

UNIVERZITET U NOVOM SADU
TEHNOLOŠKI FAKULTET

mr Miroslav Hadnađev

**Funkcionalne karakteristike smeša
maltodekstrina i namenske masti kao
komponenti niskoenergetskih masnih
punjenja za konditorske proizvode**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Novi Sad, 2012.

Univerzitet u Novom Sadu
Tehnološki fakultet

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj:
RBR
Identifikacioni broj:
IBR
Tip dokumentacije: Monografska publikacija
TD
Tip zapisa: Tekstualni štampani materijal
TZ
Vrsta rada: Doktorska disertacija
VR
Autor: mr Miroslav Hadnađev
AU
Mentor: dr Ljubica Dokić, vanredni profesor
MN
Naslov rada: Funkcionalne karakteristike smeša maltodekstrina i
NR namenske masti kao komponenti niskoenergetskih
masnih punjenja za konditorske proizvode
Jezik publikacije: Srpski, latinica
JP
Jezik izvoda: Srpski / engleski
JI
Zemlja publikovanja: Srbija
ZP
Uže geografsko područje: Vojvodina
UGP
Godina: 2012.
GO
Izdavač: Tekst autora
IZ
Mesto i adresa: 21000 Novi Sad, Srbija, Bulevar Cara Lazara 1
MA
Fizički opis rada: 107 strana, 7 poglavlja i prilog, 34 slike, 12 tabela, 8
FO tabelarnih priloga
Naučna oblast: Prehrambena tehnologija
NO
Naučna disciplina: Tehnologija skroba
ND

Predmetna odrednica:
PO Masna punjenja sa redukovanim sadržajem masti, maltodekstrini, reološko ponašanje, tekstura, senzorska ocena, stavovi potrošača prema proizvodima sa smanjenim sadržajem masti

UDK

Čuva se:
ČU U biblioteci Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, 21000 Novi Sad, Bul. cara Lazara 1

Važna napomena:
VN Nema

VN

Izvod:

IZ

Masna punjenja predstavljaju grupu proizvoda koje se koriste u konditorskoj i pekarskoj industriji. Kako ona najčešće sadrže između 30-40% masti, teži se dobijanju formulacija sa redukovanim sadržajem masti. To se može postići zamenom dela masne faze uz upotrebu zamenjivača masti, najčešće hidrokoloida koji imaju osobine slične osobinama zamenjene masti. Maltodekstrini i njihovi geli mogu se koristiti kao zamenjivači masti. Oni predstavljaju produkte hidrolize skroba koji su rastvorljivi u vodi, mogu da poseduju osobine formiranja gela, imaju slične mazive osobine kao i masti i blagi i neutralni ukus.

U ovom radu ispitivane su reološke osobine različitih maltodekstrina kao i smeša namenske biljne masti i rastovora/gela maltodekstrina u odnosu 9:1. Na osnovu dobijenih rezultata utvrđeno je da su od svih ispitivanih komercijalnih maltodekstrina, maltodekstrini *01970* i *N-Lite D* sa namenskom biljnom masti davali stabilne sisteme. Stoga su maltodekstrini *01970* i *N-Lite D* korišćeni za dalja istraživanja.

Namenska biljna mast zamenjivana je sa 15 i 20% gelima maltodekstrina *01970* i *N-lite D* u tri različita odnosa: 16,7% gela maltodekstrina i 83,3% namenske biljne masti; 33,3% gela maltodekstrina i 66,7% namenske biljne masti i 50% gela maltodekstrina i 50% namenske biljne masti. Određivane su reološke osobine metodom histerezisnog postupka, viskoelastične osobine, kao i teksturne osobine pripremanih smeša. Dobijeni rezultati su ukazivali da prisustvo maltodekstrinskih gela u smeši sa namenskom biljnom masti utiče na pad tiksotropnosti i čvrstoće i povećanje prividnog viskoziteta i viskoelastičnosti ispitivanih sistema. Sve smeše namenske biljne masti i gela maltodekstrina služile su kao komponenta masne faze za pripremu masnih punjenja sa smanjenim sadržajem masti. Povećanjem

zamene dela masne faze maltodekstrinskim gelima u masnim punjenjima uzrokovalo je povećanje tiksotropnosti i čvrstoće kao i promenu boje krajnjeg proizvoda. Na osnovu senzorske ocene sprovedene od strane iskusnog senzorskog panela i na osnovu testa prihvatljivosti od strane netreniranih potrošača, najbolje ocenjena masna punjenja bila su ona kod kojih je 5% masti zamenjeno maltodekstrinskim gelima. Međutim, na osnovu rezultata testa prihvatljivosti uočeno je da su i sistemi sa 15% zamene masti bili senzorski prihvatljivi. Takođe je i na osnovu rezultata sprovedenog upitnika na uzorku od 250 ispitanika utvrđeno da su potrošači (64,4%) zainteresovani za konzumiranje konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti.

Datum prihvatanja teme:

DP

Datum odbrane:

DO

Članovi komisije:

KO

dr Biljana Pajin, vanredni profesor, predsednik

dr Ljubica Dokić, vanredni profesor, mentor

dr Aleksandra Torbica, naučni saradnik, član

University of Novi Sad
Faculty of Technology

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number:

ANO

Identification number:

INO

Document type:

Monographic publication

DT

Type of record:

Textual material, printed

TR

Content code:

PhD Thesis

CC

Author:

Miroslav Hadnađev

AU

Mentor:

dr Ljubica Dokić, assoc. professor

MN

Title:

Functional characteristics of vegetable fat/maltodextrin gel blends as a component for low calorie confectionery fat fillings

TI

Language of text:

Serbian

LT

Language of abstract:

Serbian / English

LA

Country of publication:

Serbia

CP

Locality of publication:

Vojvodina

LP

Publication year:

2012.

PY

Publisher:

Author reprint

PU

Publication place:

21000 Novi Sad, Serbia, Bulevar cara Lazara 1

PP

Physical description:

107 pages, 7 chapters and annex, 34 figures, 12 tables, 8 tables in annex

PD

Scientific field: Food technology
SF

Scientific discipline: Technology of starch
SD

Subject / Key words: Low fat confectionery fat fillings, maltodextrins,
SKW rheological behaviour, textural properties, sensory
evaluation, consumers' attitudes towards low-fat
food

UDC

Holding data: Library of Faculty of Technology Novi Sad
HD

Note:
N

Abstract:
AB

Confectionery fat fillings are products used in confectionery and baking industry. They contain approximately 30-40% of fat. Due to the high fat content, fat fillings have considerable high caloric value. Therefore, there is a trend to decrease fat content in fat filling formulation. That can be achieved by replacing the portion of the fat phase with fat replacers, most often with hydrocolloids having characteristics which tend to mimic properties of replaced fat. Maltodextrins and their gels can be used as potential fat replacers. Maltodextrins represent starch hydrolysis products soluble in water. Also they possess gel forming ability, spreading ability similar to fats, and bland and non sweet taste.

Rheological properties of different types of maltodextrins were examined. Also, blends prepared with 90 % of vegetable fat and 10% of maltodextrin solution/gels were rheologically characterised. According to obtained results, it was found that among all tested commercial maltodextrins, *01970* and *N-Lite D* built stable systems. Therefore, they were used in further measurements.

Vegetable fat was partially replaced by 15 and 20% of *01970* and *N-Lite D* maltodextrin gels in three different ratios (16.66%, 33.33% and 50% respectively). Steady shear, dynamic oscillatory measurements as well as textural measurements were performed. The obtained results indicated that the presence of maltodextrin gels in blends with vegetable fat influenced the decrease of thixotropy and hardness and increase of viscosity and viscoelasticity of the tested systems. All maltodextrin gel/vegetable fat blends were further used for

preparation of confectionery fat fillings. The increase in the amount of fat reduction resulted in the increase of thixotropy and hardness and change in colour of the final product. According to sensory analysis performed by trained sensory panel as well as by measurement of product acceptance–preference performed by untrained panellists (consumers), fat filling with 5% fat reduction had the highest scores. However, according to product acceptance–preference measurements it was estimated that the final product with 15% fat reduction was also sensory acceptable. The results of survey performed on 250 participants showed that consumers (64.4%) were interested in consuming low fat confectionery products.

Accepted by science board:

ASB

Defended on:

DE

Thesis defend board:

DB

dr Biljana Pajin, assoc. professor, president

dr Ljubica Dokić, assoc. professor, mentor

dr Aleksandra Torbica, member

Predgovor

Iskreno se zahvaljujem svojoj mentorki prof. dr Ljubici Dokić na svim savetima i podršci u toku rada i izrade ove doktorske disertacije.

Takođe, dugujem zahvalnost svojoj supruzi Tamari Dapčević Hadnađev na beskrajnoj podršci, pomoći i korisnim savetima u toku pisanja ovog rada.

I na kraju, posebnu zahvalnost dugujem svojoj porodici i prijateljima koji su bili uz mene sve ove godine.

Sadržaj

1. UVOD	1
2. OPŠTI DEO	3
2.1. Masti i masna punjenja	3
2.1.1. Struktura i osobine masti kao osnovne komponente masnih punjenja.....	3
2.1.2. Klasifikacija masti	6
2.1.3. Sastav i vrste masnih punjenja.....	7
2.1.4. Mehaničke osobine masti	8
2.2. Reološke osobine	9
2.2.1. Tiksotropno ponašanje	9
2.2.2. Viskoelastične osobine.....	12
2.3. Teksturane osobine (tekstura hrane)	15
2.4. Uloga masti u ishrani	17
2.5. Zamenjivači masti	17
2.5.1. Maltodekstrini kao zamenjivači masti.....	18
3. CILJ ISTRAŽIVANJA	25
4. EKSPERIMENTALNI DEO	26
4.1. Materijal	26
4.2. Metode	26
4.2.1. Priprema rastvora maltodekstrina.....	26
4.2.2. Priprema smeša namenske biljne masti i rastvora/gela maltodekstrina.....	27
4.2.3. Priprema masnog punjenja.....	27
4.2.4. Određivanje reoloških karakteristika.....	30
4.2.5. Određivanje teksturnih osobina. Ispitivanje čvrstoće	30
4.2.6. Određivanje senzorskih osobina.....	31

4.2.7. Određivanje boje	33
4.2.8. Ispitivanje ponašanja potrošača	33
4.2.9. Statistička analiza i obrada podataka	33
5. REZULTATI I DISKUSIJA.....	34
5.1. Reološke osobine namenske biljne masti.....	34
5.2. Reološke osobine rastvora/gela maltodekstrina i smeša rastvora/gela i namenske biljne masti.....	37
5.2.1. Analiza reoloških osobina 10% rastvora maltodekstrina.....	37
5.2.2. Analiza 15 i 20% sistema maltodekstrina	39
5.2.3. Analiza reoloških osobina smeša masti i 10% rastvora maltodekstrina.....	43
5.2.4. Analiza reoloških osobina smeša masti i 15% i 20% rastvora maltodekstrina.....	48
5.3. Reološke i teksturne osobine smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina 01970 i N-Lite D pripremane za dodatak masnom punjenju	51
5.3.1. Reološke karakteristike masne faze za formiranje finalnog masnog punjenja.....	53
5.3.2. Dinamička oscilatorna merenja. Viskoelastičnost sistema.....	56
5.3.3. Teksturne osobine.....	58
5.4. Masna punjenja	60
5.4.1. Reološke karakteristike finalnog masnog punjenja	60
5.4.2. Teksturne osobine.....	65
5.4.3. Određivanje boje masnih punjenja.....	66
5.4.4. Senzorske osobine masnih punjenja.....	68
5.4.5. Ispitivanje tržišta potrošača	75
6. ZAKLJUČAK	82
7. LITERATURA	85
8. PRILOG	98

1. Uvod

Poznato je da prehrambene masti i ulja poseduju tri glavne osobine: izvor su esencijalnih masnih kiselina, predstavljaju nosače liposolubilnih vitamina (A, D, E i K) i veoma su važan izvor energije. Sa 9 kcal/g masti i ulja predstavljaju najkoncentrovaniji izvor energije u poređenju sa proteinima i ugljenim hidratima (4kcal/g).

Do 70-tih godina prošloga veka pitanje uloge masti i uticaja njenog prekomernog unosa na zdravlje nije puno razmatrano. Samo je mali broj ljudi, koji su inače imali problema sa gojaznosti, bio zainteresovan za hranu sa smanjenim sadržajem masti. 80-tih godina prošloga veka je došlo do radikalnih promena u shvatanju značaja unosa masti od strane potrošača. Brojna istraživanja su dokazala da prekomerni unos masti, pored negativnog uticaja na povećanu telesnu masu i gojaznost, takođe negativno deluje na zdravlje ljudi i na nastanak raznih oboljenja kao što su kardiovaskularna oboljenja, kancer i dr. Kao posledica svesnosti potrošača na negativne uticaje prekomernog unosa masti na njihovo zdravlje svedoci smo nagle ekspanzije, u proteklih 25 godina, tržišta proizvoda sa smanjenim sadržajem masti.

Kako mast u značajnoj meri doprinosi fizičkim i funkcionalnim, senzorskim i nutritivnim osobinama hrane tako količina i vrsta upotrebljene masti utiču na karakteristike krajnjeg proizvoda i prihvatljivost od strane potrošača. Fizičko-hemijske osobine masti imaju ulogu na sam proces proizvodnje prehrambenih proizvoda (viskozitet, kristalizacija i dr.), na osobine nakon procesa proizvodnje i na stabilnost u toku skladištenja. Pored fizičkih osobina, masti imaju veoma važnu ulogu u formiranju senzorskih osobina prehrambenih proizvoda kao što su izgled, tekstura, ukus i osećaj prilikom konzumiranja. Stoga, zamena masti predstavlja veoma zahtevan poduhvat.

Danas je na tržištu dostupan veliki broj zamenjivača masti koji mogu biti na bazi ugljenih hidrata, proteina i/ili masti. Maltodekstrini predstavljaju zamenjivače masti na bazi ugljenih hidrata. Oni se dobijaju enzimskom hidrolizom skroba i za razliku od skroba su rastvorljivi u vodi, a za razliku od skrobnih sirupa nemaju osećaj slatkoće. Zamenjivači masti na bazi maltodekstrina spadaju u grupu tzv. mimetika masti jer pripremom sa vodom grade gele sličnih fizičkih osobina kao i korišćene masti te se u

prehrambenoj industriji mogu koristiti kao zamenjivači masti, punioci, modifikatori teksture i dr.

Upotreba maltodekstrina kao zamenjivača masti u konditorskoj industriji u proizvodima kao što su masna punjenja, punjenja za praline kao i u sličnim proizvodima je do sad slabo ispitivana. Masna punjenja predstavljaju mešavinu čvrstih čestica šećera, kakao delova, mleka u prahu, sušenog voća i dr. dispergovanih u masnoj kontinualnoj fazi. Sadržaj masti u tim proizvodima može dostići ne retko i preko 50% čime oni postaju značajno energetske opterećeni.

Cilj ovoga rada bio je proizvodnja masnog punjenja sa smanjenim sadržajem masti.

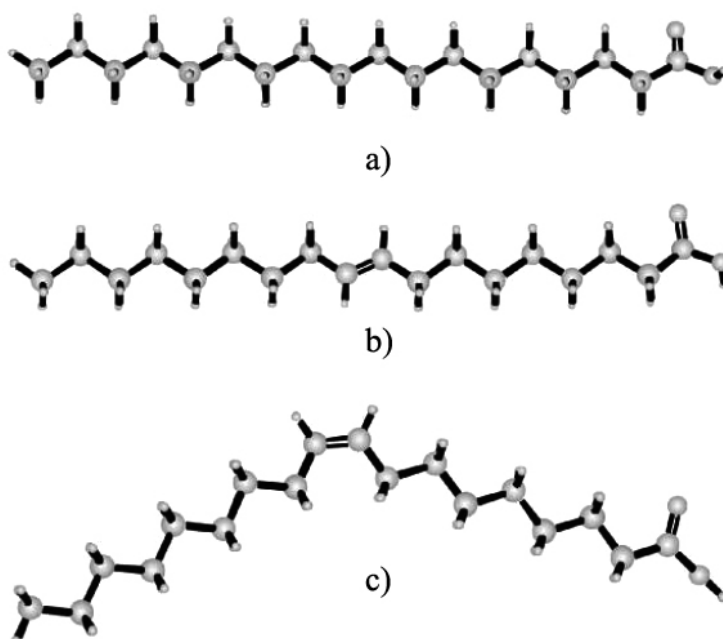
2. Opšti deo

2.1. Masti i masna punjenja

2.1.1. Struktura i osobine masti kao osnovne komponente masnih punjenja

Glavnu komponentu masti i ulja čine alifatični lanci karboksilnih kiselina esterifikovani za glicerol. Postoji preko 1000 poznatih vrsta masnih kiselina, ali se u prirodi najznačajnije javljaju manje od 20 i to od C4 do C22 dok su masne kiseline C16 i C18 najčešće.

Osnovnu strukturu karboksilnih kiselina čini hidrofobni lanac sa hidrofilnom polarnom grupom na jednom kraju koji utiču da masne kiseline i njeni derivati imaju vrlo različite osobine. Zasićene masne kiseline karakteriše prav ugljovodonični lanac, *trans* nezasićene masne kiseline poseduju neznatne promene u obliku dok *cis* nezasićene dvostruke veze uvode značajno savijanje u lancu masnih kiselina (Slika 1):



Slika 1. Model a) stearinske kiseline 18:0; b) elaidinske kiseline 18:1 9*t* i c) oleinske kiseline 18:1 9*c* predstavljen u jednoj ravni.

Povećavanjem dužine ugljovodoničnog lanca i stepenom zasićenja masnih kiselina raste i njihova temperatura topljenja tako da zasićene masne kiseline dužih ugljovodoničnih lanaca poseduju više temperature topljenja i obrnuto. Takođe, masne kiseline sa neparnim brojem C atoma poseduju niže temperature topljenja nego susedne u alifatičnom nizu masne kiseline sa parnim brojem C atoma. Kod nezasićenih *cis* masnih kiselina usled savijanja lanca i lošijeg prostornog pakovanja dolazi do značajnog smanjenja temperature topljenja. Uticaj pomenutih faktora na temperaturu topljenja masnih kiselina prikazan je u Tabeli 1:

Tabela 1. Uticaj dužine ugljovodoničnog lanca i stepena zasićenja na temperaturu topljenja masnih kiselina

Masna kiselina	Tačka topljenja (°C)
Palmitinska 16:0	62,9
Margarinska 17:0	61,3
Stearinska 18:0	70,1
Oleinska 18:1 9c	16,3
Linolna 18:2 9c 12c	-5
Elaidinska 18:1 9t	45
Linol-elaidinska kiselina 18:2 9t 12t	29
Nonadekanska 19:0	69,4
Arahinska 20:0	76,1

Biljne masti i ulja se uglavnom sastoje od triacilglicerola (oko 98%) i ostalih komponenti kao što su mono- i digliceridi, slobodne masne kiseline, fosfolipidi, glikolipidi, steroli i druge komponente u tragovima. Prirodne masti i ulja često sadrže širok opseg triglicerida u čiji sastav ulaze masne kiseline različitih dužina i stepena zasićenja. Stoga, sastav triglicerida direktno utiče na kristalizacione osobine polimorfizma masti (Narine i Marangoni, 1999). To ima za posledicu da u zavisnosti od procesnih uslova molekuli triglicerida mogu da ispoljavaju svojstva polimorfizma odnosno sposobnost kristalizacije u različitim kristalizacionim oblicima.

Kristalizacione osobine triglicerida kao što su brzina kristalizacije, veličina kristala i morfologija nastale kristalne rešetke su direktna posledica polimorfizma na koji utiču kako sama molekulska struktura tako i razni spoljašnji faktori kao što su

temperatura, pritisak, brzina kristalizacije, nečistoće i dr. (Sato, 2001). Proces kristalizacije masti čine nastajanje kristalizacionih jezgara i tzv. primarnih submikronskih kristalita iz otopljene masti. Ovi kristaliti rastu putem procesa asocijacije u čestice mikronskih veličina koje se dalje integrišu u krupnije strukture tzv. klustere sve dok ne nastane kontinualna trodimenzionalna kristalna rešetka (deMan, 1999; Marangoni i Rousseau, 1999; Narine i Marangoni, 1999; Narine i Marangoni, 2002; Marangoni, 2002). Stoga, strukturu masti čini fraktalna rešetka polikristala triglicerida (1-3 μm) i kristalnih agregata (20-100 μm) stabilizovanih Van der Waals-ovim vezama sa uklopljenim tečnim uljem unutar kristalne rešetke (Van den Tempel, 1961; Nederveen, 1963; Van den Tempel, 1979; Acevedo i sar., 2011; Tang i Marangoni, 2008). Sastav masti i kristalizacioni uslovi utiču na mikrostrukturu, osobine kristala i interakcije između kristala (Chawla i sar., 1990).

Polimorfni oblici masti se često jednostavno klasifikuju u tri kategorije: α , β' i β (Zhang i sar., 2007). α kristalizacioni oblik predstavlja najmanje stabilan polimorfni oblik sa najnižom tačkom topljenja koji ima sposobnost jednostavne transformacije u stabilnije β' i β oblik. β' polimorf predstavlja metastabilni oblik koji nalazi svoju primenu u margarinima, raznim namazima, šorteninima i dr. zbog svoje povoljne morfologije kristala i kristalne rešetke koja ima uticaja na željene reološke i teksturne osobine. Najstabilniji β polimorfni oblik gradi krupne kristalizacione oblike rezultujući lošim makroskopskim osobinama u sistemima kao što su margarini, razni namazi, šorteninzi i dr. (Sato i Ueno, 2011). Takođe, mali i fini β' kristali imaju sposobnost da stabilizuju više vazduha i više uljne komponente nego krupniji i grublji β kristali (Podmore, 2002).

U industrijskim uslovima kristalizacija masti i ulja nalazi dvostruku primenu: proizvodnju krajnih prehrambenih sistema čiju osnovnu strukturu čini kristalna rešetka masti, npr. u proizvodnji čokolade, margarina, šorteninga, raznih namaza i kremova i slično; u procesima separacije specijalnih masti i ulja iz prirodnih sirovina.

Takođe, permanentno se razvijaju nove tehnologije frakcionisanja masti i ulja topivih na visokim i niskim temperaturama zasnovanih na principima kristalizacije usled tržišnih zahteva za dobijanjem masti postupkom suvog frakcionisanja umesto konvencionalnog postupka hidrogenacije kod koga mogu da nastanu *trans* masne kiseline kao nusproizvod; kako bi se pratili regulacioni standardi masti za

konditorsku i druge prehrambene industrije i kako bi se održala bolja funkcionalnost fizički rafiniranih biljnih ulja u poređenju sa konvencionalnim metodama.

Makroskopske osobine kristalne rešetke masti zavise, kao što je već rečeno, od hemijskog sastava masti kao i od sadržaja čvrstih triglicerida i osobina kristala (deMan, 1999) u koje spadaju polimorfizam, veličina i oblik kristala kao i prostorna raspodela kristalne rešetke. Sadržaj čvrstih triglicerida takođe ima značajnu ulogu na mehaničke osobine masti (deMan, 1976).

Adekvatnim postupcima kristalizacije kontrolišu se željene teksturne i fizičke osobine finalnog proizvoda (Shahidi, 2005). Mnoge osobine od funkcionalne važnosti za proizvode koji u svom sastavu sadrže značajne količine masti (npr. čokolada, margarin, razni namazi i punjenja, itd.), kao što su tekstura, izgled, mazivost, kao i temperaturna, mehanička i hemijska stabilnost zavise od karakteristika kristalizacione rešetke i jačina interakcija između kristala prisutnih u datoj rešetki (Marangoni, 2002; Acevedo i sar., 2011; Hartel, 2001).

2.1.2. Klasifikacija masti

Postoji više klasifikacija masti i ulja, a jedna od njih je podela na osnovu dominantnih prisutnih masnih kiselina i to na laurinske (kokos, palmine koštice), palmitinske (palmino ulje, pamukovog semena) oleinske/linolne (kikiriki, susam, suncokret, seme pamuka, kanola, soja), visokooleinska (masline, suncokret, kanola, kikiriki, soja), linolenske (seme lana, kanola, soja), biljne masti (kakao maslac) i druge masti i ulja (Shahidi, 2005). Druga podela, o kojoj će više biti reči je vezana za klasifikaciju namenskih masti za konditorsku industriju. Prema toj klasifikaciji namenske masti se dele na: biljne maslance, specijalne masti i pecive masti (Gavrilović, 2003). U biljne maslance, pored najznačajnijeg predstavnika kakao maslaca, spadaju još iliipe, Shea i dr. Usled velike potražnje, visoke cene, variranja u pogledu kvaliteta kao i zbog neophodnosti temperiranja kakao maslaca, razvijena je grupa specijalnih masti pod nazivom alternative kakao maslacu (Cacao Butter Alternatives – CBA). Grupa alternativa kakao maslacu obuhvata ekvivalente kakao maslacu (Cacao Butter Equivalents – CBE), poboljšivače kakao maslaca (Cacao Butter Improvers – CBI), zamenjivače kakao maslaca (Cacao Butter Replacers – CBR) i supstitute kakao maslaca

(Cacao Butter Substitutes – CBS) i posebna grupa pod nazivom masti za masna punjenja (Smith, 2001; Padley, 1997; Lonchamp, 2004; Wennermark, 1993).

