iskanju literature.

Najlepše se zahvaljujem podjetjema TINA d.o.o. in Helios d.d., ker sta mi omogočila izvedbo eksperimentalnega dela diplomske naloge.

Hvala mojim staršem za dolgoletno razumevanje in podporo.