2.1.3. Sastav i vrste masnih punjenja

Masna punjenja predstavljaju mešavinu čvrstih čestica (šećera, mleka u prahu, kakao delova, sušenog voća i dr.) dispergovanih u masnoj kontinualnoj fazi. Stoga prisutna mast određuje karakteristike punjenja kao što su senzorske osobine, tekstura, sjaj i dobra održivost. Kako bi se obezbedile željene karakteristike punjenja, neophodno je odabrati odgovarajuću vrstu masti pri tome izbegavajući pojave kao što su migracija masti i omekšavanja masti usled eutektičkih interakcija i pojava sivljenja. U zavisnosti od primene, sirovine koje se mogu koristiti za dobijanje masti za masna punjenja su palmino ulje, sojino ulje, kokosovo ulje, repičino ulje, ulje palminih koštica i dr. Kako bi se dobile odgovarajuće fizičke i termalne osobine (profili topljenja) masti za masna punjenja, koriste se procesi hidrogenacije, frakcionisanja i interesterifikacije. Zahtevi koje primenjena mast mora da ispuni su usled širokog opsega primene, željenih karakteristika i procesnih tehnologija veoma različiti. Zbog toga se razvila velika potražnja širokog asortimana masnih punjenja različitih topivih karakteristika, strukturalnih osobina, funkcionalnosti i brzine kristalizacije (www.fujioileurope.com/products/Confectionary/Filling.htm). Izbor masti za masna punjenja zavisi od:

- * zahtevane konzistencije (čvrstoće) proizvoda
- * zahtevane tačke topljenja
- * zahtevane tačke očvršćavanja
- * zahtevane brzine kristalizacije
- * zahtevane koncentracije (promene u zapremini)
- * zahtevanog osećaja u ustima
- * zahtevanog otpuštanja (rasprostiranja) ukusa
- * zahtevane otpornosti na temperaturu
- * upotrebe laurinske kiseline (moguće ili ne / željene ili ne)
- * zahtevanog osećaja hlađenja
- * zahtevane mogućnosti mešanja sa ostalim mastima
- * zahtevanog kapaciteta aeracije

- * zahtevane adhezije
- * zahtevane oksidativne stabilnosti
zahtevanog sadržaja SAFA + TFA (Saturated fatty acid + Trans fatty acid, -
Zasićene masne kiseline + Trans masne kiseline)
- * cene

Masna punjenja se mogu klasifikovati u pet najznačajnijih grupa: konditorska punjenja, punjenja koja se peku, masti za tofi proizvode, punjenja koja se lupaju i namaze.

Masti za namaze čine biljna nelaurinska, delimično hidrogenizovana i/ili frakcionisana ulja i masti specijalno razvijena kako bi se poboljšale karakteristike čokoladnih namaza tipa Nutella i drugih sličnih tipova namaza kao što su puter od kikirikija i nugatni namaz. Čokoladni namazi bi trebalo da poseduju atraktivan sjajni izgled, da budu mazivi na širokom opsegu temperatura i da imaju dobru održivost (Wennermark, 1993).

2.1.4. Mehaničke osobine masti

Ispitivanje mehaničkih osobina masti se može izvoditi upotrebom tehnika velikih i malih deformacija (Brunello i sar., 2003). Testovi velikih deformacija su zasnovani na određivanju primenjene sile neophodne kako bi se načinila strukturna promena u ispitivanom uzorku. Većina mehaničkih testova su empirijske prirode i obično služe u kontroli kvaliteta. Najvažnija osobina ovih testova je pokušaj simuliranja senzorskih osećaja potrošača (de Bruijne i Bot, 1999; Wright i sar., 2001). Testovima velikih deformacija se mere parametri koji su u vezi sa čvrstoćom i koji se potom porede sa teksturnim atributima određenih od strane senzorskog panela (de Bruijne i Bot, 1999; Rousseau i Marangoni, 1998). Ova merenja obuhvataju penetrometriju uz upotrebu različitih geometrija (de Bruijne i Bot, 1999; Prentice, 1972; deMan i sar., 1989; deMan i Beers, 1987; Rousseau i sar., 1996; Fearon i Johnston, 1989; Haighton, 1959; Davey i Jones, 1985), testove kompresije (Kawanari, i sar., 1981), ekstruzije (Kawanari i sar., 1981; Rohm i Ulberth, 1989), mazivosti (Huebner i Thomsen, 1957; Pompei i sar., 1988), merenje teksturnih profila (Halmos, 1997), smicajne testove (Kawanari i sar., 1981) i dr. Testovi velikih deformacija su uglavnom brzi i jednostavni i

zasnovani su na ireverzibilnom razrušavanju strukture dajući obično jedan izlazni parametar kao što je npr. čvrstoća, prinosni napon, mazivost i dr. (Wright i sar., 2001; Lawless i Heymann, 1999; Mortensen i Danmark, 1981; Corey, 1970; Szczesniak, 1966). Testovi malih deformacija predstavljaju merenja koja ne uzrokuju strukturna oštećenja uzorka (Wright i sar., 2001). Najčešće se koriste dinamička oscilatorna merenja na osnovu kojih se dobijaju parametri kao što su elastični moduo G' , viskozni moduo G'' , parametar $\tan\delta$ i koji služe za karakterisanje mehaničkih osobina ispitivanih sistema (Marangoni i Rousseau, 1998).

2.2. Reološke osobine

Reologija prehrambenih proizvoda predstavlja proučavanje deformacije i proticanja sirovina, međuproizvoda kao i krajnjih proizvoda prehrambene industrije (Bourne, 2002). Reologija kao nauka ima višestruku primenu u polju određivanja prihvatljivosti hrane, njenom procesu proizvodnje, određivanju funkcionalnosti sastojaka pri kreiranju novih proizvoda, ispitivanju kvaliteta kako krajnjeg tako i međuproizvoda, rukovanju, raznim procesnim inženjerskim proračunima i dr. (Steffe, 1996).

Reološki sistemi se mogu podeliti na njutnovske i nenjutnovske sisteme. Nenjutnovske sisteme čine reološki sistemi čije osobine ne zavise od vremena, sistemi čije osobine zavise od vremena i viskoelastični sistemi. Nenjutnovske sisteme zavisne od vremena karakterišu tri tipa proticanja: tiksotropno, antitiksotropno i reopektično. Veliki broj prehrambenih sistema, među koje spadaju i masna punjenja, karakterišu osobine i tiksotropnosti i viskoelastičnosti, te će stoga ova dva fenomena biti podrobnije objašnjena.

2.2.1. Tiksotropno ponašanje

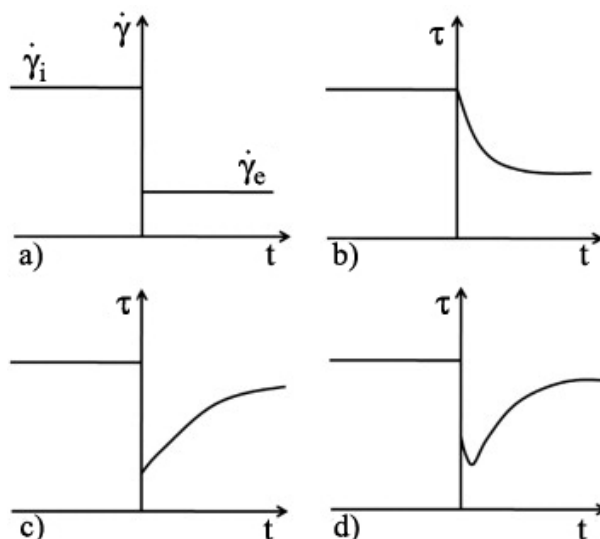
Tiksotropija se može definisati kao kontinualno smanjivanje viskoziteta sa vremenom uzorka podvrgnutog proticanju koji je prethodno bio u fazi mirovanja i njegovim postepenim oporavkom viskoziteta u određenom vremenu pri zaustavljanju proticanja. Elementi definicije tiksotropije koji se danas koriste su to da se tiksotropija bazira na viskozitetu, da predstavlja vremenski zavisno smanjivanje viskoziteta

prouzrokovano proticanjem i da je ova pojava reverzibilna pri smanjivanju i prestanku proticanja.

Složeno reološko ponašanje tiksotropnih sistema se može razumeti na osnovu mikrostrukture koja takođe zavisi od tzv. smicajnog istorijata. Tiksotropija se može posmatrati kao rezultat relativno slabih privlačnih sila između čestica unutar sistema. Te privlačne sile su odgovorne za nastanak agregata čestica koje vremenom grade prostorno uređene strukture – mreže. Međutim, tokom proticanja pri primeni mehaničkih sila interakcije između čestica su dovoljno slabe da bi se razrušile. To ima za posledicu da se tokom proticanja nastala prostorna struktura razrušava na agregate čestica koje se dalje smanjuju pri povećanju iznosa deformacija (brzina smicanja). Takođe, smanjivanje brzine smicanja može da dovede do rasta agregata, a pri prestanku spoljašnje sile vremenom dolazi do ponovne izgradnje uređene strukture u vidu prostorne mreže (Mewis i Wagner, 2009). Tiksotropno ponašanje je uslovljeno procesom razrušavanja i ponovnog uspostavljanja prostorne rešetke koja se obrazuje unutar sistema putem uzajamnog povezivanja dispergovanih koloidnih čestica, micela ili makromolekula. Tiksotropna struktura sadrži veliki broj strukturnih veza različitih jačina, a pri tiksotropnom razrušavanju ili oporavljanju od značaja su i pojave deformacije, orijentacije i agregacije molekula. Većina tiksotropnih sistema ima izvesnu vrednost napona smicanja tzv. prinosni napon ispod čije vrednosti ne dolazi do proticanja sistema i nema viskoznih nego samo elastičnih deformacija (Đaković, 1979).

Mnogi tiksotropni sistemi mogu da budu i viskoelastični. Jedan od načina određivanja tiksotropije je diskontinualno (stepenasto) smanjivanje brzine smicanja. Ovim eksperimentom se prate promene napona smicanja pri naglom padu brzine smicanja ($\dot{\gamma}_i \rightarrow \dot{\gamma}_e$). Normalni viskoelastični sistemi, bez obzira da li se radi o linearnom ili viskoelastičnom režimu, reagovali bi na primenjeni „smicajni istorijat“ monotonim padom napona smicanja do neke nove konstantne (plato) vrednosti (Slika 2b). Tokom perioda relaksacije napona mikrostruktura bi trebalo da se oporavi u svoje novo ravnotežno stanje. Nasuprot viskoelastičnim sistemima, pri sličnim uslovima napon smicanja u neelastičnim tiksotropnim sistemima bi naglo opao ka nižim vrednostima da bi nakon toga postepeno rastao ka svojoj novoj ravnotežnoj vrednosti (Slika 2c). Najčešći slučaj predstavlja kombinacija dva tipa; nagli pad napona smicanja koji prati relativno brza relaksacija i na kraju spori, postepeni rast viskoziteta (Slika 2d). Zbog

svojih vremenski zavisnih oporavaka viskoziteta (Slika 2cd) ova dva slučaja se smatraju tiksotropnim.



Slika 2. Različiti tipovi odziva na nagli pad brzine smicanja (a): b) viskoelastični; c) neelastični tiksotropni; d) najčešći tiksotropni (Mewis i Wagner, 2009)

Idealno se vremenski zavisni materijali (sistemi) smatraju neelastičnim sa funkcijom viskoziteta koja zavisi od vremena. Odgovor sistema na napon je trenutni i vremenski zavistan usled promena u samoj strukturi. Međutim, vremenski efekat kod viskoelastičnih materijala potiče zbog toga što napon na primenjenu deformaciju nije trenutni i nije povezan sa strukturnim promenama u materijalu. Realni sistemi, najčešće mogu u isto vreme da budu vremenski zavisni i viskoelastični.

Pored pojave tiksotropije postoji i fenomen reopeksije koji karakteriše reverzibilni vremenski zavistan porast viskoziteta. Vremenski zavisno povećavanje viskoziteta u toku proticanja je često prouzrokovano agregacijom čestica pri proticanju koje rezultuje uspostavljanjem strukture dok se pri mirovanje ista razrušava.

Jedan od načina određivanja tiksotropnosti sistema je tzv. histerezisna tehnika. Ona se zasniva na kontinualnom ili na više malih stepenastih povećavanja i smanjivanja brzina smicanja od nule do maksimalne vrednosti. Kada se dobijeni podaci predstave u dijagramu zavisnosti napon smicanja/brzina smicanja tiksotropni uzorci će pokazivati histerezisnu krivu. Pri sporijem izvođenju eksperimenta razlike između uzlazne i silazne krive biće manje izražene jer mikrostruktura ispitivanog sistema ima više

vremena da bude bliže ravnotežnom stanju (Mewis i Wagner, 2009). Površina koju zatvaraju uzlazna i silazna kriva služi za karakterisanje tiksotropije:

$$A = A_1 - A_2 = \int_0^{\dot{\gamma}_m} \tau_1(\dot{\gamma}) d\dot{\gamma} - \int_0^{\dot{\gamma}_m} \tau_2(\dot{\gamma}) d\dot{\gamma}$$

A – površina histereznisne petlje

A_1, A_2 – površina ispod uzlazne krive odnosno ispod silazne krive

$\dot{\gamma}_m$ - maksimalna brzina smicanja

τ_1, τ_2 – napon smicanja uzlazne krive odnosno silazne krive

Izgled i veličina površine histereznisne krive jako varira u zavisnosti od ispitivanog sistema. Za određene sisteme će, međutim, površina dobijene krive takođe zavisiti od uslova eksperimenta kao što su smicajni istorijat pre početka eksperimenta, temperature merenja, maksimalne brzine smicanja kao i vremena za koje se dostigne maksimalna brzina smicanja.

2.2.2. Viskoelastične osobine

Pri primeni sile na idealno viskozne sisteme oni će se deformisati i ta deformacija je proporcionalna jačini primenjene sile. Takvi sistemi se deformišu kontinualno do prestanka dejstva sile i ne mogu se vratiti u početni položaj (Sahin i Sumnu, 2006). Idealne tečnosti se deformišu ireverzibilno – one protiču, a deformaciona energija je rasuta unutar fluida u obliku toplote i ne može se jednostavno oporaviti prestankom sile. Idealno čvrsta tela se deformišu elastično tako da se energija potrebna za deformaciju u potpunosti oporavlja pri prestanku deformacije. Viskoelastični sistemi pokazuju u isto vreme osobine tečnosti (viskoznosti) i osobine čvrstih tela (elastičnosti)(Schramm, 2004).

Za ispitivanje viskoelastičnosti se najčešće koriste tri različite metode: „stress relaxation test“, „creep test“ i dinamička (oscilatorna) merenja.

Dinamička merenja se mogu izvoditi merenjem napona pri konstantnoj deformaciji ili merenjem deformacije pri konstantnom naponu. To znači da je ispitivani sistem podvrgnut deformaciji ili naponu koja se harmonično menja sa vremenom. Obično se primenjuje sinusoidalni napon ili deformacija koji potom izaziva određeni

stepen deformacije ili napona u ispitivanom uzorku koji se potom mere. Funkcija sinusoidalne promene deformacije data je jednačinom:

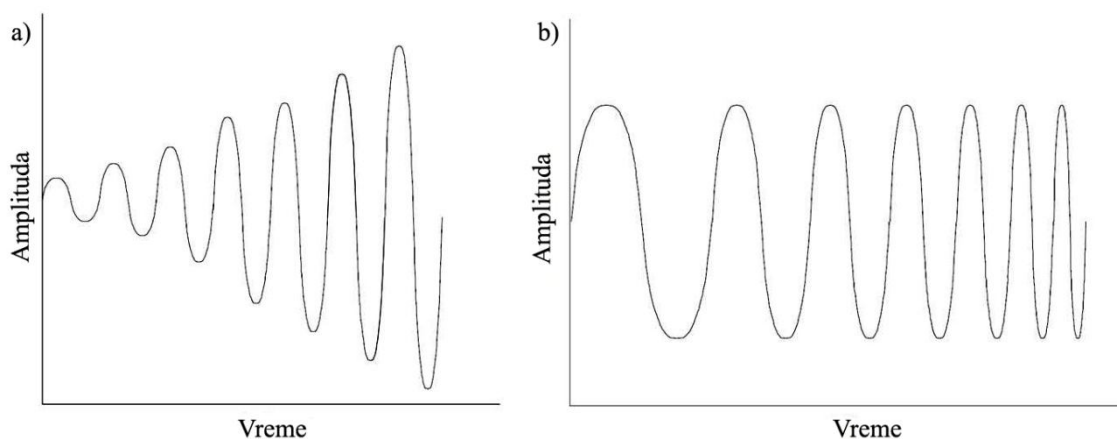
$$\gamma(t) = \gamma_0 \cdot \sin \omega t$$

Iznos i vreme kašnjenja tzv. fazni ugao (δ) deformacije ili napona zavise od viskoelastičnih osobina ispitivanog sistema. Tako se dobijeni napon smicanja prouzrokovan primenjenom sinusoidalnom deformacijom u linearnom viskoelastičnom režimu može iskazati kao:

$$\tau(t) = \tau_0 \cdot \sin(\omega t + t)$$

Velik deo primenjenog napona se prenese u visoko elastičnim materijalima dok se kod visoko viskoznih sistema rasipa u vidu frikcionih gubitaka. Fazni ugao (δ) varira i on je za visoko viskozne materijale veliki, a mali je za visoko elastične materijale.

Kako bi se utvrdio linearni viskoelastični režim, primenjuje se tzv. „strain sweep“ ili „stress sweep“ metod koji se zasniva na povećavanju amplitude deformacije ili napona pri konstantnoj frekvenciji (Slika 3a). U linearnom viskoelastičnom režimu reološke osobine nisu zavisne od napona ili deformacije. Pored primene određivanja linearnog viskoelastičnog režima ovi testovi služe za diferencijaciju slabih i jakih gela; jači geli i pri višim deformacijama ostaju u linearnom viskoelastičnom režimu za razliku od slabih gela. Takozvani „frequency sweep“ testovi su verovatno najčešći metod oscilatornih merenja zato što pokazuju kako se viskozne i elastične osobine materijala menjaju sa iznosom primenjene deformacije i napona. U ovim testovima se frekvencija povećava dok se amplituda primenjenog napona ili deformacije drži konstantnom (Slika 3b).



Slika 3. a) Promena napona ili deformacije pri konstantnoj frekvenciji („stress sweep“ ili „strain sweep“) i b) promena frekvencije pri konstantnom naponu ili deformaciji („frequency sweep“)

Elastični moduo (G'), koji predstavlja energiju koja se privremeno „čuva“ i viskozni moduo (G'') koji predstavlja energiju koja je iskorišćena da se pokrene proticanje i koja je ireverzibilno izgubljena i pretvorena u toplotu smicanja definišu se na sledeći način:

$$G' = \frac{\tau_0}{\gamma_0} \cdot \cos\delta$$

$$G'' = \frac{\tau_0}{\gamma_0} \cdot \sin\delta$$

Ugao faznog pomeranja (δ) je za idealno čvrsta tela 0 dok je za idealno viskozne tečnosti $\frac{\pi}{2}$. Viskoelastične osobine ispitivanih sistema se mogu karakterisati i funkcijom $\tan\delta$ koja je takođe zavisi od frekvencije:

$$\tan\delta = \frac{G''}{G'}$$

Kako ugao faznog pomeranja (δ) može da ima vrednosti od 0 do $\frac{\pi}{2}$, vrednosti $\tan\delta$ se kreću od 0 do beskonačno (Steffe, 1996; Schramm, 2004; Sahin i Sumnu, 2006).

Pokazalo se da su prethodno pomenuti reološki parametri u dobroj zavisnosti sa teksturnim osobinama čvrstoće i mazivosti dajući informacije koje ukazuju na

strukturu kristalne rešetke masti (Narine i Marangoni, 2001). Elastični moduo (G') može biti koristan za određivanje čvrste strukture masti kristalne rešetke. Povećavanjem vrednosti G' je obično povezano sa jačom kristalnom strukturom i čvršćom masti (Rohm i Weidinger, 1993). Nasuprot elastičnom modulu, viskozni moduo ukazuje na tzv. tečne osobine sistema masti i kao takav može biti u korelaciji sa mazivosti masnih sistema jer veće vrednosti G'' su posledica viskoznijeg ponašanja pri primeni napona smicanja.

2.3. Teksturane osobine (tekstura hrane)

Glavni faktori koji utiču na kvalitet prehrambenih proizvoda su izgled koji obuhvata boju, izgled, veličinu, sjaj (optički osećaji – čulo vida), ukus i miris (hemijska čula – čulo ukusa i mirisa) i tekstura koja predstavlja odgovor čula dodira na fizičke nadražaje koji potiču od kontakta između određenih delova tela i hrane.

Tekstura se može definisati kao senzorska manifestacija strukture hrane i načina na koji ta struktura reaguje na primenjene sile pri upotrebi vida, kinestetike (Szczesniak, 1966).

Tekstura prehrambenih proizvoda poseduje sledeće karakteristike:

- * predstavlja grupu fizičkih osobina koje potiču od strukture hrane
- * spada u podgrupu mehaničkih odnosno reoloških fizičkih osobina u koje ne pripadaju ostale fizičke osobine (optičke, magnetne, termalne, električne i dr.)
- * predstavlja grupu osobina, a ne pojedinačnu osobinu
- * prvenstveno se oseća čulima dodira, obično u ustima, a takođe mogu biti uključeni i drugi delovi tela
- * nije u vezi sa hemijskim čulima ukusa i mirisa
- * objektivna merenja koja se koriste su u funkcijama mase, dužine i vremena

Veliki broj sastojaka, pod imenom agensi teksturacije su komercijalno dostupni kako bi tekstura hrane imala osobine željene i opšteprihvaćene od strane potrošača. Veliki broj ovih supstanci su opisani kao agensi teksture, punioci, modifikatori viskoziteta, ugušćivači, želirajući agensi i dr. Skrobovi i njegovi derivati čine veliki deo grupe teksturnih agenasa. Održavanje zadovoljavajućih teksturnih osobina prehrambenih proizvoda prilikom smanjivanja ili uklanjanja masti ili šećera predstavlja veliki izazov. Jedan od vidova klasifikacija teksturnih merenja se zasniva na vrsti

upotrebljenih testova i to na objektivna merenja koja se izvode uz pomoć raznih instrumenata i senzorska merenja izvedena od strane ljudi. Objektivni testovi se dalje mogu podeliti na direktne testove koji obuhvataju fundamentalne, empirijske i imitativne testove (Scott-Blair, 1958) kojima se mere stvarne teksturne osobine ispitivanih sistema i indirektne testove kojima se mere fizičke osobine koje su u dobroj korelaciji sa jednom ili više teksturnih osobina. Senzorski testovi se mogu klasifikovati na oralne i nonoralne. Fundamentalnim testovima se mere dobro definisane reološke osobine, a glavni nedostatak im je da nisu u dobroj korelaciji sa senzorskom ocenom kao što je to slučaj sa empirijskim testovima. Pored toga, nemaju veliku primenu u prehrambenoj industriji, ali nalaze svoju primenu u istraživačkim laboratorijama. Primeri fundamentalnih testova su tzv. „steady shear“ i dinamička oscilatorna merenja tečnosti i viskoelastičnih materijala kao i deformacioni testovi čvrstih materijala. Većina instrumentalnih tehnika su empirijska i merenja se zasnivaju na otpornosti materijala na primenjenu deformaciju. Empirijskim testovima se određuju parametri koji su inače loše definisani, a koji su u praksi u dobroj korelaciji sa teksturnim kvalitetom. Ovi testovi su najčešći u prehrambenoj industriji, brzi su i lako se izvode, a glavna mana im je slaba definisanost onoga šta se meri. Imitativnim testovima se oponašaju uslovi pri kojima se hrana tretira u praksi i kao takvi se često svrstavaju u grupu empirijskih testova. Jedna od prednosti imitativnih testova je što se njima često dobija više izlaznih parametara za razliku od empirijskih koje obično karakteriše jedan (Meullenet i sar., 1997). Teksturna merenja se takođe mogu podeliti prema principima objektivnih testova u zavisnosti da li se meri sila, dužina, vreme, energija, više različitih varijabli i dr. (Bourne, 2002).

Mehaničke karakteristike hrane su te koje u velikom delu utiču na selekciju reoloških procedura i instrumenata i mogu se podeliti na primarne parametre koje čine čvrstoća, kohezivnost, elastičnost i adhezivnost i na sekundarne ili izvedene parametre kao što su lomljivost, žvakljivost i gumastost (Szczesniak, 1966). Čvrstoća se može meriti silom potrebnom da se izvrši određena deformacija ili se meri deformacija primenom date sile. Čvrstoća predstavlja i maksimalnu silu tokom procesa kompresije. Adhezivnost predstavlja rad koji treba uložiti da bi se savladale privlačne sile između površine hrane i površine ostalih materijala sa kojim hrana dolazi u kontakt, tj. ukupna sila potrebna da se pribor za merenje teksturnih karakteristika povuče nazad iz uzorka.

2.4. Uloga masti u ishrani

Sa nutritivnog aspekta masti i ulja predstavljaju najkoncentrovaniji izvor energije sa 9 kcal/g (oko 37kJ/g) u odnosu na energetske vrednosti proteina i ugljenih hidrata koja iznosi 4 kcal/g (oko 16,7 kJ/g). Pored toga masti i ulja predstavljaju izvor esencijalnih masnih kiselina, a imaju takođe ulogu kao i nosači liposolubilnih vitamina kao što su A, D, E i K. Mast u značajnom delu doprinosi ukusu i osećaju pri konzumiranju hrane te stoga značajno utiče na uživanje i dopadljivost prilikom konzumiranja iste (Kritchevsky, 2008).

Međutim, prekomerni unos masti u ljudskoj ishrani povezuje se sa sve češćim bolestima savremenog čoveka kao što su srčana oboljenja, rak, gojaznost i dr. Gojaznost predstavlja sve izraženiji problem u mnogim razvijenim, a takođe i u zemljama u razvoju (Akoh i Swanson, 1994; Bracco i sar., 1987). Prema podacima UNICEF-a iz 2005. godine skoro 15% dece u Srbiji mlađe od 5 godina je gojazno, a prema podacima istraživanja zdravlja stanovnika Srbije iz 2006. godine oko 18% dece i omladine uzrasta od 7-19 godina bilo je umereno gojazno i gojazno dok su podaci pomenutog istraživanja pokazali da čak svaka druga odrasla osoba (54,5%) u Srbiji ima prekomernu telesnu masu odnosno 36,2% odrasle populacije je prekomerno uhranjeno, a 18,3% je gojazno (Gudelj-Rakić, 2008).

2.5. Zamenjivači masti

Kao posledica prekomernog konzumiranja masti od strane savremenog čoveka, razvile su se različite vrste zamenjivača masti. Najčešća podela zamenjivača masti je na zamenjivače sa ugljenohidratnom, proteinskom i osnovom na bazi masti kao i kombinacijom prethodnih (Akoh, 1995; Harrigan i Breene, 1989).

Zamenjivači masti na bazi ugljenih hidrata i proteina su poznati kao tzv. mimetici masti. Ugljeni hidrati i/proteini se fizički i/ili hemijski tretiraju kako bi se dobio proizvod koji oponaša osobine i funkcije raznih masti u prehrambenoj industriji. Oni imaju sposobnost da adsorbuju značajnu količinu vode, nisu stabilni pri visokim temperaturama i pri tome ne poseduju sve organoleptičke, fizičke, hemijske i funkcionalne osobine masti. Da bi mimetici masti ispoljavali svoje funkcionalne osobine zamene masti, za njihovu pripremu neophodna je određena količina vode. Najčešće

korišćeni zamenjivači masti na bazi ugljenih hidrata su maltodekstrini, različiti modifikovani skrobovi, polidekstroza, pektini i dr. (Roller i Jones, 1996; Akoh, 1998; Wylie-Rosett, 2002).

Glavni izazov pri razvoju proizvoda sa redukovanim sadržajem masti je da se u što većoj meri oponašaju senzorske i reološke osobine punomasnog proizvoda. Kao što je već rečeno, mimetici masti se zasnivaju na strukturiranju vodene faze i izgradnji strukture koja imitira fizičke i/ili senzorske osobine masti. Takođe je pri razvoju proizvoda sa redukovanim sadržajem masti neophodno utvrditi fizičke i hemijske karakteristike upotrebljenih sastojaka, moguće interakcije između komponenti jer osobine prehrambenih sistema više zavise od interakcija između komponenti nego od njihovih pojedinačnih osobina (Tolstoguzov, 2001, 2002, 2003) i koji će uticaj redukcija masti imati na procesne uslove.

Upotreba raznih hidrokoloida kao supstituenata masti i modifikatora teksture se mora povezivati sa dobijenim senzorskim karakteristikama proizvoda kao što su: 1) izgled (boja sjaj, uniformnost površine, kristaličnost), 2) tekstura (viskozitet, elastičnost, čvrstoća), 3) ukus (intenzitet ukusa, otpuštanje i razvoj ukusa) i 4) osećaja prilikom konzumiranja (topivost, kremastost, punoća, mazivost i dr.) (Kilcast i Clegg, 2002). Idealni zamenjivači masti imaju sve osobine masti dok istovremeno značajno redukuju njihov unos i energetske vrednosti proizvoda. Takođe, da bi se obezbedila funkcionalnost i senzorske karakteristike punomasnog proizvoda, može se koristiti više komponentata koje imaju sinergetsko delovanje.

2.5.1. Maltodekstrini kao zamenjivači masti

Maltodekstrini predstavljaju produkte parcijalne hidrolize skroba sa vrednošću dekstroznog ekvivalenta (DE) manjom od 20. Dekstrozni ekvivalent predstavlja merilo redukcione moći produkata hidrolize skroba i izražava se kao procenat D-glukoze na suhu materiju (Dokić i sar., 1998; Dokić-Baucal i sar., 2004; Loret i sar., 2004). DE vrednost skroba se uzima da je 0 dok je DE vrednost glukoze 1. Maltodekstrini, produkti niske konverzije skroba, sadrže produkte degradacije linearne amiloze i razgranatog amilopektina te se stoga smatraju D - glukoznim polimerima povezanim α - (1,4) i α - (1,6) vezama (Shahidi i Han, 1993; Dokić-Baucal i sar., 2004). Kao takvi oni predstavljaju prelazne proizvode između skroba i glukoznih sirupa, a za razliku od

skroba su rastvorljivi u hladnoj vodi dok za razliku od glukoznih sirupa nemaju osećaj slatkoće (Dokić i sar., 1998).

Način dobijanja maltodekstrina, odnosno hidroliza skroba značajno utiče na sastav i osobine maltodekstrina. Maltodekstrini se danas najčešće proizvode enzimskom hidrolizom skroba (Reineccius, 1991; Shahidi i Han, 1993; Avaltroni i sar., 2004).

Enzimaska hidroliza se pokazala mnogo pogodnijom u odnosu na kiselinsku, po pitanju proizvodnje maltodekstrina niskih DE vrednosti koji su rastvorljivi i koji ne grade mutne rastvore. Pored toga enzimskom hidrolizom skroba najčešće nastaje manji broj sporednih produkata koji su najčešće obojenog i gorkog karaktera, a pri tome se dobijaju viši prinosi željenog hidrolizovanog proizvoda u odnosu na metodu kiselinske hidrolize. Takođe, velika prednost enzimske hidrolize u odnosu na kiselinsku je bolja kontrola procesa (izvođenja pri nižim temperaturama i pritiscima što ujedno čini ovaj postupak mnogo ekonomičniji, kao i izvođenja pri širem opsegu pH vrednosti). Enzimaska hidroliza je mnogo specifičnija u odnosu na kiselinsku, u zavisnosti od vrste enzima ili kombinacije enzima i postiže se veća fleksibilnost u krajnjem sastavu proizvoda. Pored toga, nakon enzimske hidrolize nema potrebe za uklanjanjem soli koje inače nastaju u procesima kiselinske hidrolize (Yankov i sar., 1986).

Maltodekstrini različite DE vrednosti pokazuju različite fizičko-hemijske osobine. Tako sa porastom DE vrednosti rastu i higroskopnost, rastvorljivost, osmotske osobine, efikasnost smanjivanja tačke mržnjenja, dok smanjivanjem DE vrednosti raste viskozitet, kohezivnost, sprečavanje nastanka krupnih i grubih kristala u procesima kristalizacije. (Morris, 1984; Wang i Wang, 2000). Međutim, pokazalo se da DE vrednost maltodekstrina nije jedini i najvažniji pokazatelj osobina maltodekstrina kako bi se utvrdile njegove osobine u raznim aplikacijama (Chronakis, 1998). Tako da maltodekstrini sa istom DE vrednošću mogu da poseduju veoma različite osobine u zavisnosti od načina i uslova hidrolize, botaničkog porekla skroba, odnosa amiloze i amilopektina i dr. (Dokić-Baucal i sar., 2004). Kao mnogo bolji pokazatelj osobina maltodekstrina pokazala se distribucija molekulske mase odnosno sastav saharidne smeše maltodekstrina (Striegel i sar., 1998; Wang i Wang, 2000; White i sar., 2003). Menjanjem uslova hidrolize mogu nastati maltodekstrini koji imaju slične DE vrednosti, ali različite fizičko-hemijske osobine usled različitog sadržaja saharida velikih i malih molekulskih masa (Griffin i Brooks, 1989).

Botaničko poreklo skroba (kukuruz, krompir, pirinač, tapioka i dr.) kao i odnos amiloze i amilopektina predstavlja takođe veoma bitan faktor u karakterisanju maltodekstrina. Većina skrobova ima između 15% i 35% amiloze (Kennedy i sar., 1987). Pšenični i pirinčani skrob imaju slične osobine kukuruznom skrobu. Međutim, skrobovi dobijeni od voskastog kukuruza koje karakteriše prisustvo samo amilopektina se značajno razlikuju. Tako se maltodekstrini dobijeni od voskastog kukuruznog skroba u najvećoj meri sastoje od amilopektina i vrlo malo amiloze i ne pokazuju fenomen retrogradacije koji je inače karakterističan za oligosaharide kukuruznog skroba (Mora-Gutierrez i Baianu, 1990).

Na krajnje osobine maltodekstrina utiču takođe i prisustvo komponenti kao što su lipidi, proteini i minerali. Tako na primer maltodekstrini dobijeni od krompirovog skroba ili skroba iz tapioke imaju značajno niži sadržaj lipida (0,01-0,1 mg/g) pri poređenju sa maltodekstrinima dobijenim iz cerealija, konkretno 0,6-0,8 za kukuruzne skrobove i 0,8-0,9 mg/g za pšenične skrobove. Lipidi negativno utiču na kvalitet skroba i proizvode dobijene od skroba u smislu prisustva nesvojstvenog ukusa, mutnoće, viših temperatura želiranja i nižih viskoziteta proizvoda. Slično sadržaju lipida, skrobove poreklom iz krtolastih biljaka (krompir, tapioka) karakteriše niži sadržaj proteina (0,06-0,1 mg/g) u odnosu na sadržaj proteina skroba iz cerealija (0,35-0,4 mg/g). Veći sadržaj proteina može dovesti do brašnavog ukusa i tendencija ka pojavi penjenja. Pored toga skrob poreklom iz krompira sadrži molekule amiloze dužih lanaca (DP 3000) u odnosu na molekule amiloze prisutne u kukuruznom skrobu (DP 800). Smatra se da molekuli amiloze dužih lanaca (krompirov skrob) poseduju slabiju tendenciju ka retrogradaciji i ispoljavanju osobina kao što su mutnoća i neželjena tekstura. Predvidljivost sastava skroba u zavisnosti od toga da li je on poreklom iz krtolastih biljaka ili iz cerealija nije uvek slučaj. Tako na primer krompirov i pšenični skrob sadrže više fosfatnih grupa (0,08%-0,06%) nego razni drugi skrobovi. Fosfatne grupe utiču na niže temperature želiranja, više viskozitete i poboljšanu prozirnost (BeMiller i 1993; Swinkels, 1985a).

Maltodekstrini imaju sposobnost da grade slabe gele koji nastaju kao rezultat interakcija između rastvorljivih molekula amiloze i razgranatih i linearnih lanaca amilopektina. Hidratisane frakcije linearne amiloze koje karakterišu helikoidalni regioni su odgovorne za nastanak i ubrzavanja procesa želiranja (Chronakis, 1998). Maltodekstrini nižih DE usled većeg sadržaja dužih oligomernih lanaca imaju izraženiju

sposobnost da grade gele (Kasapis i sar., 1993). Takođe u zavisnosti od DE vrednosti i koncentracije, maltodekstrini mogu da grade opalescentne rastvore, paste i termalno reverzibilne gele. Usled sposobnosti formiranja gela, maltodekstrini se mogu koristiti u prehrambenoj industriji kao modifikatori teksture, punioci, kao i zamenjivači masti (Chronakis, 1998, Alexander, 1995). Osobina maltodekstrina da reprodukuje mastan osećaj prilikom konzumiranja potiče uglavnom od trodimenzionalne rešetke koju maltodekstrini formiraju pri želiranju (Loret i sar., 2004). Čestice maltodekstrinskih agregata nepravilnih oblika su reda veličina 3-5 μm i približno su sličnih dimenzija kao i kristali masti što je verovatno i uzrok da maltodekstrinski geli poseduju slične senzorske i teksturne osobine mastima (Staley, 1993; Pszezola, 1991).

DE vrednost maltodekstrina, odnosno dužina oligomernih lanaca saharidne smeše, predstavlja veoma važan parametar u određivanju funkcionalnosti maltodekstrina. Maltodekstrini koji u svom sastavu imaju veći sadržaj dužih oligomernih lanaca i nižu DE vrednost su veoma pogodni kao zamenjivači masti (Inglett i Grisamore, 1991).

Pregledom literature ustanovljeno je da se maltodekstrini kao zamenjivači masti, mogu uspešno inkorporirati u veliki broj proizvoda, koji su sumirani u Tabeli 2.

Tabela 2. Upotreba maltodekstrina kao zamenjivača masti u različitim prehrambenim sistemima

Prehrambeni proizvod	Vrsta maltodekstrina	Količina zamenjene masti	Literaturni podaci
Margarin	Maltodekstrin iz kukuruza Maltrin M040 (DE = 5), Maltrin M100 (DE = 10), Grain Processing Corp., Muscatine, Iowa	40-60%	Morehouse, 1985
Namaz	Maltrin M050 (DE=5), Maltrin M100 (DE=10), Grain Processing Corp., Muscatine, Iowa; PHS 17 (DE=17), Fieldose 9 (DE=9), Fieldose 30 (DE=28), Goodman Fielder Industries Ltd., Australia	U proizvodima koji su sadržali 25-70% masti, dodavano je najviše 15% maltodekstrina	Forrest i Harvey, 1989
Keks sa komadićima čokolade	Maltodekstrin iz krompira, Paselli SA-2, Avebe America, Princeton, NJ	50-75%	Armbrister i Setser, 1994
Puter od kikirikija	Maltodekstrin iz ovsu, Oatrim-5™, Specialty Grain Products Company of Omaha, Nebr.	U proizvodima u kojima je uklonjeno 6-18% masti dodavano je 5% maltodekstrina i 4%	Franklin, 1994

		modifikovanog skroba	
Snek proizvod	Maltrin M050, M100, M150, M180, M200, M250, Grain Processing Corporation, Muscatine, Iowa	U proizvodima koji su sadržali 20-32% masti, dodavano je najmanje 3% maltodekstrina	Lodge, 1995
Čajno pecivo	Maltodekstrin iz pirinča Rice*Trin 10 DE, Zumbro, Inc., Hayfield, MN	35-55%	Sanchez i sar., 1995
Laminirano testo	Maltodekstrin (DE= 2-8)	oko 50%	Boode-Boissevain i sar., 1996
Stoni namaz	Maltodekstrin iz krompira, Paselli™, Avebe Companu, Neatherlands	Pripremani su proizvodi bez masti koji su sadržali kombinaciju maltodekstrina, inulina i modifikovanog skroba	Buliga i sar., 1996
Margarin	Paselli MD6, Tunnel Avebe Starches Ltd, Gillingham, Kent	U proizvodima koji su sadržali 29% masti, dodavano je 10-15% maltodekstrina	Clegg i sar., 1996
Namazi	Paselli SA-2, Avebe; N-Oil, National Starch & Chemical Corp.	Namazi tipa V/U/V sadržavali su 0,1 do 20% masti i 7-15% nekog od derivata skroba, uključujući i maltodekstrine	Underdown, 1997
Frankfurter kobasice	C* Pur 01915, Cerestar, UK	U proizvodima koji su sadržali 5, 12 i 30% masti, dodavano je 2% maltodekstrina	Crehan i sar., 2000
Salama	C*Pur 01915 (DE = 18±2), Cerestar, Milano, Italy	Sadržaj masti smanjen je sa 28% na 15% uz dodatak 8% maltodekstrina	Chevance i sar., 2000
Mlečni krem proizvod	Kombinacija maltodekstrina i modifikovanog skroba ili ksantana	U proizvodima koji su sadržali 10-30% masti, dodavano je 1-4% maltodekstrina i 1,5 do 4% modifikovanog skroba ili 0,1-0,4 % ksantana	Daenzer-Alloncle i sar., 2000
Mafin	Maltrin M100, Grain Processing Corporation, Muscatine, Iowa	Maltodekstrinom je zamenjena celokupna količina biljnog ulja i jaja	Conforti i sar, 2001
Kolač	Maltodekstrin iz kukuruza, Casco 01900 Globe, Batch 2318195000, Cardinal, Ontario, Canada	25-100%	Conforti i Archilla, 2001
Keks	C*deLight MD 01970 (DE = 3), Cerestar, Brussels, Belgium	11,5 – 50%	Zoulias i sar., 2002a;

			Zoulias i sar., 2002b
Sladoled	Kombinacija maltodekstrina (2,1%) i polidekstroze (6%)	100%	Hyvönen i sar., 2003
Goveđe pljeskavice	Maltodekstrin iz kukuruza, Maltrin M100, Grain Processing Corporation, Muscatine, Iowa; maltodekstrin iz tapioke, Instant N-Oil II, Natl. Starch and Chemical, Bridgewater, NJ; maltodekstrin iz krompira, Paselli MD 10, Avebe America Inc., Princeton, NJ	50% masti zamenjeno je kombinacijom maltodekstrina, visokoamiloznog skroba i uljem repice (vrsta - kanola)	Garzon i sar., 2003
Mafin	Maltodextrin (DE =3), Cerestar USA, Inc., Hammond, IN	Sadržaj masti u proizvodu je smanjen sa 21,1 na 7% računato na masu brašna	Khouryieh i sar., 2005
Jogurt	Laboratorijski proizveden maltodekstrin iz ovsaa	100%	Domagala i sar., 2005; Domagala i sar., 2006
Piškota	Maltodekstrin (DE < 20), M/s Indras Agencies, Ltd, India	50-80%	Sudha i sar., 2006
Keks	Maltodextrin (DE < 20), M/s Indras Agencies, Ltd, India	50-70%	Sudha i sar., 2007
Sladoled	N-Lite™ D, National Starch and Chemical GmbH, Hamburg, Germany	50-99%	Karaca i sar., 2009
Salatni preliv	Nepoznat	Sadržaj masti smanjen sa 34% na 8%	Perrechil i sar., 2010

Dodatakom maltodekstrina u proizvode sa redukovanim sadržajem masti moguće je poboljšati njihove teksturne i senzorske osobine (Sudha i sar., 2007) i približiti ih osobina punomasnog (kontrolnog) proizvoda. Takođe je dokazano da potpunom zamenom mlečne masti maltodekstrinom u proizvodu kao što je jogurt ne dolazi do značajnih promena u njegovim senzorskim, reološkim i mnogim teksturnim osobinama (Domagala i sar., 2005; Domagala i sar., 2006). Na osnovu istraživanja Crehan i sar. (2000) dodatak maltodekstrina u frankfurter kobasice sa redukovanim sadržajem masti imao je pozitivan efekat, jer je uticao na smanjenje gubitka pri kuvanju. U poređenju sa drugim zamenjivačima masti, maltodekstrini su pokazali niz

prednosti. Naime, Clegg i sar. (1996) utvrdili su da je efekat destabilizacije emulgujućeg proizvoda (namaza) koji se javlja pri upotrebi zamenjivača masti tipa hidrokoloida, najmanje prisutan pri upotrebi želatina i maltodekstrina. Takođe, prema Zoulias i sar (2002a) keks kod kojeg je masna komponenta bila zamenjena maltodekstrinom bio je bolje ocenjen od strane senzorskog panela u poređenju sa keksima koji su sadržali druge zamenjivače masti (polidekstrozu, inulin, proteine surutke).

Pregledom literature takođe je ustanovljeno da nema podataka o uticaju maltodekstrina na osobine konditorskih masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti, te je cilj ovog rada bio da se ispita mogućnost primene maltodekstrinskih gela kao zamene dela masne faze u proizvodima koji sadrže značajne količine masne faze, tj. u masnim punjenjima za konditorsku industriju.

3. Cilj istraživanja

Cilj ovog istraživanja bio je proizvodnja masnog punjenja za konditorsku industriju sa smanjenim sadržajem masti.

U savremenoj prehrambenoj industriji poznat je veliki broj zamjenjivača masti u koje spadaju i maltodekstrini koji sa vodom grade gele osobina sličnih fizičkim i senzorskim osobinama koje su karakteristične za masti. Međutim, upotreba maltodekstrina kao zamjenjivača masti u proizvodima kao što su masna punjenja, punjenja za praline, razni čokoladni namazi i drugi do sad je slabo ispitivana. Stoga je cilj ovoga rada da se ispita zamena dela masne faze u masnim punjenjima za konditorsku industriju hidratizanim maltodekstrinskim gelima čime bi se prethodno stabilizovani deo vode ugradio u krajnji proizvod, utičući na smanjen sadržaj masti krajnjeg proizvoda.

Ispitivanja su rađena u tri faze. U prvoj fazi ispitivana su reološka svojstva namenske biljne masti za konditorsku industriju u proizvodnji masnih punjenja i različitih maltodekstrinskih gela kao i smeša namenske biljne masti i ispitivanih maltodekstrinskih gela u odnosu 9:1.

Ovim merenjima definisana je kompatibilnost određenih gela maltodekstrina i namenske biljne masti, na osnovu čega je izvršena selekcija maltodekstrina za dalja istraživanja.

U drugoj fazi su detaljno ispitani uticaji prethodno odabranih maltodekstrina na reološke i teksturne osobine namenske biljne masti u cilju karakterisanja komponente za masna punjenja. Pripremane su smeše namenske biljne masti i 15 i 20% maltodekstrinskih gela u tri različita odnosa: 16,7% maltodekstrinskog gela i 83,3% biljne masti, 33,3% maltodekstrinskog gela i 66,7% biljne masti i 50% gela maltodekstrina i 50% biljne masti.

Nakon karakterisanja smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina, treća završna fazi uključivala je inkorporaciju prethodno karakterisanih smeša u masna punjenja kako bi se dobio finalni proizvod sa redukovanim sadržajem masti. Uticaj redukcije masti dodatkom maltodekstrinskih gela u masnim punjenjima praćen je određivanjem promene reoloških, teksturnih i senzorskih osobina kao i promenom boje masnih punjenja.

4. Eksperimentalni deo

4.1. Materijal

Kao materijal za ispitivanje korišćene su sledeće sirovine:

- × **Namenska biljna mast** (mešavina hidrogenizovanog sojinog i palminog ulja), proizvođač: A.D. "DIJAMANT", Zrenjanin. Fizičke i hemijske osobine: tačka topljenja 32-33°C i sledećeg masnokiselinskog sastava određen uz pomoć GSC-FID: C 14:0 = 0,11%, C 16:0 = 9,25%, C 18:0 = 3,90%, C 18:1 = 69,11%, C 18:2 = 9,1%, C 18:3 = 1,99%, C 20:0 = 1,10% (nedetektovano 5,44%)
- × **Maltodekstrini:**
 - *Maltrin® M040*, DE = 5, max. vlaga = 6%, max. pepeo = 0.5 % (Grain Processing Corporation, Iowa, USA), poreklom iz nativnog kukuruznog skroba
 - *C*De Light MD 01970*, DE = 3,5, vlaga = 4.7%, (CereStar®, Francuska), „spray dried“ (raspršeni) maltodekstrin dobijen enzimskom hidrolizom iz krompirovog skroba
 - *Glucidex®1*, DE = 5, (Roquette, Italia), „spray dried“ (raspršeni) maltodekstrin poreklom iz krompirovog skroba.
 - *N-LITE D*, DE = 2, vlaga = 5,5%, (National Starch and Chemical Company) maltodekstrin dobijen konverzijom voskastog kukuruznog skroba uz specijalne enzime.
- × **Destilovana voda**
- × **Masno punjenje** smanjenog sadržaja masti proizvedeno u laboratoriji Pionir d.o.o, pogon u Subotici.

4.2. Metode

4.2.1. Priprema rastvora maltodekstrina

Pripremani su 10, 15 i 20% (računato na suhu materiju) rastvori maltodekstrina u destilovanoj vodi. Kako bi se ubrzao proces rastvaranja, pripremani sistemi su

zagrevani dok rastvori nisu prešli iz mutnih u prozirne. Rashlađeni rastvori su korišćeni za merenja (0h), a ostatak dobijenih rastvora je prekrivan parafilmom kako bi se izbeglo isparavanje i isušivanje uzoraka, ostavljen da stoji na sobnoj temperaturi i potom meren (24h).

4.2.2. Priprema smeša namenske biljne masti i rastvora/gela maltodekstrina

Smeše namenske biljne masti i rastvora/gela maltodekstrina pripremane su u vodenom kupatilu na 30 °C uz pomoć dispergatora Ultraturrax T-25 (IKA® Werke GmbH & Co. KG, Nemačka) pri brzini od 6000 o/min i u trajanju od 120 s. Za utvrđivanje kompatibilnosti masti i maltodekstrinskih rastvora/gela korišćen je odnos od 9:1 namenska biljna mast:rastvor/gel maltodekstrina (Hadnađev, 2009). Smeše su pripremane sa tek napravljenim i ohlađenim rastvorom/gelom maltodekstrina (0h) i sa istim koji je prethodno stajao 24h na sobnoj temperaturi.

4.2.3. Priprema masnog punjenja

U cilju dobijanja masnog punjenja zadovoljavajućeg kvaliteta, dobro usitnjenih čvrstih čestica i dobro homogenizovanog, masno punjenje redukovano sadržaja masti je pripremano prema recepturi Aarhus United-a koristeći kuglični mlin CAO – B5 (Caotech, Holandija) u laboratoriji „Pionir“- a d.o.o. Beograd „Fabrika“ Subotica. Formulacija pripremljenog punjenja je prikazana u Tabeli 3:

Tabela 3. Formulacija masnog punjenja

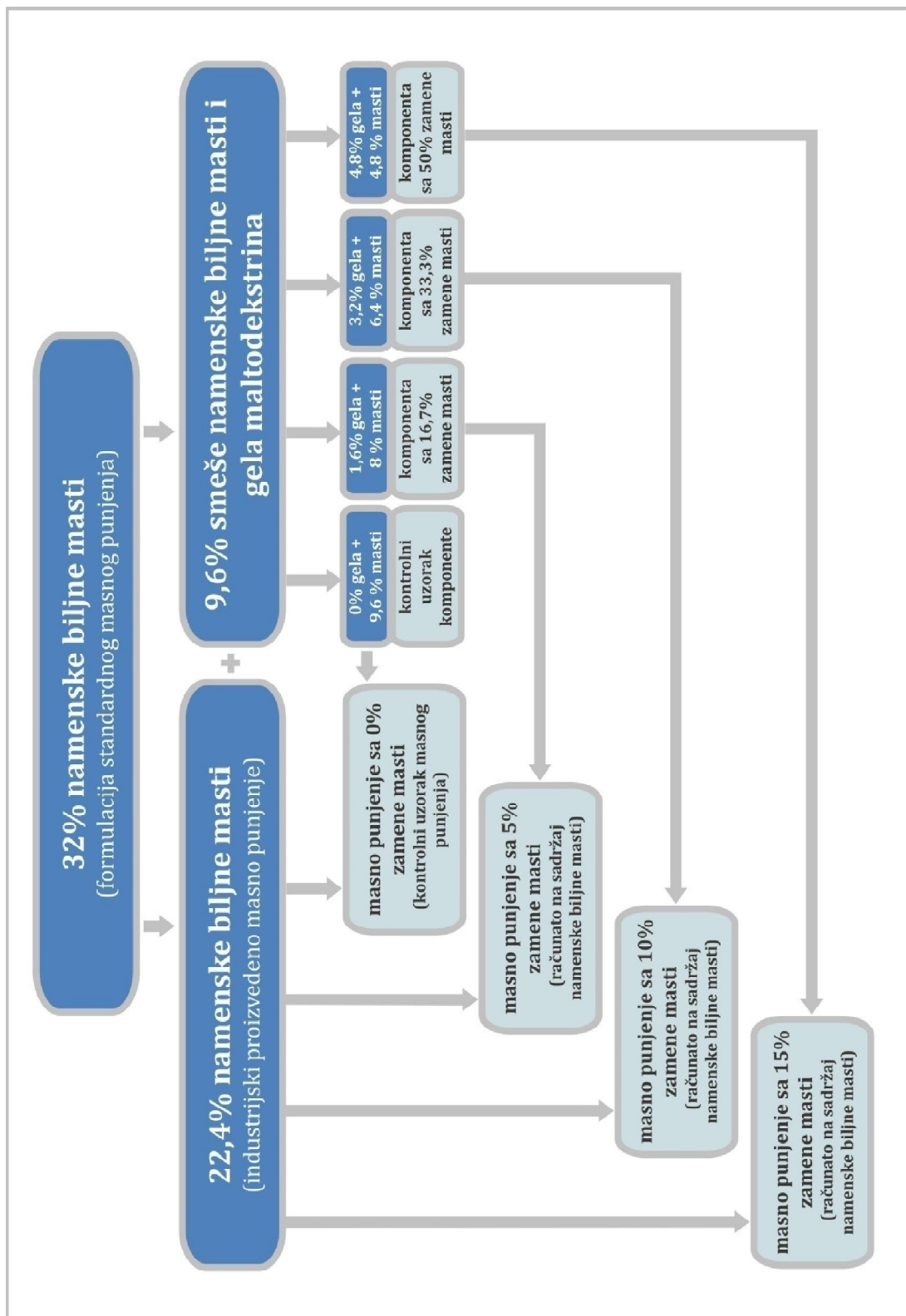
<i>Sastojci</i>	<i>%</i>
Šećer	37
Mast za masno punjenje	22,4
Kakao prah	8
Mleko u prahu (punomasno)	8
Mleko u prahu (obezmašćeno)	3
Lešnik pasta	12
Lecitin*	0,4
Vanilin*	0,05

* - računato na masu punjenja

Sadržaj masti od 32% je standardan za masna punjenja te je dodatkom 9,6% namenske biljne masti industrijski proizvedenom masnom punjenju dobijen kontrolni uzorak. Uzorci sa redukovanim sadržajem masti su dobijani tako što je industrijski proizvedenom masnom punjenju dodavano 9,6% smeše gela maltodekstrina/namenska biljna mast (zamena za mast).

Homogenizacija masnog punjenja sa prethodno pripremljenim smešama namenske biljne masti i maltodekstrinskih gela izvedena je u modifikovanoj farinografskoj mesilici na 30 °C u trajanju od 10 min.

Priprema smeše namenske biljne masti i gela maltodekstrina kao komponente masne faze za formiranje finalnog proizvoda kao i priprema masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti je šematski prikazana na Slici 4:



Slika 4. Šematski prikaz pripreme masnog punjenja u kojem je deo masti zamenjen maltodekstrinskim gelom

4.2.4. Određivanje reoloških karakteristika

Sva reološka merenja su izvođena na reometru Haake Rheo Stress 600HP (ThermoFisher Scientific, Nemačka) na 30 °C.

Za ispitivanje tiksotropnosti sistema primenjivan je tzv. histerezisni postupak (praćenje zavisnosti τ – napona smicanja od $\dot{\gamma}$ – brzine smicanja). Brzina smicanja je prvo povećavana od 0-500 s⁻¹ u trajanju od 240 s, zatim je maksimalna brzina smicanja od 500 s⁻¹ održavana 240 s i nakon toga je smanjivana od 500-0 s⁻¹ takođe u trajanju od 240 s. Praćenje krivih proticanja je obavljeno na mernom priboru cilindar Z20 DIN (prečnik rotirajućeg senzora $d = 20$ mm, a unutrašnjeg prečnika cilindra $D = 21,7$ mm, rastojanje između rotirajućeg senzora i nerotirajuće posude 4,2 mm).

Viskoelastične osobine su određivanje mernim priborom ploča-ploča PP Ti (prečnika 60 mm i rastojanja između ploča 1 mm). Linearni viskelastični region je utvrđivan primenom tzv. „*Amplitude sweep*“ postupka pri kojem je za svaki pojedinačni sistem posebno određen variranjem napona smicanja od 0-50 Pa pri konstantnoj frekvenciji od 1 Hz. Nakon toga su izvođena merenja u linearnom viskoelastičnom regionu primenom tzv. „*Frequency sweep*“ postupka variranjem frekvencije od 1-10 Hz, pri naponu od 5 Pa koji je bio u lineranom viskoelastičnom regionu, a praćeni su moduli elastičnosti G' i viskoznosti G'' .

Temperaturni profil namenske biljne masti je određen postupkom „*Oscillation temperature ramp*“ pri uslovima kontrolisane deformacije (CD – controlled deformation) korišćenjem ploča-ploča PP35 Ti mernog pribora (prečnika 60 mm i rastojanja između ploča 1 mm). Praćena je promena vrednosti $\tan\delta$ pri linearnom povećavanju temperature od 10 - 40 °C, u vremenu trajanja od 1800 s i pri konstantnoj deformaciji od $\gamma = 0,001$ i frekvenciji od $f = 1$ Hz (Hadnađev i sar., 2011a).

4.2.5. Određivanje teksturnih osobina. Ispitivanje čvrstoće

Osobine čvrstoće i adhezivnosti određivane su na teksturometru Texture analyser TA.HDplus (Stable Micro System, U.K.) koristeći mernu ćeliju od 5 kg. Čvrstoća ispitivanih uzoraka je određivana primenom konusnog pribora za ispitivanje mazivosti odnosno čvrstoće (TTC Spreadability Rig) koristeći protokol za čokoladne namaze - *Chocolate spreads – SPRD2_SR* (Texture Exponent 32 software version 4.0.11.0 – Stable

Micro Systems). Prema ovom protokolu gornji deo pokretnog konusnog pribora je prethodno kalibrisan na visinu od 25 mm iznad statičnog dela pribora za određivanje čvrstoće dok je rastojanje između gornjeg i donjeg dela pribora bilo 23 mm u toku merenja. Pre merenja su donji delovi pribora za određivanje čvrstoće napunjeni uzorcima, a površina poravnata ravnom metalnom špatulom. Nakon toga, prebačeni su da stoje u termostatu na 20°C u trajanju od 30 minuta. Brzina kretanja gornjeg dela konusnog pribora je bila 1,0 mm/s pre analize, 3 mm/s za vreme analize i 10 mm/s nakon analize. Teksturna merenja su rađena na temperaturi od 20 °C jer je i senzorska ocena krajnjeg proizvoda rađena na sobnoj temperaturi odnosno na 20 °C.

4.2.6. Određivanje senzorskih osobina

Senzorske osobine su određivane metodom ukupnih bodova (ukupan broj 20), metodom kvantitativne deskriptivne analize (QDA) i metodom testova prihvatljivosti. Za metodu ukupnih bodova i QDA metod ispitivane su kvalitetne osobine prikazane u Tabeli 4. Senzorska ocena je urađena od strane 6 treniranih senzorskih ocenjivača. U Tabeli 4 su pored kvalitetnih osobina prikazani i faktori važnosti kao i opis ocenjivane osobine. Množenjem faktora važnosti i dobijene ocene kvaliteta za svaku osobinu ponaosob i potom njihovom sumom dobija se ukupan broj bodova ispitivanog sistema.

Klasifikacija proizvoda u odgovarajuće kvalitetne kategorije na osnovu ukupnog broja bodova vrši se na sledeći način: manje od 14 bodova, neprihvatljiv; 14–15,5, prihvatljiv; 15,5–17, dobar; 17–18,5, vrlo dobar; 18,5–20, odličan (Pajin i sar., 2007).

Za vršenje testova prihvatljivosti korišćena je tzv. hedonična skala od 5 bodova gde je 1 – „jako mi se ne sviđa“; 2 - „ne sviđa mi se“; 3 - „niti mi se sviđa niti mi se ne sviđa“; 4 - „sviđa mi se“ i 5 – „jako mi se sviđa“. Ispitivane su pojedinačno osobine ukusa, mirisa i topivosti, žvackljivosti i teksture, i na uzorku od 68 netreniranih ocenjivača.

Tabela 4. Kvalitetne osobine i faktori važnosti senzorske ocene masnih punjenja

<i>Kvalitetne osobine</i>	<i>Faktor važnosti</i>	<i>Ocena</i>	<i>Opis ocenjivane osobine</i>
Izgled, boja površina	0,6	5	odgovarajući izgled, karakteristična boja, glatka sjajna površina
		4	nezatna odstupanja od optimalnih
		3	odstupanje od optimalne boje, oblika, vazdušni mehurići na površini
		2	izraženija odstupanja oblika, boja neujednačena mestimično bela ili siva sa izdvojenim kapljicama ulja na površini
		1	oblik deformisan, površina u potpunosti siva ili bela ili prekrivena slojem ulja
Konzistencija (tekstura)	0,8	5	homogena, glatka tekstura, odgovarajuće čvrstoće, meka maziva konzistencija,
		4	nezatna odstupanja teksture, čvrstoće
		3	prisustvo vazdušnih mehurića, neodgovarajuća čvrstoća
		2	grubozrnasta tekstura, neodgovarajuća čvrstoća
		1	grubozrnasta tekstura, nehomogena struktura, loša mazivost
Topivost, žvakljivost	1	5	odgovarajuća, svojstvena žvakljivost, topivost u ustima
		4	sporija topivost, mazivost
		3	slabo izražena peskovitost, mazivost
		2	sporija topivost, peskovitost, lepljivost
		1	sporija topivost, izražena peskovitost, lepljivost
Miris	0,6	5	Svojstven, zaokružen, aromatičan, postojan određen vremenski period
		4	Svojstven, slabije zaokružen, aromatičan
		3	Svojstven, slabo zaokružen, slabije aromatičan
		2	Nesvojstven, miris na kiselo, užegao
		1	netipičan, strani miris, miris na užeglo
Ukus	1	5	Svojstven, zaokružen, aromatičan, postojan određen vremenski period
		4	Svojstven, slabije zaokružen, aromatičan
		3	Slabo zaokružen, slabo aromatičan
		2	gorak, kiseo, nezaokružen
		1	Netipičnog stranog ukusa, užegao

4.2.7. Određivanje boje

Merenja boje određivana su u šest ponavljanja korišćenjem kolorimetra Minolta Chroma Meter CR-400 (Sensing Inc., Japan) (8 mm Ø kontaktna površina). Instrument je kalibrisan korišćenjem belog standarda, a merenja su izvedena pri standardnom D65 iluminantu. Dobijeni rezultati su prikazi u CIE L*, a* i b* sistemu.

4.2.8. Ispitivanje ponašanja potrošača

U cilju ispitivanja spremnosti potrošača za prihvatanjem novog niskoenergetskog proizvoda na tržištu, sprovedena je anketa. Anketni list je sadržao 16 pitanja sa više ponuđenih odgovora, usmerenih na dobijanje konkretnih podataka (Prilog 3). Ispitivanje je obuhvatilo 250 ispitanika na teritoriji Vojvodine (lokacije: Bečej i Novi Sad) pri čemu je posebna pažnja bila usmerena ka tome da uzorkom budu obuhvaćene različite socio-demografske kategorije ispitanika koji su bili odabrani po principu slučajnog uzorka.

4.2.9. Statistička analiza i obrada podataka

Eksperimentalni podaci dobijeni kao rezultati reoloških, teksturnih i senzorskih ispitivanja i određivanja boje prikazani su kao srednja vrednosti ponavljanja. Korišćeni su analiza varijanse i Tukijev test za ispitivanje najmanje značajnih razlika između ispitivanih srednjih vrednosti pri pragu značajnosti od $P = 0,05$.

Za analizu podataka dobijenih anketom korišćene su deskriptivne statističke metode i Pearson- χ^2 -test, sa pragom značajnosti od $P = 0,05$.

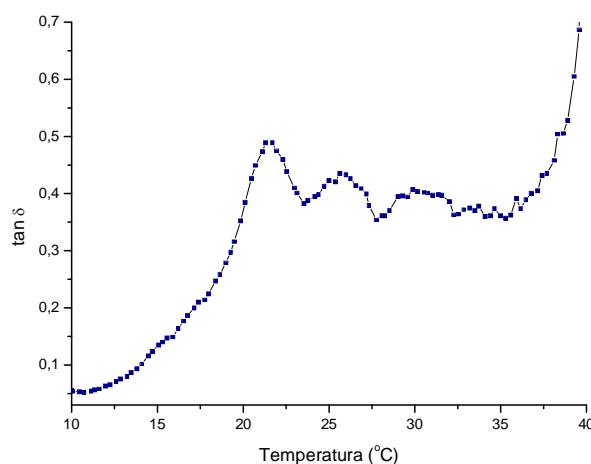
Statistička analiza je obrađena softverskim paketom Statistica 10.0 (Statsoft Inc., SAD).

Eksperimentalni podaci su obrađeni pripadajućim softverima RheoWin 4.0 (HAAKE RheoWin Software, version 4.00.0002 – ThermoScientific, Germany), TE32 (Texture Exponent 32 software version 4.0.11.0 – Stable Micro Systems, U.K.) i kompjuterskim programom Origin 6.1 (Scientific Graphing and Data Analysis Software - OriginLab Corporation, SAD).

5. Rezultati i diskusija

5.1. Reološke osobine namenske biljne masti

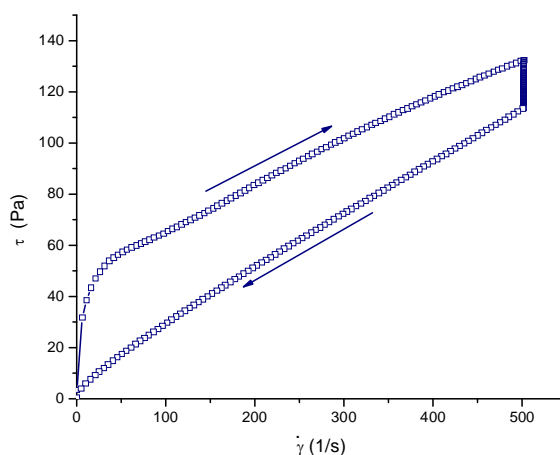
Prema dobijenoj krivi temperaturnog profila topljenja namenske biljne masti za masna punjenja (Slika 5) uočava se postojanje 3 pika na krivi zavisnosti $\tan\delta$ od temperature koja su posledica polimorfizma masti i postepenog topljenja manje stabilnih kristala masti na nižim temperaturama što može biti takođe uslovljeno sastavom triglicerida prisutnih u ispitivanoj masti za konditorsku industriju.



Slika 5. Temperaturni profil topljenja namenske biljne masti za masna punjenja

Prvi pik se javlja na 21,5 °C, drugi na 25,5 °C i treći prošireni pik na temperaturnom opsegu od 29-32 °C (Hadnađev i sar., 2011a). Kako je utvrđeno da masti u fazi topljenja u toku procesa kristalizacije poseduju osobine slabih viskoelastičnih gela (Bell i sar., 2007) sva naredna merenja su izvedena na 30 °C.

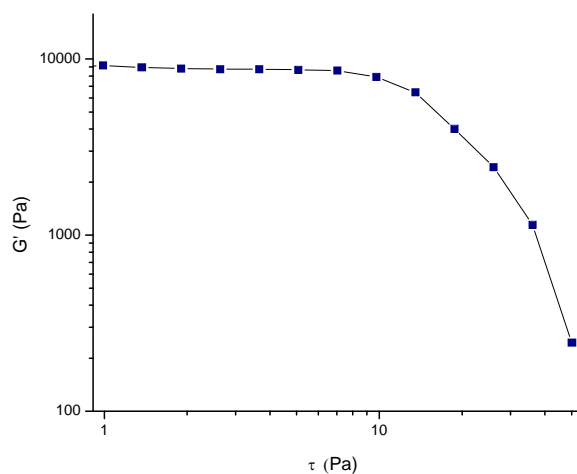
Na Slici 6 je prikazana kriva proticanja namenske biljne masti za masna punjenja na prethodno određenoj temperaturi merenja od 30 °C.



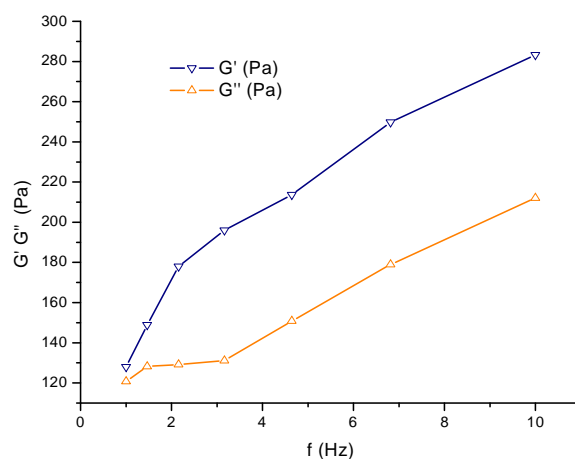
Slika 6. Kriva proticanja namenske biljne masti za masna punjenja

Prema dobijenim rezultatima merenja koja su izvedena u polučvrstom stanju masti (30 °C), ustanovljeno je da ispitivana biljna mast pokazuje tiksotropno ponašanje sa relativno velikom površinom tiksotropne petlje ($A = 15150 \text{ Pa/s}$). Naime, kristali masti i njihovi agregati različitih veličina i oblika između kojih se nalazi inkorporirana tečna faza masti su odgovorni za izgradnju određenog vida prostorno uređene trodimenzionalne strukture (Campos i sar., 2002). Na 30 °C ispitivana namenska biljna mast je u fazi topljenja, u polučvrstom stanju, što dovodi do formiranja unutrašnje strukture slične strukturama gel sistema. Posmatrajući Sliku 6 može se primetiti uticaj povećavanja brzine smicanja na postepenu orijentaciju kristala masti i kristalnih agregata nakon čega sistem lakše protiče, što se vidi iz promene nagiba uzlazne krive da bi dalje povećavanje napona smicanja bilo posledica samo dejstva smicajnog gradijenta na ispitivanu mast. Iz priložene krive proticanja namenske biljne masti može se primetiti da ona poseduje prinosni napon ($\tau_0=3,2 \text{ Pa}$) što je inače i jedna od karakteristika viskoelastičnih sistema (Mahaut i sar., 2008).

Nakon određivanja linearnog viskoelastičnog regiona primenom „*Amplitude sweep*“ testa (Slika 7), ispitane su viskoelastične osobine namenske biljne masti upotrebom „*Frequency sweep*“ testa (Slika 8).



Slika 7. Određivanje linearnog viskoelastičnog regiona namenske biljne masti



Slika 8. Elastični G' i viskozni G'' moduli namenske biljne masti

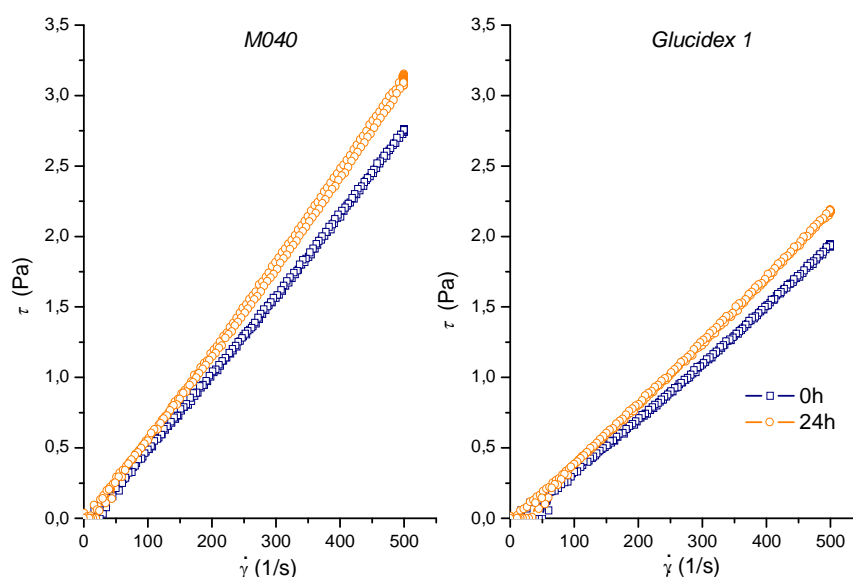
Iz Slike 8 se može zaključiti da ispitivana namenska biljna mast na 30 °C pokazuje osobine viskoelastičnosti sa izraženijim elastičnim osobinama u odnosu na viskozne. Vrednosti elastičnih i viskoznih modula karakterisala je zavisnost od primenjene frekvencije; tj. one su rasle sa porastom frekvencije što je inače karakteristika slabih viskoelastičnih gela (Clark i Ross-Murphy, 1987). Takođe, i na osnovu izračunate vrednosti $\tan\delta = 0,75$ dobijene merenjem u linearnom viskoelastičnom regionu utvrđeno je da ispitivana mast ima osobine slabih gela (Hadnađev, 2009).

5.2 Reološke osobine rastvora/gela maltodekstrina i smeša rastvora/gela i namenske biljne masti

Osim reoloških osobina masti, izvršeno je i karakterisanje rastvora/gela raznih maltodekstrina kao i pripremljenih smeša namenske biljne masti i rastvora/gela maltodekstrina u odnosu 9:1. Kako je koncentracija maltodekstrinskih rastvora/gela u ispitivanim smešama bila 10, 15 i 20%, koncentracija maltodekstrina u smeši je iznosila 1; 1,5 i 2%. Pripremane su smeše namenske biljne masti i rastvora maltodekstrina neposredno po pripremi rastvora i merenja vršena na 0 h i 24 h. Takođe su pripremljene i smeše sa rastvorima/gelima maltodekstrina koji su prethodno stajali 24 h. Na ovaj način je ispitivana kompatibilnost raznih maltodekstrinskih sistema sa namenskom biljnom masti kao i način formiranja gela.

5.2.1. Analiza reoloških osobina 10% rastvora maltodekstrina

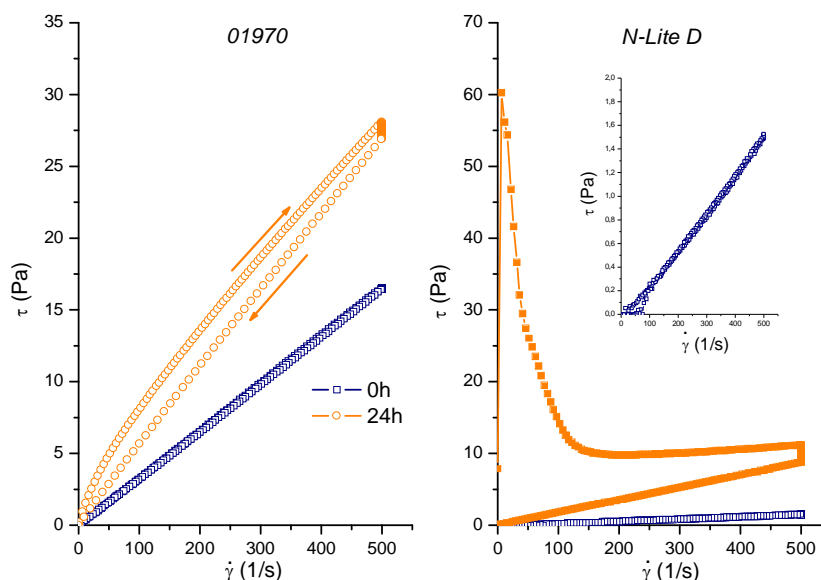
Na Slici 9 prikazane su krive proticanja 10% rastvora maltodekstrina *M040* i *Glucidex 1*, na temperaturi od 30 °C, izmerene odmah nakon pripreme i nakon stajanja od 24 h.



Slika 9. Kriva proticanja 10% rastvora maltodekstrina *M040* i *Glucidex 1*

Rastvori maltodekstrina *M040* i *Glucidex 1* su pokazivali karakteristike njutnovskog proticanja, a koncentracija od 10% nije bila dovoljna da se razvije složena unutrašnja struktura čak ni posle 24 h stajanja. Vrednost viskoziteta je bila konstantna i za sveže pripremljen sistem *M040* iznosila je $5,5 \times 10^{-3}$ Pas, dok je *Glucidex 1* imao nešto nižu vrednost viskoziteta koja je iznosila $3,9 \times 10^{-3}$ Pas. Sistemi nakon 24 h su imali više vrednosti napona smicanja τ , a time i viskoziteta u odnosu na sveže pripremljene rastvore. Izmerene vrednosti viskoziteta sistema nakon 24 h su iznosile $6,3 \times 10^{-3}$ za *M040* i $4,4 \times 10^{-3}$ Pas za *Glucidex 1*. Povećanje vrednosti viskoziteta u sistemima koji su stajali 24 h bilo je posledica asocijacije makromolekula, tj. uređenja hidrolizovanih ostataka amilozne (linearne) frakcije.

I maltodekstrini *01970* i *N-lite D* pri primenjenoj koncentraciji odmah nakon pripreme nisu gradili gele već su posedovali osobine njutnovskih tečnosti (Slika 10). Dok je vrednost viskoziteta za *N-Lite D* iznosila $3,1 \times 10^{-3}$ Pas, *01970* bio je karakterisan višom vrednosti viskoziteta u odnosu na prethodna tri sistema istih koncentracija rastvora maltodekstrina i ta vrednost je iznosila $33,1 \times 10^{-3}$ Pas. Međutim, za razliku od maltodekstrina *M040* i *Glucidex 1*, uočava se da su maltodekstrini *01970* i *N-lite D* nakon 24 h gradili gele što se manifestovalo pojavom tiksotropne petlje (Slika 10).



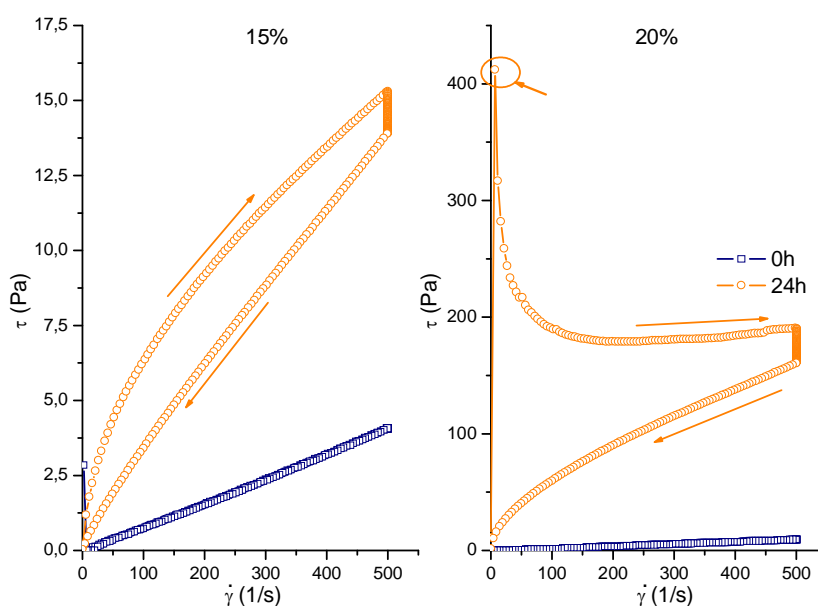
Slika 10. Krive proticanja 10% rastvora/gela maltodekstrina *01970* i *N-Lite D* izmerenih posle 0 i 24 h

Površina dobijene tiksotropne petlje maltodekstrina 01970 nakon 24 h bila je znatno niža u odnosu na histerezisnu površinu maltodekstrina *N-lite D* (Prilog 1). Osim pomenutog, na krivi *N-lite D* maltodekstrina nakon 24h primećuje se naglo razrušavanje unutrašnje strukture već pri brzini smicanja od $\dot{\gamma} = 6,3 \text{ s}^{-1}$ koje se javilo kao posledica slabih veza velikog broja solvatisanih makromolekula. Takođe, nakon 24 h vrednost izračunatog prividnog viskoziteta na kraju uzlazne krive je iznosila $56,18 \times 10^{-3} \text{ Pas}$ za 01970, a $22 \times 10^{-3} \text{ Pas}$ za *N-lite D* što je posledica naglog pada viskoziteta sistema *N-lite D* usled razrušavanja strukture.

Usled nemogućnosti maltodekstrina M040 da gradi gele pri koncentracijama od 15% i 20%, ispitivane su osobine koncentrovanijih rastvora/gela maltodekstrina (15 i 20%) samo za sisteme *Glucidex 1*, 01970 i *N-lite D*.

5.2.2. Analiza 15 i 20% sistema maltodekstrina

Na osnovu priložene Slike 11 uočava se da je 15% rastvor maltodekstrina *Glucidex 1* nakon pripreme imao karakteristike njutnovske tečnosti, sa vrednošću viskoziteta od $8,2 \times 10^{-3} \text{ Pas}$, da bi nakon 24 h došlo do želiranja što se manifestovalo pojavom histerezisne petlje.



Slika 11. Kriva proticanja 15 i 20% rastvora/gela maltodekstrina *Glucidex 1*

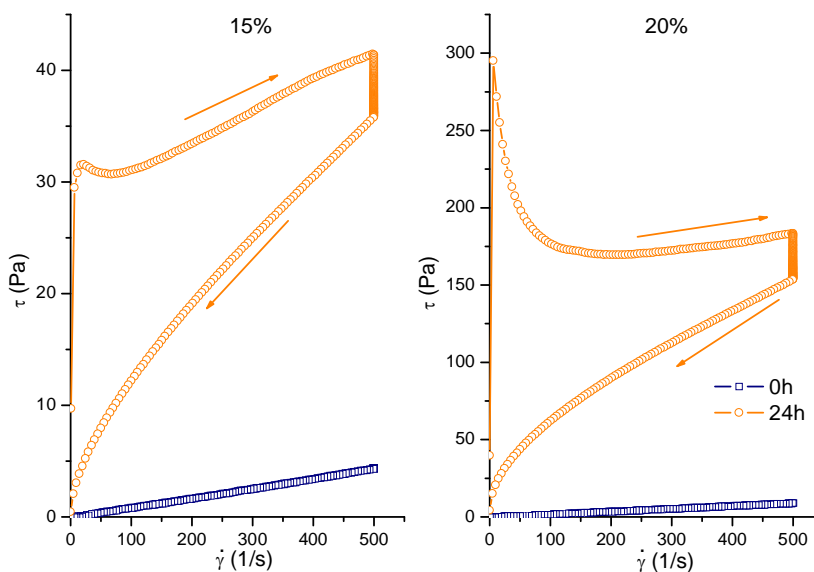
Do strukturacije sistema nakon 24 h je došlo usled povećane koncentracije maltodekstrina čime se povećava i broj veza u ispitivanom sistemu kao i zbog same prirode maltodekstrina *Glucidex 1*. Maltodekstrin *Glucidex 1* je dobijen iz krompirovog skroba za koji je karakteristično da poseduje vezane grupe fosfatnih estara koje utiču na pojačano vezivanje vode što uzrokuje da proizvodi od skroba poreklom iz krompira poseduju izraženu sposobnost ka želiranju (Srichuwong i sar., 2005). Vrednost izmerenog prividnog viskoziteta na kraju uzlazne krive ($\dot{\gamma} = 500 \text{ s}^{-1}$) je bila značajno viša nego za sveže pripremljene sisteme i iznosila je $31 \times 10^{-3} \text{ Pa}$.

Kao i u slučaju 10% (Slika 9) i 15% rastvora maltodekstrina *Glucidex 1* i kod 20% rastvora merenja nakon pripreme su pokazivala da ne dolazi do pojave formiranja unutrašnje strukture dok je nakon 24 h sistem značajno strukturirao formirajući gel. Površine tiksotropnih petlji su bile veće u odnosu na površine 15% gela (Slika 11). Vrednost napona smicanja pri maksimalnoj brzini smicanja od 500 s^{-1} je za 15% rastvor iznosila 15,27 Pa dok je kod 20% rastvora/gela bila 190 Pa. Takođe se javljao pik karakterističan za razrušavanje unutrašnje strukture nastale kao posledica slabih međumolekularnih veza indukovanih vodoničnim mostovima. Do razrušavanja unutrašnje strukture dolazilo je pri malim brzinama smicanja ($\dot{\gamma} = 6,73 \text{ s}^{-1}$) što ukazuje na slabu jačinu ovih veza. Za razliku od prethodnih rastvora/gela maltodekstrina *Glucidex 1* koncentracija 10% i 15%, kod 20% sistema je postojao prinosni napon ($\tau_0 = 10,9 \text{ Pa}$).

Na Slici 12 prikazane su krive proticanja 15% i 20% rastvora/gela maltodekstrina *01970*. Po izgledu krive nakon 24 h uočava se da je kod maltodekstrina *01970* došlo do formiranja jakog stabilnog gela složene unutrašnje strukture koga karakteriše veliki broj veza. Pri malim brzinama smicanja ($\dot{\gamma} = 26 \text{ s}^{-1}$) javljao se pik kao posledica većeg viskoziteta i razrušavanja veza koje formira dati gel. Za razliku od 10% maltodekstrinskog gela, kod 15% gela je postojao prinosni napon ($\tau = 9,7 \text{ Pa}$).

Na sposobnost formiranja gela maltodekstrina *01970* pored niske DE vrednosti od 3,5 koja ukazuje na visok udeo velikih polisaharidnih lanaca, takođe utiče i botaničko poreklo skroba iz kojeg je i maltodekstrin *01970* dobijen. Naime, *01970* predstavlja maltodekstrin dobijen iz krompirovog skroba. Jedna od karakteristika krompirovog skroba je to da su njegovi molekuli amiloze dužih lanaca (DP 1000-6000) u odnosu na lance amiloze skrobova iz cerealija (DP 200-1200) (Roller i Jones, 1996; Swinkels, 1985b). Pored toga krompirov skrob poseduje i kovalentno vezane

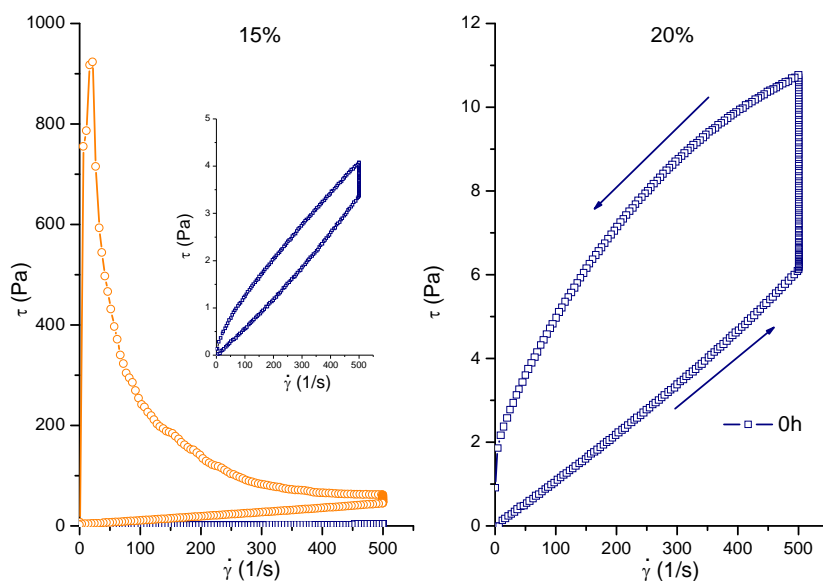
monoestarske fosfatne grupe (0,06 - 0,1 % računato kao P). One se nalaze vezane za molekule amilopektina i utiču na povećanje sposobnosti želiranja (Swinkels, 1985b; Srichuwong i sar., 2005). Sve to ima za posledicu da krompirovi skrobovi, a time i njihovi derivati imaju više viskozitete i efekte strukturacije u odnosu na skrobove iz cerealija (Roller i Jones, 1996).



Slika 12. Kriva proticanja 15 i 20% rastvora maltodekstrina 01970

Kod 20% gela maltodekstrina 01970 nakon 24 h takođe je došlo do strukturacije gela koja je više izražena u odnosu na 15% gel što se ogleda u većoj površini tiksotropne petlje i vrednosti napona smicanja pri maksimalnoj brzini smicanja. Uzrok tome je veća koncentracija maltodekstrina, a samim tim i veći broj veza koji utiče na jačinu gela (Hadnađev, 2009). Pri malim brzinama smicanja ($\dot{\gamma} = 6 \text{ s}^{-1}$) za 20% gel nakon 24 h došlo je do naglog razrušavanja strukture za koju su odgovorne slabije veze unutar gela. Razrušavanje strukture pri malim brzinama smicanja je inače karakteristika skrobnih gela nastalih ograničenim bubrenjem praškastog makromolekularnog materijala, a koje karakterišu veliki broj veza različite jačine.

Za razliku od prethodnih slučajeva kada sistemi odmah nakon pripreme nisu pokazivali građenje složenije unutrašnje strukture posedujući karakteristike njutnovskih tečnosti, 15% rastvor/gel maltodekstrina *N-Lite D* (Slika 13) pokazivao je reopektično ponašanje.



Slika 13. Kriva proticanja 15 i 20% gela maltodekstrina *N-Lite D*

Za ovaj sistem je karakteristično da je usled veće koncentracije maltodekstrina dolazilo do bržeg uspostavljanja veza tako da su već tokom merenja primećeni efekti strukturacije. Nakon 24 h sistem je ispoljavao tiksotropno ponašanje sa pikom pri maloj brzini smicanja (5 s^{-1}) nakon čega je usledio nagli pad napona smicanja kao posledica Vajsenbergovog efekta, tj. izbacivanja uzorka iz prostora između mernog pribora.

Maltodekstrin *N-Lite D* predstavlja komercijalni maltodekstrin dobijen iz voskastog kukuruznog skroba uz upotrebu specijalnih enzima. Jedna od glavnih karakteristika amilopektinskih skrobova i iz njih dobijenih maltodekstrina je nemogućnost gradnje jakih gela usled odsustva amiloze (Wang i sar., 2011). Kako je način dobijanja maltodekstrina *N-Lite D* zaštićen patentom, pretpostavlja se da je isti dobijen postupkom hidrolize uz upotrebu enzima izoamilaze. Za enzim izoamilazu je karakteristično da hidrolizuje α (1-6) glukozidne veze tako da hidrolizom polazne sirovine, kao što je voskasti kukuruzni skrob, nastaje veliki broj linearnih polisaharidnih lanaca (Cai i sar, 2010; Marc i sar, 2002). Pretpostavlja se da se naknadno, procesom umrežavanja, nastali amilozni lanci povezuju. Naime, prema patentu Chiu i Henley-a (1993) voskasti kukuruzni skrobovi kao i druge vrste skrobova bi se prvenstveno hidrolizovali izoamilazom da bi se naknadno modifikovali procesima umrežavanja, derivatizacije i konverzije u cilju stvaranja mutnih želirajućih teksturnih agenasa za proizvode sa smanjenim sadržajem masti.

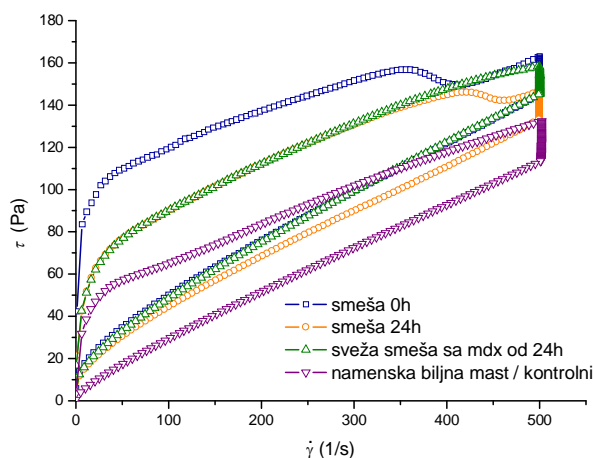
Pored toga, niska DE vrednost maltodekstrina *N-Lite D* takođe ukazuje i na prisustvo saharidnih lanaca velikih molekulskih masa. Kao posledica svega toga, ispitivani maltodekstrin *N-Lite D* gradi jake gele.

Primećuje se da je odmah nakon pripreme 20% gela maltodekstrina *N-Lite D*, usled visoke koncentracije maltodekstrina (20%) i velike moći umrežavanja istog, dolazilo do trenutnog uspostavljanja unutrašnje strukture što se odrazilo reopektičnom krivom velike površine. Ovakav sistem ostavljen da stoji 24 h poprimio je osobine čvrstog gela i bio je mrvljiv, usled nedovoljne količine vode za njegovo potpuno formiranje, te reološko ponašanje te krive nije ni prikazano.

5.2.3. Analiza reoloških osobina smeša masti i 10% rastvora maltodekstrina

Na Slikama 14, 15, 16 i 17 prikazane su krive proticanja smeše masti i 10% rastvora maltodekstrina *M040*, *Glucidex 1*, *01970* i *N-Lite D*. Sva četiri maltodekstrina u smeši sa namenskom biljnom masti pokazivala su tiksotropno ponašanje bez obzira na način pripreme. Međutim, vrednosti napona smicanja, kao i oblik i veličina površine tiksotropne petlje bili su uslovljeni i vrstom maltodekstrina i načinom formiranja gela.

U slučaju maltodekstrina *M040* (Slika 14), pri brzinama smicanja od oko $\dot{\gamma} = 350$ s^{-1} i od oko $\dot{\gamma} = 410$ s^{-1} kod sistema pripremanih sa svežim rastvorom maltodekstrina i istim sistemom merenim nakon 24 h došlo do tzv. efekta „proklizavanja“ kristala masti u smicajnom gradijentu.



Slika 14. Kriva proticanja smeše masti i 10% rastvora maltodekstrina *M040*

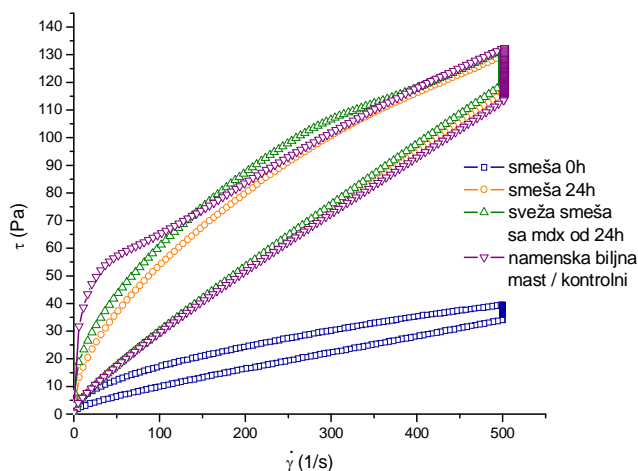
Pojava efekta „proklizavanja“ kristala masti se javljala usled nemogućnosti sistema da gradi dovoljno složene strukture i inkompatibilnosti korišćenog rastvora maltodekstrina sa namenskom biljnom masti, što je rezultovalo padom vrednosti napona smicanja.

Značajno veće vrednosti površine dobijene krive smeše pripremane sa rastvorom maltodekstrina od 0 h u odnosu na krivu namenske biljne masti (Prilog 1) verovatno se mogu pripisati nemogućnošću razvijanja unutrašnje strukture i gradnje gela sveže pripremljenih rastvora maltodekstrina i stoga nastaloj neuređenosti ispitivanog sistema. Za razliku od prethodne, smeša pripremana sa rastvorom maltodekstrina koji je stajao 24 h i u nešto manjoj meri smeša koja je stajala 24 h imale su oblik i površinu dobijene krive sličnu korišćenoj biljnoj masti što se može pripisati određenom unutrašnjem uređenju hidrolizovanih ostataka amilozne (linearne) frakcije nakon 24 h.

Analizom smeša u dinamičkom oscilatornom modu najmanje vrednosti parametra $\tan\delta$ (0,316) i najizraženije elastične osobine pokazivao je sistem meren odmah nakon pripreme. Najviše, a time i najbliže vrednostima parametra $\tan\delta$ ispitivane namenske biljne masti imao je sistem pripreman sa maltodekstrinskim rastvorom koji je prethodno stajao 24h ($\tan\delta = 0,453$), dok je sistem nakon 24h stajanja imao vrednosti između prethodna dva ($\tan\delta = 0,352$). Kako je nakon 24 h došlo do određenog uređenja unutrašnje strukture, smeša namenske biljne masti i maltodekstrina od 24 h pokazivala je veću uređenost sistema u odnosu na smeše pripremljene na druga dva načina. Smeša rastvora maltodekstrina od 0 h i namenske biljne masti merena nakon 24 h stajanja imala je vrednost parametra $\tan\delta$ između prethodna dva usled smanjenja mogućnosti formiranja gela zbog uklopljenih čestica masti.

U slučaju maltodekstrina *Glucidex 1* (Slika 15) sistem analiziran neposredno nakon pripreme imao je najmanju površinu tiksotropne petlje što ukazuje na najslabiju unutrašnju strukturu usled odsustva strukturacije maltodekstrinskog gela. Smeša nakon 24 h kao i smeša pripremana sa rastvorom maltodekstrina koji je odstojao 24 h imale su značajno veće površine tiksotropnih petlji kao posledica formiranja složene unutrašnje strukture od strane gela maltodekstrina. Analizom smeše spravljanje sa gelom maltodekstrina od 24 h uočava se da je dobijena kriva imala veće vrednosti

površine u odnosu na smešu koja je stajala 24 h jer se maltodekstrinski gel pre ugradnje u matriks masti umrežio (želirao) u potpunosti.

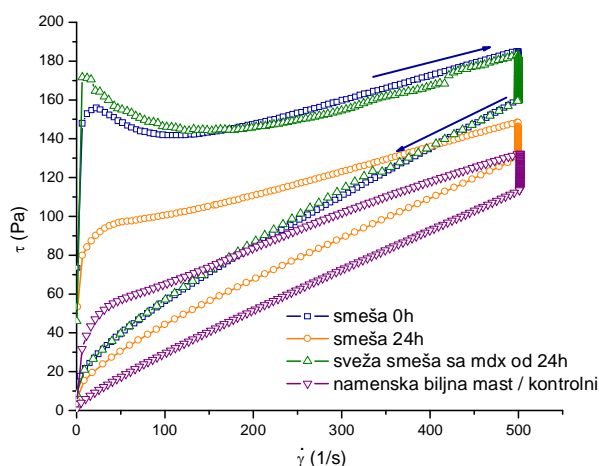


Slika 15. Krive proticanja smeše masti i 10% rastvora/gela maltodekstrina *Glucidex 1*

Kod smeše pripravljene sa svežim rastvorom maltodekstrina koja je potom ostavljena da stoji 24 h pre merenja, maltodekstrinski gel nije uspeo da se formira u celosti usled sternih efekata, velike količine masne faze koja je okruživala maltodekstrinske fragmente i niske koncentracije maltodekstrina u odnosu na masu celokupne smeše (1%). Takođe se iz vrednosti površina tiksotropnih petlji (Prilog 1) može primetiti da su kao i u slučaju smeše namenske biljne masti i maltodekstrina *M040* najbližnje vrednosti površina tiksotropnih petlji namenskoj biljnoj masti imale smeše pripravljene sa maltodekstrinskim rastvorima/gelima koji su pre pripreme stajali 24 h.

Na osnovu postojanja prinosnog napona kod sve tri smeše, ispitivane su i njihove viskoelastične osobine. Niže vrednosti $\tan\delta$ i dominaciju elastičnih osobina u odnosu na viskozne imale su smeše pripravljene sa gelom maltodekstrina koji je stajao 24h ($\tan\delta = 0,439$) i sveža smeša ($\tan\delta = 0,449$) da bi smeša nakon 24 h imala nešto više vrednosti $\tan\delta$ ($\tan\delta = 0,55$) i slabije elastične osobine u odnosu na prethodne dve smeše.

Krive proticanja namenske biljne masti i 10% rastvora/gela maltodekstrina *01970* prikazane su na Slici 16:

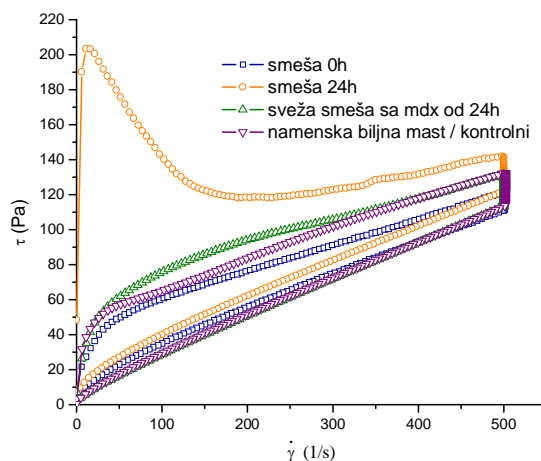


Slika 16. Krive proticanja smeše masti i 10% rastvora/gela maltodekstrina 01970

U slučaju maltodekstrina 01970 (Slika 16) smeše merene odmah nakon pripreme (0 h) i sa maltodekstrinskim gelom koji je prethodno stajao 24 h imale su pik karakterističan za razrušavanje strukture koji se javljao pri malim brzinama smicanja ($22,04 \text{ s}^{-1}$ i $6,5 \text{ s}^{-1}$) što ukazuje na nedovoljno jaku strukturu koja bi izdržala dalja povećavanja brzina smicanja bez razrušavanja. Na osnovu postojanja pika može se zaključiti da je došlo do izvesnog građenja strukture i od strane maltodekstrina, što se vidi i po činjenici da nema efekta proklizavanja kristala masti, tj. maltodekstrinski gel je dovoljno čvrsto držao sistem na određenom stepenu strukturiranosti i pored primene brzina smicanja koje su kod prethodnih smeša izazvale efekte proklizavanja kristala biljne masti. Efekti strukturacije koji su se manifestovali povećanjem površina tiksotropnih petlji i pojavom pikova su verovatno posledica niske DE vrednosti maltodekstrina 01970 kao i njegovog botaničkog porekla što je objašnjeno u poglavlju 5.2.2. Najniže vrednosti površina tiksotropnih petlji uz odsustvo pika karakterističnog za razrušavanje unutrašnje strukture pokazivala je smeša koja je odležala 24 h. Pretpostavlja se da je to posledica neznatnog otpuštanja vode i uklapanja masti u gel maltodekstrina (Hadnađev, 1999).

Sva tri sistema su imala prinosni napon, a samim tim i viskoelastične osobine. Tako su vrednosti $\tan\delta$ za smeše merene nakon 0h i sa maltodekstrinskim gelom od 24h bile približne (0,475 i 0,46) i niže u odnosu na smeše koje su stajale 24h (0,885) što istovremeno i ukazuje na jačinu elastičnih osobina ispitivanih smeša.

U slučaju maltodekstrina *N-lite D* (Slika 17) kod smeše analizirane odmah nakon pripreme se uočava da maltodekstrin nije stigao da želira i izgradi jaču strukturu što se manifestovalo najmanjom površinom tiksotropne petlje. U smeši koja je stajala 24 h, maltodekstrin je izgradio unutrašnju strukturu.



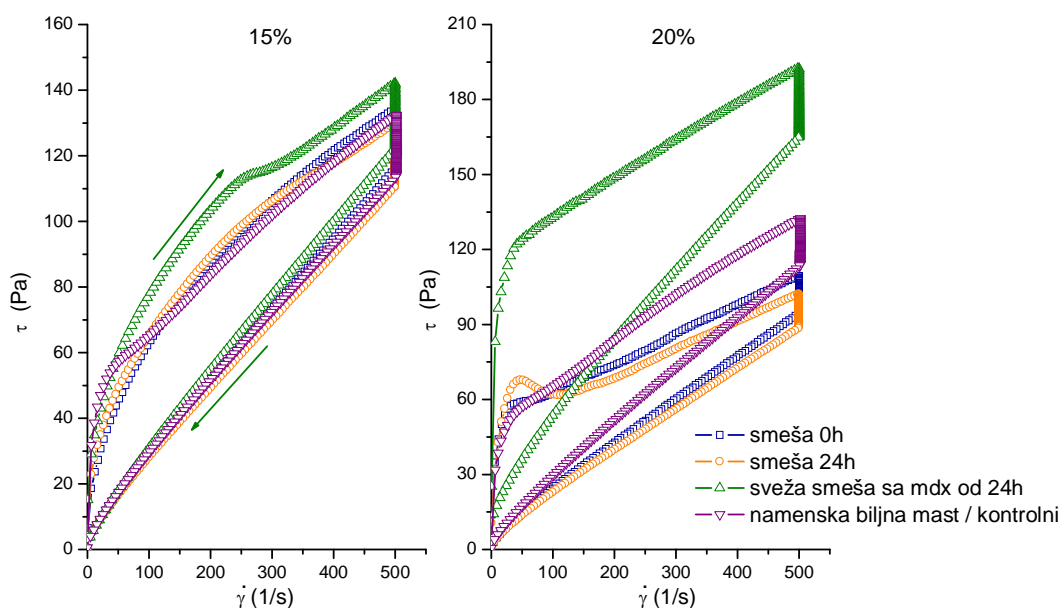
Slika 17. Krive proticanja smeše masti i 10% rastvora/gela maltodekstrina *N-Lite D*

Povećanjem brzine smicanja došlo je do naglog razrušavanja unutrašnje strukture što se vidi iz postojanja pika na datoj krivi nakon koga sledi nagli pad napona smicanja. Postojanje pika na krivi je posledica umrežavanja maltodekstrinskog gela brojnim, ali slabim vezama. Niska DE vrednost i način dobijanja *N-Lite D* maltodekstrina, što je prethodno detaljno objašnjeno, su razlog formiranja gela ispitivanog maltodekstrina. U slučaju smeše sa maltodekstrinskim gelom koji je prethodno stajao 24 h, prilikom njene pripreme je u velikoj meri razrušena gel struktura. Tako, dobijena kriva ima sličan izgled kao kod sveže smeše, ali nešto viših vrednosti napona smicanja i površine tiksotropne petlje kao posledica postojanja narušenih fragmenata maltodekstrinskog gela.

Sve tri smeše su imale prinosni napon tako da su ispitivane i njihove viskoelastične osobine. Najizraženije elastične osobine manifestovane najmanjom vrednosti $\tan\delta$ (0,46) imala je smeša pripremana sa maltodekstrinom od 24 h da bi sveža smeša ($\tan\delta = 0,52$) i smeša nakon 24 h ($\tan\delta = 0,64$) imale slabije izražene osobine gela što se ogleda višim vrednostima $\tan\delta$.

5.2.4. Analiza reoloških osobina smeša masti i 15 i 20% rastvora maltodekstrina

Krive proticanja smeša namenske biljne masti i 15 i 20% rastvora/gela maltodekstrina *Glucidex 1* sumirane su na Slici 18.



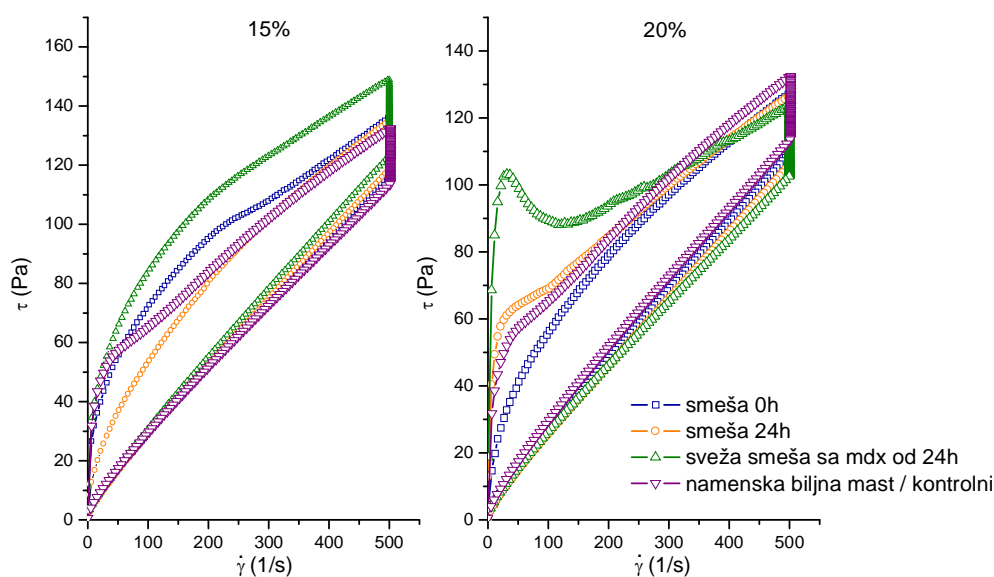
Slika 18. Krive proticanja smeše namenske biljne masti i 15% i 20% gela maltodekstrina *Glucidex 1*

Svi sistemi su pokazivali tiksotropno ponašanje sa vrednostima površine tiksotropnih petlji većim od vrednosti koje su karakterisale sisteme sa 10% gelima (Prilog 1). Najveću vrednost površine tiksotropne krive, a time i najjaču unutrašnju strukturu pokazivala je smeša pripravljena sa maltodekstrinskim gelom od 24 h. Maltodekstrinski gel, koji se formirao u potpunosti pre pripreme smeše, homogenizovan je sa masti što je imalo za posledicu da su se fragmenti tako formiranog maltodekstrinskog gela inkorporirali između agregata masti utičući na jačanje unutrašnje strukture sistema. Koncentracija maltodekstrinskog gela koja u slučaju ugradnje 20% gela, zapravo čini 2% maltodekstrina na ukupnu masu smeše, nije bila dovoljna da maltodekstrinski gel bude nosilac strukture sistema, ali je znatno doprinela jačanju iste. Krive dobijene merenjem sveže smeše i smeše nakon 24 h bile su sličnih karakteristika, mnogo manjih površina tiksotropnih petlji u odnosu na smešu sa maltodekstrinom od 24 h jer maltodekstrinski gel nije mogao da se formira u

potpunosti ugradnjom u matriks masti pre njegovog želiranja. U slučaju smeša sa 20% gelom, nakon 24 h uočava se pik karakterističan za razrušavanje strukture pri brzini smicanja $\dot{\gamma} = 46,6 \text{ s}^{-1}$ za koji su odgovorne vodonične veze formiranog maltodekstrinskog gela.

Smeše sa 15 i 20% rastvorom/gelom maltodekstrina *Glucidex 1* su kao i prethodne ispitivane smeše imale prinosni napon i stoga su ispitivane njihove viskoelastične osobine (Mahaut i sar., 2008). Utvrđeno je da su kod smeše sa 15 i 20% rastvorom/gelom maltodekstrina *Glucidex 1* najizraženije elastične osobine imali sistemi sa maltodekstrinom koji je stajao 24 h i strukturirao u potpunosti, a potom je ugrađen u matriks masti doprinoseći jačanju strukture. Izmerene vrednosti parametra $\tan\delta$ smeša pripremanih sa gelima maltodekstrina koji su prethodno stajali 24 h su iznosile 0,35 za smeše sa 15% gelom maltodekstrina i 0,22 za smeše sa 20% maltodekstrinskim gelom. Vrednosti parametra $\tan\delta$ su za sveže pripremljene smeše sa 15 i 20% rastvorom/gelom maltodekstrina iznosile 0,43 i 0,56 dok su za iste smeše merene nakon 24 h vrednosti parametra $\tan\delta$ bile 0,40 i 0,58.

Krive proticanja smeša namenske biljne masti i 15% rastvora/gela maltodekstrina 01970 kao i krive proticanja sistema sa 20% gelom prikazani su na Slici 19.

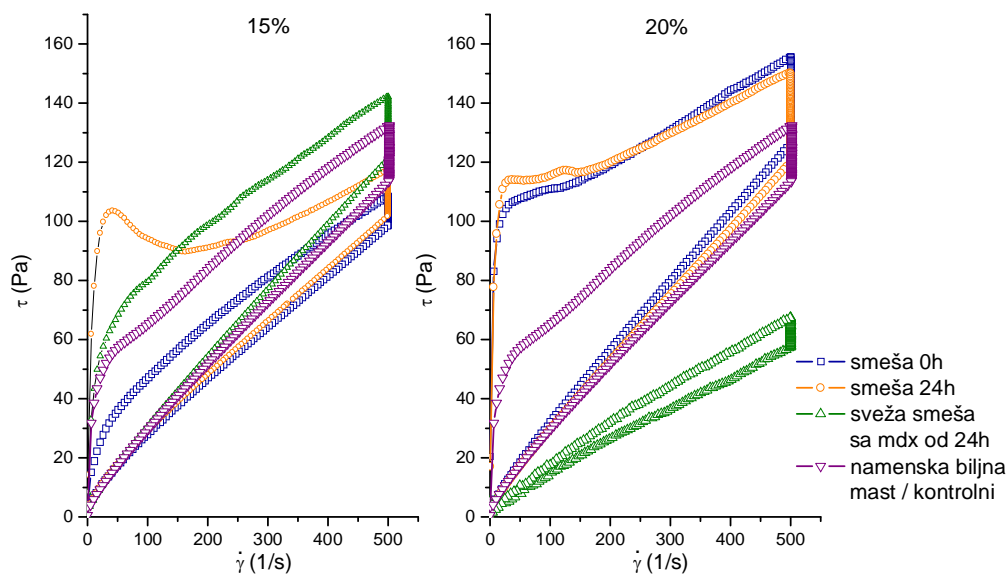


Slika 19. Krive proticanja smeše masti i 20% rastvora/gela maltodekstrina 01970

Najveću površinu tiksotropne petlje kod oba sistema (i sa 15% i sa 20% gelom) imala je smeša pripremana sa maltodekstrinskim gelom koji je pre pripreme stajao 24h, sa razlikom sa je sistem sa ugrađenim 20% gelom imao pik karakterističan za razrušavanje strukture. Postojanje pika nakon koga sledi razrušavanje strukture je posledica brojnih veza različite jačine, prvenstveno veza unutar maltodekstrinskog gela. Smeša koja je stajala 24 h imala je manju površinu petlje od prethodne i ne tako izražen pik, dok je površina petlje sveže smeše, uz odsustvo pika, bila najmanja. Kod smeše pripremane sa maltodekstrinom koji je stajao 24h, maltodekstrinski gel se formirao u potpunosti da bi se tokom pripreme homogenizovanjem sa masti njegovi fragmenti inkorporirali u matriks masti čineći zajedno sa kristalima biljne masti sistem složene unutrašnje strukture. Kod smeše nakon 24 h maltodekstrinski gel nije uspeo da se formira u potpunosti jer je prethodno bio ugrađen u matriks masti koja je to onemogućavala u celosti. Kod sveže pripremane smeše maltodekstrinski gel nije stigao da se formira te je za nastalu strukturu odgovorna biljna mast sa svojim kristalnim agregatima (Hadnađev, 2009).

Ispitivanjem viskoelastičnih osobina utvrđeno je da su smeše pripremane sa 15 i 20% gelima maltodekstrina koji su prethodno stajali 24 h karakterisane najizraženijim elastičnim osobinama sa vrednošću $\tan\delta$ od 0,42 da bi smeša pripremana sa 15% rastvorom/gelom maltodekstrina 01970 nakon pripreme i nakon 24 h imala vrednosti $\tan\delta$ od 0,43 i 0,60, dok su vrednosti parametra $\tan\delta$ za smeše pripremane sa 20% rastvorom/gelom maltodesktrina 01970 iznosile 0,54 za sveže smeše i 0,43 za smeše merene nakon 24h.

Krive proticanja smeše namenske biljne masti i 15% i 20% gela maltodekstrina *N-Lite D* i prikazane su na Slici 20. Kod sistema sa 15% gelom najveću površinu tiksotropne petlje i pik karakterističan za razrušavanje unutrašnje strukture imao je sistem nakon 24 h usled strukturacije maltodekstrinskog gela. Smeša pripremana sa gelom koji je stajao 24 h je imala velike vrednosti površina petlji, najslabije vrednostima i obliku krive namenske biljne masti (Prilog 1), ali bez pika karakterističnog za razrušavanje unutrašnje strukture, jer se tokom pripreme smeše maltodekstrinski gel delimično razorio. Sveža smeša je posedovala najslabiju unutrašnju strukturu, verovatno usled dejstva homogenizovanja i slabe strukture maltodekstrinskog gela u isto vreme.



Slika 20. Krive proticanja smeše namenske biljne masti i 15% i 20% gela maltodekstrina *N-Lite D*

Kod smeša sa 20% gelom maltodekstrina nisu uočene bitnije razlike kako u obliku i vrednosti površina tiksotropnih petlji, tako i u promeni napona smicanja smeša maltodekstrin-namenska mast odmah nakon pripreme i posle 24 h stajanja. Razlog ovome je trenutna strukturacija maltodekstrinskog gela. Najveću površinu krive je imala smeša nakon 24 h, dok je neznatno niže vrednosti imala sveža smeša.

Izračunate vrednosti $\tan\delta$ su za sve smeše pripremane sa 15% gelima maltodekstrina *N-Lite D* iznosile oko 0,66 dok su za smeše pripremane sa 20% gelima maltodekstrina *N-Lite D* takođe sve iznosile oko 0,71 bez obzira na način pripreme smeša.

5.3 Reološke i teksturne osobine smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina 01970 i *N-Lite D* pripremane za dodatak masnom punjenju

Smeše maltodekstrinskih gela i namenske biljne masti kao komponente masne faze za formiranje finalnog punjenja su pripremane, kao što je već prethodno objašnjeno, prema šemi prikazanoj na Slici 4. Sve smeše su pripremane sa 15% i 20% maltodekstrinskim gelima koji su prethodno stajali 24 h s obzirom da je takav postupak pripreme davao gele koji su po reološkom ponašanju bili najsličniji mastima, što je

detaljno i prikazano u poglavlju 5.2. Pripremljeni maltodekstrinski geli su homogenizovani sa namenskom biljnom masti u tri odnosa: 16,7% gela maltodekstrina i 83,3% namenske biljne masti; 33,3% gela maltodekstrina i 66,7% namenske biljne masti kao i smeša maltodekstrinskih gela i namenske biljne masti u jednakim odnosima. Sastav smeša namenske biljne masti/gel maltodekstrina u zavisnosti od odnosa količine maltodekstrin/voda i smanjenje energetske vrednosti u odnosu na čistu namensku mast (3800 kJ/100g) prikazani su u Tabeli 5.

Tabela 5. Sastav smeša namenska biljna mast/gel maltodekstrina

<i>Količina gela maltodekstrina u smeši (%)</i>	<i>Koncentracija gela maltodekstrina (%)</i>	<i>Maltodekstrin (%)</i>	<i>Voda (%)</i>	<i>Mast (%)</i>	<i>Smanjenje energetske vrednosti (kJ/100g)</i>
0	0	0	0	100	0
16,7	15	2,5	14,2	83,3	592,8
	20	3,3	13,4	83,3	578,3
33,3	15	5	28,3	66,7	1181,9
	20	6,7	26,6	66,7	1153,5
50	15	7,5	42,5	50	1774,7
	20	10	40	50	1733

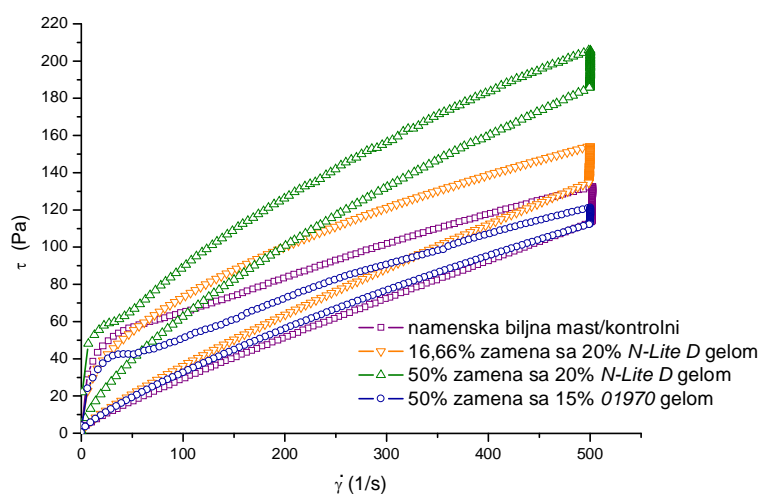
Iz Tabele 5 može se zaključiti da je mast u smeši sa maltodekstrinskim gelom zamenjena malim procentom maltodekstrina (2,5 – 10%), a velikim delom vode (13,4 – 42,5%) što značajno utiče na smanjenje energetske vrednosti ispitivanih smeša.

Smeša koju bi činila namenska biljna mast i 15% gel maltodekstrina *N-Lite D* u jednakim odnosima nije bila ispitivana usled nemogućnosti pripreme smeše namenske biljne masti i tog gela u odnosu 1:1 bez njegovog razrušavanja. Naime, prilikom pokušaja pripreme smeše namenske biljne masti i 15% gela maltodekstrina *N-Lite D* u odnosu 1:1 došlo je do pojave separacije faza. Struktura 15% gela maltodekstrina se prilikom homogenizovanja razrušila pri čemu se masna faza u vidu sitnih kapljica emulgovala u razrušeni gel maltodekstrina gradeći tečnu fazu emulzije dok je drugi deo masne faze ostao nehomogenizovan. Stoga i rezultati za pomenutu smešu nedostaju.

5.3.1. Reološke karakteristike masne faze za formiranje finalnog masnog punjenja

Kao što je već ranije rečeno, namenska biljna mast je pokazivala tiksotropno ponašanje. Na 30 °C korišćena namenska biljna mast se nalazila u fazi topljenja (omekšanja). To je imalo uticaj na formiranje strukture koju čini smeša tečne masti u koju su uklopljeni omekušani kristali masti slične unutrašnjim strukturama gel sistema. Usled sposobnosti maltodekstrina da grade termoreverzibilne gele (Cho i Prosky, 1999), njihovo prisustvo u smešama sa namenskom biljnom masti nije menjalo tip proticanja koji je ostao tiksotropan.

Na osnovu izgleda krivih prikazanih na Slici 21 (Hadnađev i sar., 2011b), primećuje se da su smeše masti i maltodekstrinskih gela zadržale tok sličan onome kojem su imale i smeše namenske biljne masti i maltodekstrinskih gela pripremane u odnosu 9:1 (Slika 19 i 20). Naime, na svim krivama uočava se postojanje karakterističnog pika koji se može povezati sa razrušavanjem strukture maltodekstrinskih gela i kristalnih agregata masti.



Slika 21. Krive proticanja namenske biljne masti i smeša sa smanjenim sadržajem masti pripremane sa različitim količinama, koncentracijama i vrstama maltodekstrinskog gela

Takođe je ovaj pik rastao sa porastom količine maltodekstrinskih gela i bio je izraženiji za smeše pripremane sa O1970 maltodekstrinskim gelom nego za smeše sa gelima maltodekstrina N-Lite D. Pored toga, nepravilan izgled uzlazne krive takođe može biti i posledica nehomogenosti unutar sistema (Đaković, 1979). Stoga se može zaključiti da su smeše koje čini namenska biljna mast i gel maltodekstrina

mikroheterogene. Ove mikroheterogenosti su bile uzrokovane razlikama između jačine maltodekstrinskih gel struktura u odnosu na strukturu kristala masti i njihovih agregata što je uticalo na izraženiji fenomen karakterističnog pika. Mikroheterogeni karakter tzv. „niskomasnih“ (low-fat) namaza je već ranije uočen (Chronakis, 1998). Osobine tog mikroheterogenog dvofaznog sistema su uglavnom bile uslovljene osobinama maltodekstrinske faze (Tabela 6).

Tabela 6. Parametri krivih proticanja namenske biljne masti i smeša koje sadrže različite tipove, količine i koncentracije maltodekstrinskih gela^a

Zamena masti (%)	Površina tiksotropne petlje, A (Pa/s)	Prividni viskozitet ^(b) , η (Pas)
0	15150 ^{ab}	0,2648 ^{ef}
16,7%		
15% 01970	13737 ^{abc}	0,2700 ^{ef}
20% 01970	11987 ^{bc}	0,2970 ^{de}
15% N-Lite D	13481 ^{abc}	0,3038 ^{cde}
20% N-Lite D	15563 ^a	0,3084 ^{cde}
33,3%		
15% 01970	10546 ^{cd}	0,2990 ^{de}
20% 01970	11936 ^{bc}	0,3188 ^{cd}
15% N-Lite D	12500 ^{abc}	0,3478 ^{bc}
20% N-Lite D	13551 ^{abc}	0,3302 ^{cd}
50%		
15% 01970	7720 ^{de}	0,2424 ^f
20% 01970	6601 ^e	0,3894 ^{ab}
15% N-Lite D	/	/
20% N-Lite D	12605 ^{abc}	0,4110 ^a

(a) Vrednosti u koloni označene istim slovom nisu statistički međusobno različite ($P > 0,05$).

(b) Prividni viskozitet je meren na brzini smicanja od 500 s^{-1}

Kao što se vidi iz Tabele 6 (Hadnađev i sar., 2011b), koncentracija obe vrste maltodekstrinskih gela nije imala značajnog uticaja ($P > 0,05$) na viskozitet, kao ni na tiksotropno ponašanje ispitivanih sistema. Međutim, kao što se i očekivalo, povećavanje količine maltodekstrinskog gela je značajno uticalo na reološko ponašanje smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina.

Pri nižim iznosima zamene masti dodatak maltodekstrinskih gela nije značajno uticao na histerezisnu krivu i viskozitet namenske biljne masti. Značajan pad iznosa tiksotropnosti uočava se samo za sisteme sa 33,33% i 50% zamene masti sa gelom maltodekstrina 01970, ali ne i za smeše pripremane sa *N-Lite D* maltodekstrinskim gelom. Nasuprot tome, porast viskoziteta je značajan samo za smeše pri 33,33% i 50% zamene masti uz upotrebu *N-Lite D* gela maltodekstrina i za smeše pripremane sa 20% gelom 01970 maltodekstrina pri istim iznosima zamene masti.

Ovaj fenomen je verovatno povezan sa prirodom vodoničnih veza u maltodekstrinskoj gel fazi. Maltodekstrinska faza takođe sadrži i kristalne zone, koje prema Steeneken-u i Woortman-u (2009) poseduju više temperature topljenja (35-80 °C za maltodekstrine dobijene iz krompirovog skroba) nego kristali masne faze (30-32 °C) tako da se pri uslovima merenja krivih proticanja (30 °C) čini da su veze u maltodekstrinskoj fazi jače. To ima za posledicu da se hidratizane i kristalizovane čestice maltodekstrina ponašaju kao čvrsti punioci u kontinualnom matriksu kristala masti. To se ogleda u višim viskozitetima u smešama sa ugrađenim česticama maltodekstrinskih gela pri višim iznosima zamene masti. Stoga su jedino sistemi koji sadrže manje količine maltodekstrinskih gela (16,7%) mogli u isto vreme da simuliraju i tiksotropno ponašanje i viskozitet namenske biljne masti.

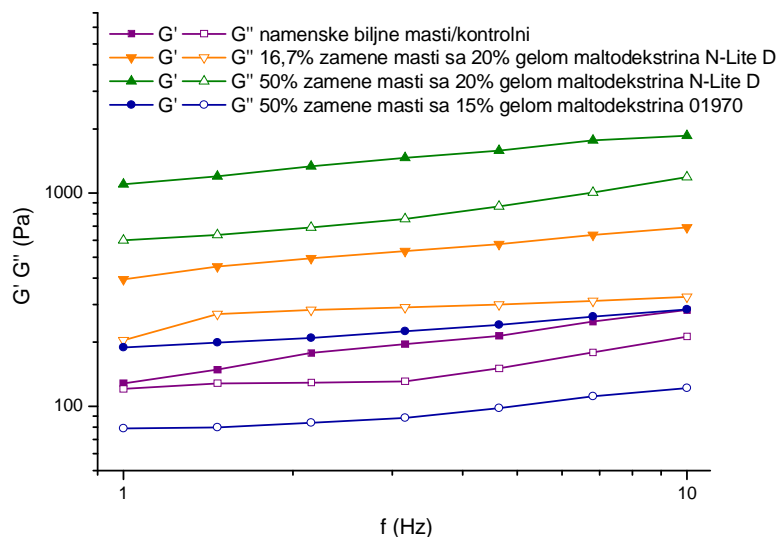
Vrsta korišćenog maltodekstrina takođe je imala veliki uticaj na reološke osobine ispitivanih sistema. Smeše pripremane sa *N-Lite D* maltodekstrinskim gelom su čak i pri 50% zamene masti očuvale svoje tiksotropno ponašanje dok je iznos strukturnog razrušavanja umanjen dva puta pri 50% zameni masti uz upotrebu 01970 maltodekstrinskog gela. Međutim, prema rezultatima ANOVA testa, prisustvo *N-Lite D* maltodekstrinskog gela u smeši sa namenskom biljnom masti je značajno uticalo na povišenje viskoziteta ispitivanih sistema ($P < 0,05$) dok dodatak 01970 gela maltodekstrina nije uticao na viskozitet smeša čak ni pri 50% zameni masti sa 15% gelom.

Prethodni rezultati ukazuju da su osobine maltodekstrinske faze odgovorne za ponašanje čitavog sistema namenska biljna mast/gel maltodekstrina. Maltodekstrin *N-Lite D* je dobijen blagom hidrolizom α (1-6) glukozidnih veza voskastog kukuruzog skroba i naknadnom derivatizacijom, okarakterisan je nižom DE vrednošću ($DE = 2$), što ukazuje da se sastoji od veće količine saharida velikih molekulskih masa (Wang i Wang, 2000) u odnosu na maltodekstrin 01970. Stoga 15% geli maltodekstrina *N-Lite D*

poseduju veća strukturna razrušavanja i viskozitetu od 15% gela maltodekstrina 01970, što je i prikazano u poglavlju 5.2 i od strane Hadnađev i sar. (2009).

5.3.2. Dinamička oscilatorna merenja. Viskoelastičnost sistema

Pri dinamičkim oscilatornim merenjima izvedenim na 30 °C kada su ispitivani sistemi bili u polučvrstom stanju, svi uzorci su pokazivali viskoelastično ponašanje sa izraženijim elastičnim (G') u odnosu na viskozni moduo (G''). Oba modula, i elastični i viskozni, su bili zavisni od primenjene frekvencije i rasli su sa porastom iste što je inače karakteristika slabih gela (Clark i Ross-Murphy, 1987) (Slika 22).



Slika 22. Viskoelastične osobine namenske biljne masti i smeša sa smanjenim sadržajem masti pripremane sa različitim količinama, koncentracijama i vrstama maltodekstrinskog gela

Vrednosti elastičnih i viskoznih modula merene na 10 Hz su sumarno prikazane u Tabeli 7 (Hadnađev i sar., 2011b). Generalno je dodatak maltodekstrinskih gela dovodio do povećanja elastičnih modula ispitivanih sistema. Izražene elastične osobine kod niskomasnih (low-fat) namaza su i primećene i kod drugih sistema (Chronakis i Kasapis, 1995).

Tabela 7. Dinamički moduli namenske biljne masti i sistema redukovanih sadržaja masti koji sadrže različite tipove, koncentraciju i količinu maltodekstrina^(a)

Vrsta maltodekstrina ^(b)	Zamena masti (%)	Elastični moduo ^(c) , G' (Pa)	Viskozni moduo ^(c) , G'' (Pa)
Bez MD/kontrolni	0	250 ^a	212 ^{cd}
01970	16,7	493 ^c	267 ^e
		309 ^{ab}	190 ^{bc}
N-Lite D		399 ^{bc}	234 ^{de}
		690 ^d	326 ^f
01970	33,3	294 ^a	156 ^{ab}
		294 ^a	179 ^{bc}
N-Lite D		651 ^d	378 ^g
		673 ^d	338 ^f
01970	50,0	285 ^a	122 ^a
		462 ^c	195 ^c
N-Lite D		-	-
		1857 ^e	1190 ^h

(a) Vrednosti u koloni označene istim slovom nisu statistički međusobno različite ($P > 0,05$).

(b) MD – maltodekstrin,

(c) Dinamički moduli su mereni na frekvenciji od 10 Hz

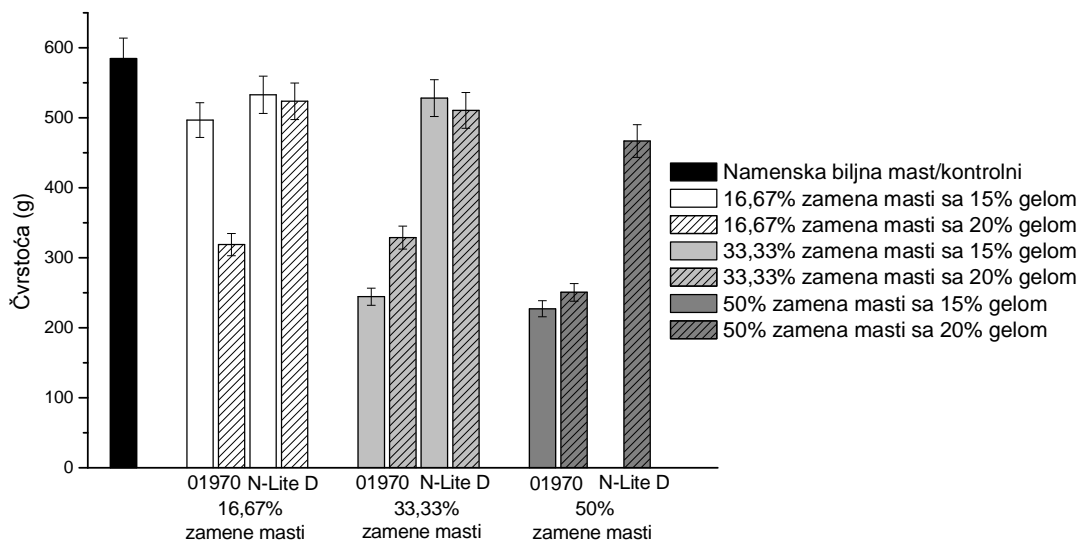
Međutim, za razliku od smeša pripremanih sa gelom maltodekstrina *N-Lite D*, porast modula elastičnosti pri povećanju količine gela maltodekstrina *01970* je bio skroman pa čak i u nekim slučajevima statistički neznačajan. Znatno više vrednosti modula elastičnosti smeša pripremanih sa maltodekstrinom *N-Lite D* u odnosu na smeše sa gelom maltodekstrina *01970* ($P < 0,05$) su verovatno posledica načina dobijanja maltodekstrina *N-Lite D* što je detaljno objašnjeno u poglavlju 5.2.2. Pretpostavlja se da je umrežavanje blago hidrolizovanih amilopektinskih lanaca i stoga veća prosečna dužina lanaca nastale saharidne smeše ($DE = 2$) uticalo na izraženiju sposobnost formiranja gela maltodekstrina *N-Lite D* u odnosu na *01970* maltodekstrin. Saharidi dužih lanaca utiču na kristaličnost maltodekstrina što za rezultat ima izgradnju čvršće maltodekstrinske faze. Takođe se primećuje da je odnos G''/G' ($\tan\delta$), koji za kontrolni uzorak (namensku biljnu mast) iznosi 0,85 mereno na 10 Hz, za smeše koje sadrže maltodekstrinske gele značajno niži (cca 0,42-0,64). Ovo ukazuje da smeše

pripremane sa gelima maltodekstrina imaju izraženije osobine čvrstog tela u odnosu na biljnu mast što je u skladu sa višim temperaturama topljenja maltodekstrinske faze. (Steeneken i Woortman, 2009). Pojava viših vrednosti modula elastičnosti u odnosu na module viskoznosti za *N-Lite D* maltodekstrinske gele u odnosu na gele maltodekstrina 01970 je već prikazana u poglavlju 5.2, kao i u ranijim istraživanjima (Hadnađev i sar, 2009).

5.3.3. Teksturane osobine

Čvrstoća predstavlja jedan od najvažnijih parametara u posmatranju teksturnih osobina ispitivanih sistema. Utvrđeno je da je čvrstoća u vrlo dobroj korelaciji sa mazivosti – karakteristikom koja je vrlo bitna za veliku grupu proizvoda, npr. namaze (The TA.XTPlus Texture Analyser 2004).

Dobijene teksturne osobine namenske biljne masti i smeša masti i maltodekstrina različitih vrsta, koncentracije i količine prikazane su na Slici 23 (Hadnađev i sar., 2011b), a rezultati čvrstoće ispitivanih sistema su predstavljeni kao maksimalna sila u gramima.



Slika 23. Vrednosti čvrstoće namenske biljne masti i smeša sa smanjenim sadržajem masti pripremane sa različitim količinama, koncentracijama i vrstama maltodekstrinskog gela

Povećanje količine gela maltodekstrina u smešama sa namenskom biljnom masti rezultovalo je smanjivanjem čvrstoće ispitivanih sistema. Dobijeni rezultati su u

skladu sa istraživanjima drugih autora koji su ispitivali uticaj maltodekstrina na teksturne osobine proizvoda sa smanjenim sadržajem masti (Crehan i sar., 2000; Zoulias i sar., 2002b; Karaca i sar., 2009).

Smeše pripremane sa gelom maltodekstrina 01970 su imale niže vrednosti čvrstoće u poređenju sa smešama sa *N-Lite D* maltodekstrinskim gelom. Niža vrednost čvrstoće smeša sa maltodekstrinom 01970 ukazuje da je kontinualna rešetka masti isprekidana dispergovanom hidratisanom 01970 maltodekstrinskom fazom. Kod smeša sa *N-Lite D* maltodekstrinom čvrstoća je mnogo manje bila podložna uticajima što ukazuje na bolje interakcije između masti i *N-Lite D* maltodekstrinske faze. Naime, prema ANOVA analizi, smeše pripremane sa 15% i 20% gelima maltodekstrina *N-Lite D* u količini od 16,7% i 33,3% imale su statistički neznačajne razlike vrednosti čvrstoće u odnosu na čvrstoću namenske biljne masti ($P > 0,05$) što ukazuje da su ove smeše optimalne za oponašanje teksturnih osobina korišćene biljne masti.

Poređenjem rezultata merenja teksturnih osobina (Slika 23) sa rezultatima reoloških merenja (Slika 21, Tabela 6) može se zaključiti da su uzorci koji su pokazivali slabije strukturno razrušavanje bili okarakterisani nižim vrednostima čvrstoće. Zapravo ove vrednosti bile su u dobroj korelaciji ($P = 0,0002$).

Na osnovu dobijenih rezultata može se pretpostaviti da su uslovi pripreme smeša i uticaj pripreme na nehomogenost istih, kao i kompatibilnost i inkompatibilnost između gela maltodekstrina i masne faze veoma važni faktori za ponašanje dobijenih sistema.

5.4. MASNA PUNJENJA

Prethodno pripremane i analizirane smeše namenske biljne masti i gela maltodekstrina su nakon toga dodavane u količini od 9,6% u industrijski proizvedeno masno punjenje sa 22,4% biljne masti kako bi se dobio finalni proizvod sa 32% namenske biljne masti. Inkorporacijom pomenutih smeša u masna punjenja sa smanjenim sadržajem masti izvršena je redukcija masti u iznosu od 5, 10 i 15% (računato na sadržaj namenske biljne masti u masnom punjenju). Detaljniji prikaz načina pripreme se nalazi na Slici 4.

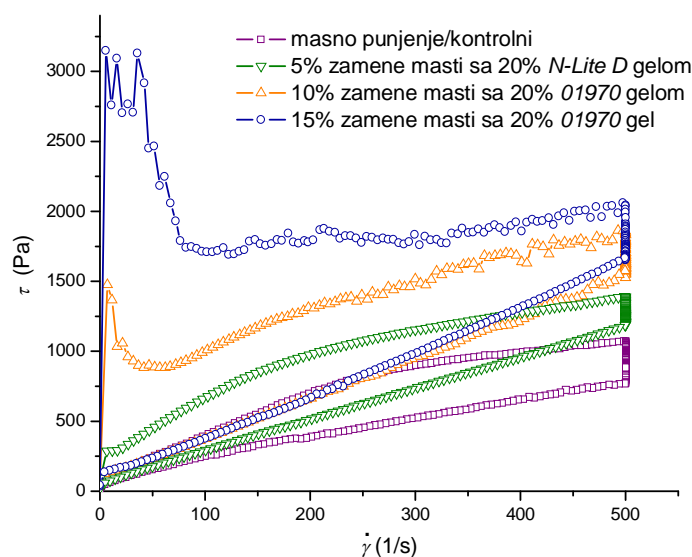
Uticaj zamene dela masne faze maltodekstrinskim gelima ispitan je praćenjem reoloških, teksturnih i senzorskih osobina kao i boje finalnog proizvoda – masnog punjenja. Smanjenje energetske vrednosti masne faze krajnjeg proizvoda prikazano je u Tabeli 8:

Tabela 8. Smanjenje energetske vrednosti masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti (računato na masu masti u 100 masnog punjenja)

<i>Zamena masti (% računato na masu namenske biljne masti u punjenju)</i>	<i>Koncentracija gela maltodekstrina (%)</i>	<i>Smanjenje energetske vrednosti (kJ/100g)</i>
5	15	56,8
	20	55,5
10	15	113,6
	20	110,9
15	15	170,4
	20	166,4

5.4.1. Reološke karakteristike finalnog masnog punjenja

Na Slici 24 prikazane su neke od krivih proticanja masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti kao i kontrolnog masnog punjenja.



Slika 24. Krive proticanja kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa smanjenim sadržajem masti

Kao što se može videti na Slici 24, svi sistemi su pokazivali tiksotropno ponašanje sa relativno velikim površinama tiksotropnih petlji. Uzrok tome je bila kompleksnost sistema koji je predstavljao polidisperznu suspenziju čestica šećera, kakaa, mleka u prahu i dr. u kontinualnoj masnoj fazi koja je delimično bila zamenjena dispergovanom maltodekstrinskom gel fazom.

Na osnovu izgleda krivih proticanja (Slika 24) i na osnovu vrednosti površina tiksotropnih petlji (Tabela 9) uočava se da masna punjenja sa redukovanim sadržajem masti poseduju značajno izraženiju unutrašnju strukturu u odnosu na kontrolni uzorak. Generalno, zamena dela masne faze makromolekularnom komponentom dovela je do porasta tiksotropnosti i vrednosti prividnog viskoziteta ispitivanih sistema. Pored toga, krive proticanja masnih punjenja sa redukcijom masti većom od 5% okarakterisane su postojanjem pika na uzlaznim krivama pri brzinama smicanja manjim od 50 s^{-1} . Ovaj efekat je izraženiji za sisteme sa većom redukcijom masti odnosno sa većom količinom maltodekstrinskih gela. Pojava pika pri nižim brzinama smicanja kod uzoraka kod kojih je deo masti bio zamenjivan maltodekstrinskom fazom primećena je i od strane Perrechil i sar. (2010) u slučaju niskoenergetskih salatnih preliva. Porastom zamene dela masne faze maltodekstrinskim gelima u masnim punjenjima bez obzira na tip maltodekstrina rezultiralo je porastom tiksotropnosti sistema kao i vrednosti prividnog viskoziteta (Tabela 9). Razlog za to takvo ponašanje se može pripisati kompleksnim

interakcijama između komponenti masnog punjenja i maltodekstrinskog gela. Pored toga, razlog za ovakvo ponašanje može biti i voda koja se nalazi u gelu maltodekstrina.

Tabela 9. Parametri krivih proticanja kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa smanjenim sadržajem masti koja sadrže različite tipove, količine i koncentracije maltodekstrinskih gela^a

Zamena masti (%)	Površina tiksotropne petlje, A (Pa/s)	Prividni viskozitet ^(b) , η (Pas)
0	137685 ^a	3,99 ^a
5		
15% 01970	258365 ^d	8,89 ^{cd}
20% 01970	204585 ^c	7,10 ^c
15% N-Lite D	143093 ^{ab}	6,68 ^b
20% N-Lite D	178134 ^b	5,53 ^b
10		
15% 01970	485625 ^g	15,91 ^g
20% 01970	284777 ^d	10,04 ^e
15% N-Lite D	408706 ^f	12,74 ^f
20% N-Lite D	432425 ^f	9,65 ^{de}
15		
15% 01970	738296 ^h	36,24 ^h
20% 01970	452787 ^g	15,71 ^g
15% N-Lite D	-	-
20% N-Lite D	357768 ^e	10,35 ^{ef}

(^a) Vrednosti u koloni označene istim slovom nisu statistički međusobno različite (P > 0,05).

(^b) Prividni viskozitet je meren na brzini smicanja od 500 s⁻¹

Poznato je da povećan sadržaj vode negativno utiče na povećanje viskoziteta čokolade i čokoladnih sistema (Beckett, 2008). Pored toga, mast značajno utiče na viskozitet i prinosni napon ovih sistema. Čokoladna masna punjenja sadrže veliku količinu hidrofilnih / lipofobnih čestica šećera koje se ne rastvaraju. Stoga je uloga masti da obavlja kristale šećera čime se smanjuje trenje između kristala, a dobijaju se željene osobine proticanja. Prema Beckett-u i saradnicima (2010) dodatak vode u čokoladne sisteme dovodi do brzog formiranja aglomerata koji značajno utiču na povećanje viskoziteta usled interakcija između hidrofilnih površina čestica kristala

šećera i dodate vode. Dobijeni proizvod ima povećan viskozitet, praktično je nemoguće manipulirati njime dajući grubozrnastu teksturu proizvodu i osećaj peskovitosti prilikom konzumiranja. Međutim, ovaj problem se može znatno minimizovati ugradnjom vode u obliku V/U emulzija kao i dodatkom hidrokoloida koji u pripremi sa vodom, stabilizujući je grade gele koji oponašaju osobine masti (http://www.ifnh.ethz.ch/vt/research/former_phds/DH/index).

Pripremom maltodekstrinskih gela i njihovim želiranjem je voda stabilizovana i dobijeni gel je nakon toga homogenizovan sa namenskom biljnom masti primenom homogenizera kojim se dobijaju disperzni sistemi maltodekstrinskih gela u masnoj kristalnoj fazi čime je praktično izbegavan prethodno napomenuti direktni uticaj vode na ispitivane sisteme.

Masna punjenja u kojima se nalazio 15% maltodekstrinski gel 01970 su imala veće površine histerezisnih krivi u odnosu na iste količine 20% gela maltodekstrina 01970. Razlog tome može biti izraženija sposobnost gradnje gela od strane 20% u odnosu na 15% gel maltodekstrina 01970. Dakle u slučaju koncentrovanijih gela manja je količina vode koja bi mogla da utiče na povećanje viskoziteta. Takođe i priprema smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina kao i priprema masnih punjenja imale su uticaja na razrušavanje maltodekstrinskih gela tako da 15% gel maltodekstrina 01970 nije bio dovoljno jak da u potpunosti izdrži primenjene sile mešanja što je dovelo do njegovog delimičnog razrušavanja pri tome ostavljajući veliki broj slobodnih veza koje dalje mogu da stupe u interakcije sa ostalim komponentama masnog punjenja.

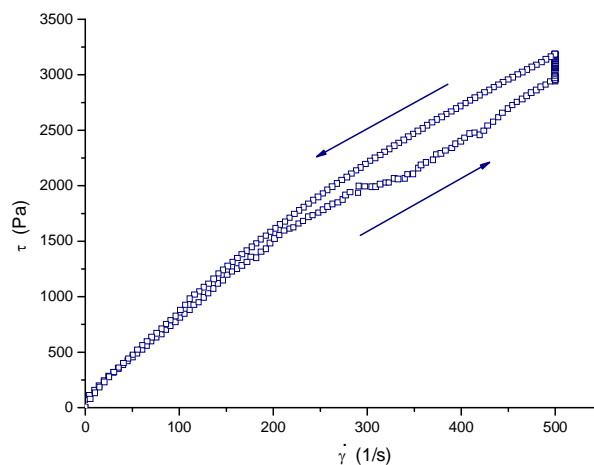
Masna punjenja kod kojih je ista količina masne faze zamenjena različitim koncentracijama gela maltodekstrina *N-Lite D* se nisu međusobno značajno razlikovale. Razlog tome može biti što maltodekstrin *N-Lite D* pri koncentraciji od 15% gradi gele koji imaju veću stabilizaciju vodene faze u odnosu na 15% gele maltodekstrina 01970 i koji su pri tome dovoljne jačine da bi se izbegli prethodno navedeni efekti.

Posmatrajući Sliku 24 može se primetiti da sistem sa 15% zamene masti poseduje izraženije razrušavanje strukture u odnosu na 10% i 5% zamene usled, kao što je već rečeno, smanjenog sadržaja masti koje je rezultovalo povećanjem trenja između prisutnih čestica koje takođe može biti posledica većeg sadržaja vode, kao i usled brojnih veza koje se nalaze u maltodekstrinskom gelu.

Rezultati 15% zamene masti uz upotrebu *N-Lite D* maltodekstrina koncentracije 15% nedostaju usled nemogućnosti pripreme smeše namenske biljne masti i tog

maltodekstrinskog gela u odnosu 1:1 bez njegovog razrušavanja, što je već rečeno u poglavlju 5.3.

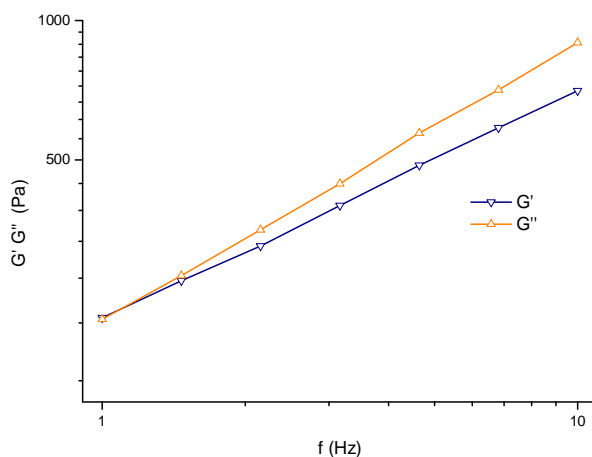
Pored priprema masnih punjenja sa 5%, 10% i 15% zamene masne faze pokušano je da se zameni i 30% masti što je rezultovalo formiranjem tzv. „ganache“ proizvoda koji se obično koriste kao kratko održiva punjenja za „truffle“ ili za prelive u konditorskoj industriji. Takvi proizvodi su često lepljivi, manje čvrsti i imaju promenjene senzorske osobine. „Ganache“ je termin za čokoladne i slične konditorske proizvode kod kojih je došlo do inverzije faza (Beckett i sar., 2010; Traitler, i sar., 2000). Kriva proticanja dobijenog masnog punjenja kod kojeg je došlo do inverzije faza (formiranja emulzije ulje u vodi) prikazana je na Slici 25.



Slika 25. Kriva proticanja masnog punjenja sa 30% zamene masti sa 20% *N-Lite D* maltodekstrinskim gelom

Na osnovu dobijene krive vidi se su da ovi sistemi posedovali reopektično ponašanje koje karakteriše formiranje strukture u smicajnom gradijentu.

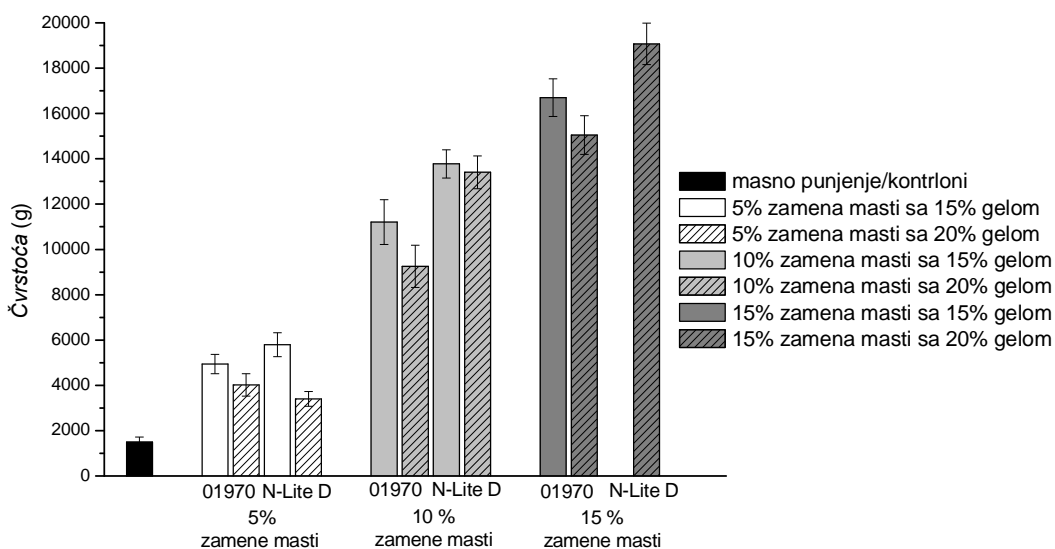
Dinamičkim oscilatornim merenjem je utvrđeno da ove sistem karakterišu viši moduli viskoznosti u odnosu na elastične module u celom opsegu primenjenih frekvencije kao i konstantno povećavanje oba modula, a posebno modula viskoznosti sa povećanjem frekvencije (Slika 26).



Slika 26. Viskoelastične osobine masnog punjenja sa 30% zamene masti sa 20% *N-Lite D* maltodekstrinskim gelom

5.4.2. Teksturane osobine

Posmatrajući Sliku 27 primećuje se da kontrolno masno punjenje ima najmanje izmerenu vrednost čvrstoće u odnosu na ostale sisteme kao i da povećavanje količine maltodekstrinskih gela u ispitivanim sistemima odnosno povećanjem redukcije masti, raste i čvrstoća masnih punjenja koja je inače u dobroj korelaciji sa mazivosti datog proizvoda.



Slika 27. Vrednosti čvrstoće kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa smanjenim sadržajem masti

Pored uticaja povećanja količine gela maltodekstrina, primećen je i uticaj koncentracije korišćenog gela. Tako su i u slučaju merenja čvrstoće pri istom iznosu zamene masti bez obzira na tip maltodekstrina sistemi sa 20% maltodekstrinskim gelima imali manje čvrstoće, a samim tim bolje osobine mazivosti u odnosu na iste sisteme sa 15% gelima maltodekstrina.

Poređenjem rezultata teksturnih karakteristika - ispitivanje čvrstoće (Slika 27) i reoloških ispitivanja iznosa tiksotropnosti (Slika 24 i Tabela 9) može se uočiti određena zavisnost. Naime, povećanjem udela gela maltodekstrina u ispitivanim sistemima odnosno smanjivanjem sadržaja masti rasle su i tiksotropnost i čvrstoća ispitivanih sistema, pri čemu je korelacija između ove dve osobine iznosila 0,80 ($P = 0,0018$).

5.4.3. Određivanje boje masnih punjenja

Boja pored teksture i ukusa predstavlja veoma važan segment inicijalne prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača. Rezultati ispitivanja boje (parametri L^* , a^* , b^*) kontrolnog i masnih punjenja kod kojih je deo masti zamenjen maltodekstrinskim gelima prikazani su u Tabeli 10. L^* predstavlja parametar boje kojim se meri svetloća uzorka i može da ima vrednosti od 0 (tamno, crno) do 100 (svetlo, belo). Parametar a^* predstavlja razliku između zelene ($-a^*$) i crvene ($+a^*$), a komponenta b^* predstavlja razliku između plave ($-b^*$) i žute nijanse ($+b^*$) (Gouveia i sar., 2007).

Posmatrajući parametar svetloće L^* uočava se da dodatak maltodekstrinskih gela značajno utiče ($P < 0,05$) na smanjivanje L^* vrednosti odnosno uzorci masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti su tamniji u odnosu na kontrolni. Istraživanja Prindiville-a i sar. (2000) o senzorskim karakteristikama sladoleda od čokolade sa smanjenim sadržajem masti su takođe pokazala da su formulacije sa zamenjivačima masti bile tamnije smeđe u odnosu na formulacije sa mlečnom masti i kakao maslacem. Dobijeni rezultati za L^* parametar su takođe u skladu sa istraživanjem Pietrasik-a (1999) koji je zaključio da je svetloća proizvoda direktno proporcionalna sadržaju masti. Naime, prema pomenutom istraživanju, povećanje sadržaja masti koja je inače bela doprinosi povećanju L^* vrednosti. Takođe, proizvod sa smanjenim sadržajem masti bio je tamniji usled smanjenja ukupnog rasipanja svetlosti koja je povezana sa osobinom rasipanja svetlosti masti. Sukcesivni porast udela obe vrste maltodekstrinskih gela utiče na postepeno smanjivanje L^* vrednosti tako da su razlike

parametara L^* između kontrolnog i uzoraka sa redukovanim sadržajem masti veće za sisteme kod kojih je izvršena veća zamena masne faze (Prilog 2, Tabela P.2.3). Vrsta i koncentracija maltodekstrinskih gela za određeni procenat zamene masne faze nema statistički značaj ($P > 0,05$) na promenu vrednosti parametra L^* .

Tabela 10. Parametri boje kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa smanjenim sadržajem masti pripremana sa različitim količinama, koncentracijama i vrstama maltodekstrinskog gela

Zamena masti (%)	L^*	a^*	b^*
0	36,1 ^e	13,2 ^a	15,3 ^e
5%			
15% 01970	34,8 ^d	13,9 ^b	15,3 ^e
20% 01970	35,2 ^d	13,8 ^b	15,4 ^e
15% N-Lite D	34,8 ^d	13,8 ^b	15,2 ^e
20% N-Lite D	35,1 ^d	13,9 ^b	15,4 ^e
10%			
15% 01970	32,8 ^b	14,3 ^{cd}	14,1 ^{cd}
20% 01970	33,2 ^{bc}	13,9 ^b	13,6 ^{ab}
15% N-Lite D	33,9 ^c	14,2 ^{bc}	14,6 ^d
20% N-Lite D	32,9 ^b	14,2 ^{bc}	13,9 ^{bc}
15%			
15% 01970	31,5 ^a	14,4 ^{cde}	13,2 ^a
20% 01970	31,6 ^a	14,7 ^e	13,9 ^{bc}
15% N-Lite D	/	/	/
20% N-Lite D	31,9 ^a	14,6 ^{de}	13,9 ^{bc}

(a) Vrednosti u koloni označene istim slovom nisu statistički međusobno različite ($P > 0,05$).

Takođe, sve vrednosti parametra a^* masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti se značajno razlikuju ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolni. Porastom količine maltodekstrinskih gela rastao je udeo crvene komponente dok se vrednost parametra a^* za većinu slučajeva pri istom stepenu redukcije nije međusobno značajno razlikovao ($P > 0,05$) u zavisnosti od koncentracije i vrste upotrebljenih maltodekstrinskih gela. Kao i u slučaju parametra L^* i kod parametra a^* je sa porastom

količine maltodekstrinskih gela rasla i razlika između vrednosti parametara a^* kontrolnog i masnih punjenja sa redukovanim sadržajem masti.

Za razliku od prethodno pomenutih parametara, vrednost parametra b^* se nije značajno menjala pri zameni 5% masne faze bez obzira na vrstu i koncentraciju maltodekstrinskih gela. Međutim, dalja redukcija masti, odnosno povećanje udela maltodekstrinskih gela rezultirala je značajnim padom udela žute komponente odnosno b^* vrednosti. Primećuje se da su pri istom nivou zamene masti vrednosti parametra b^* bile statistički neznačajno različite ($P > 0,05$) za obe vrste maltodekstrinskih gela istih koncentracija, dok su se one razlikovale pri promeni koncentracije gela maltodekstrina.

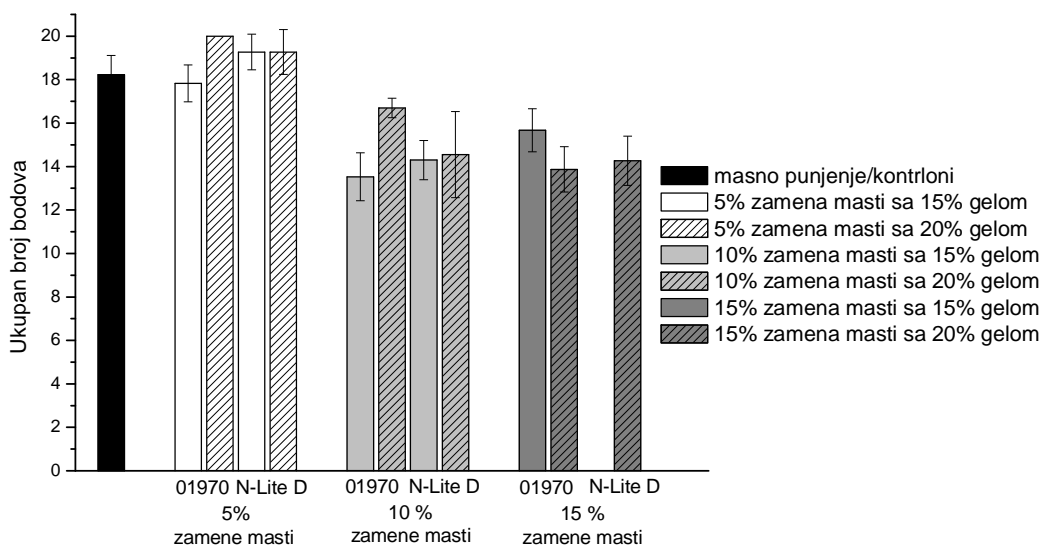
5.4.4. Senzorske osobine masnih punjenja

Pored ispitivanih reoloških i teksturnih instrumentalnih osobina kojima su se pratile strukturne promene u ispitivanim sistemima, neophodno je izvršiti senzorsku evaluaciju proizvoda kako bi se utvrdio efekat zamene masti na senzorska svojstva istih. Senzorskom evaluacijom hrane se dobija kompletna analiza teksturnih osobina hrane uz pomoć ljudskih čula. Mnogi od procesa koji se dešavaju tokom konzumiranja hrane kao što su usitnjavanje hrane, mešanje i vlaženje uz pomoć pljuvačke, deformacije hrane, promene u temperaturi i dr. se registruju putem čula i teško ih je instrumentalno izmeriti. Stoga je i senzorska ocena veoma važna kako u kontroli kvaliteta tako i u razvoju novih proizvoda (Bourne, 2002).

Na Slici 28 prikazana je senzorska ocena dobijena od strane iskusnih senzorskih ocenjivača metodom ukupnog broja bodova kontrolnog i masnih punjenja kod kojih je deo masti zamenjen gelima maltodekstrina. Brojčane vrednosti ukupnog broja bodova senzorske ocene prikazane su u Prilogu 2.

Na osnovu dobijenih rezultata može se zaključiti da prema metodi ukupnih bodova masna punjenja kod kojih je 5% masne faze zamenjeno maltodekstrinskim gelom imaju iste ili čak poboljšane senzorske karakteristike u odnosu na kontrolno masno punjenje. Međutim, dalja redukcija masti dovodi do pogoršanja senzorskih osobina ispitivanih sistema. Uticaj koncentracije upotrebljenih gela na senzorske osobine bio je neznatan za maltodekstrin *N-Lite D* dok su osetnija odstupanja uočavana između sistema pripremanih sa 15% i 20% gelom maltodekstrina 01970.

Posmatranjem masnih punjenja kod kojih je deo masti zamenjivan gelima maltodekstrina koncentracije 20% primećuje se trend da sukcesivnim povećavanjem količine 20% gela maltodekstrina 01970 i *N-Lite D* dolazi do postepenog pogoršavanja senzorskih osobina ispitivanih sistema.

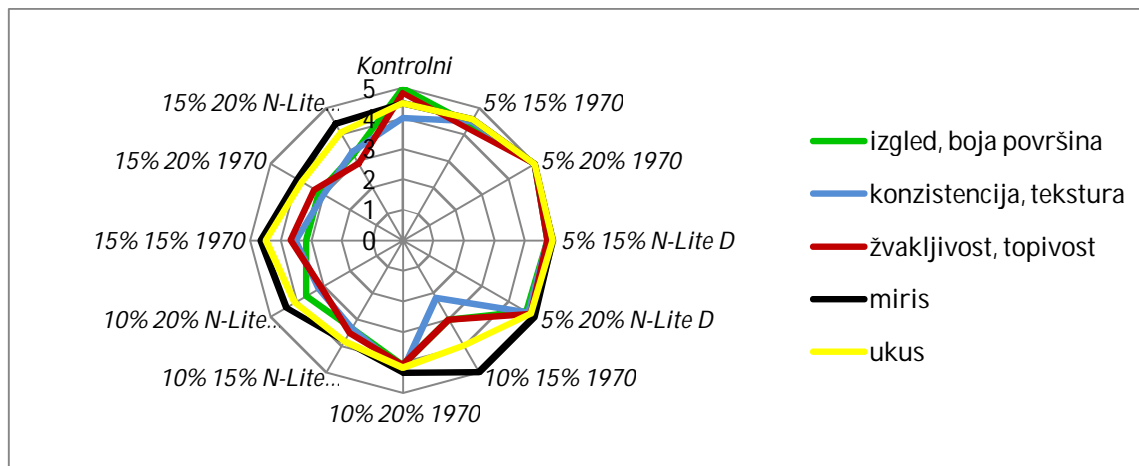


Slika 28. Senzorska ocena masnih punjenja – metoda ukupnog broja bodova

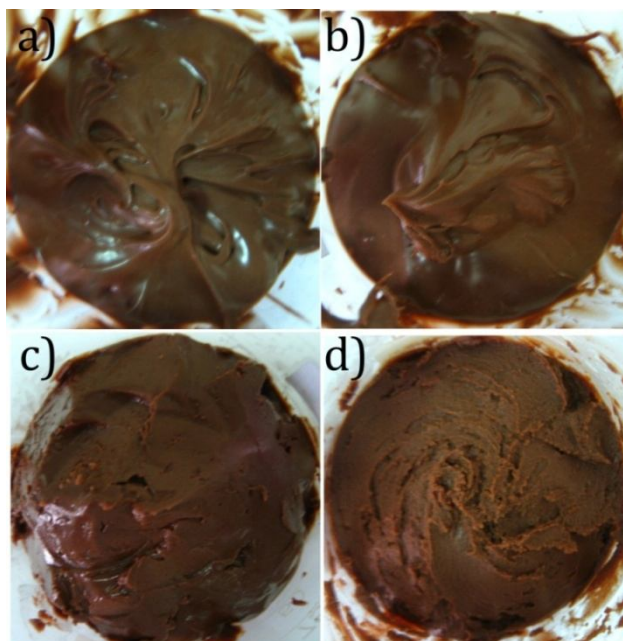
Na osnovu ukupnog broja bodova u kategoriju odličnog kvaliteta spadaju masna punjenja kod kojih je 5% masne faze zamenjeno 20% gelom maltodekstrina 01970 i 15% i 20% gelom maltodekstrina *N-Lite D*. Kontrolni uzorak kao i uzorak kod koga je 5% masti zamenjeno 15% gelom maltodekstrina 01970 čine kategoriju vrlo dobrog kvaliteta. U kategoriju dobrog kvaliteta ulaze masna punjenja pripremana sa 10% zamene masti sa 20% 01970 gelom maltodekstrina i 15% zamene masti maltodekstrinskim gelom 01970 koncentracije 15%. Svi ostali sistemi spadaju u prihvatljivu kategoriju dok su jedino masna punjenje sa 10% zamene sa 15% gelom i 15% zamene sa 20% gelom maltodekstrina 01970 ocenjena kao neprihvatljiva.

Uticaj pojedinačnih kvalitetnih osobina na ukupnu senzorsku ocenu ispitivanih masnih punjenja prikazan je na QDA dijagramu (Slika 29) dok su dobijene brojčane vrednosti prikazane u Prilogu 2. Kontrolni uzorak i uzorci masnih punjenja sa 5% zamene masti 20% gelom maltodekstrina 01970 kao i 15% i 20% *N-Lite D* maltodekstrinskim gelima imali su odgovarajući svojstven izgled, glatku sjajnu površinu i karakterističnu boju dok su masna punjenja sa 5% zamene masti sa 15%

gelom maltodekstrina 01970 i sa 10% zamene sa 20% gelom istog maltodekstrina pokazivali neznatna odstupanja od optimalnih. Ostale uzorke je karakterisalo odstupanje od optimalne boje, izgleda površine i sjaja. Najlošije ocenjeni uzorci po pitanju izgleda i boje površine su oni kod kojih je 15% masti zamenjeno maltodekstrinskim gelima. Uticaj povećavanja redukcije masti 20% gelom maltodekstrina 01970 na izgled površine masnih punjenja prikazan je uporedo na Slici 30.



Slika 29. ODA dijagram senzorske ocene kvaliteta masnog punjenja sa 5%, 10%, 15% zamene masti maltodekstrinskim gelima 01970 i N-Lite D



Slika 30. a) kontrolni; b) 5% zamene sa 20% gelom maltodekstrina 01970; c) 10% zamene sa 20% gelom maltodekstrina 01970; d) 15% zamene sa 20% gelom maltodekstrina 01970

Pored pomenutog, primećuje se da kod svih uzoraka masnih punjenja nije dolazilo do migracije ulja na površinu što je od ključne važnosti po pitanju čuvanja, skladištenja i upotrebe proizvoda koji u svom sastavu sadrže masna punjenja. Posmatrajući konzistenciju i teksturu primećuje se da masna punjenja kod kojih je 5% masti zamenjeno maltodekstrinskim gelima imaju bolju konzistenciju i teksturu u odnosu na kontrolno masno punjenje, odgovarajuću glatku teksturu i čvrstoću i meku mazivu konzistenciju. Čak se i masno punjenje sa 10% zamene masti 20% gelom maltodekstrina 01970 pokazalo neznatno bolje po pitanju konzistencije i teksture u odnosu na kontrolno koje je karakterisalo nešto mekša konzistencija i manja čvrstoća. Sve ostale uzorke je karakterisala neodgovarajuća čvrstoća, što je u skladu i sa reološkim i teksturnim merenjima (Slika 24 i 27), uz prisustvo vazdušnih mehurića, a u određenim slučajevima i grubozrnaste teksture.

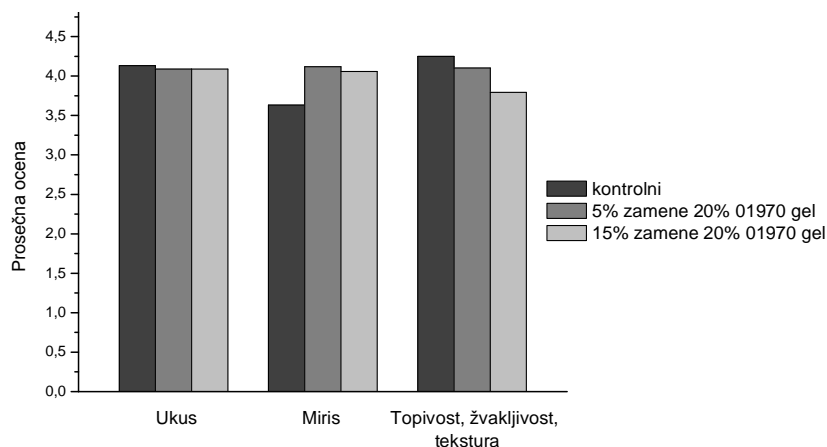
Kao i u slučaju kvalitetnih osobina izgleda, boje i površine, teksture i konzistencije i osobine žvakljivosti i topivosti su najbolje ocenjene kod masnih punjenja sa 5% zamene masti 15% i 20% *N-Lite D* i 20% 01970 maltodekstrinskim gelom. Takođe se uočava da jedino punjenje kod koga je 10% masti zamenjeno sa 20% 01970 gelom maltodekstrina ima bolje osobine izgleda površine, konzistencije i teksture i topivosti u odnosu na ostale sisteme sa 10% zamene masti, ali ipak sporije topivosti i mazivosti u odnosu na sisteme sa 5% zamene masti. Ostale uzorke karakteriše slabo izražena peskovitost, sporija topivost pa čak i lepljivost što je u skladu sa reološkim ponašanjem ovih punjenja (Slika 24).

Miris je kod većine uzoraka bio svojstven i aromatičan dok je u pojedinim slučajevima bio slabije zaokružen kao na primer kod 10% zamene sa 15% *N-Lite D* i 15% zamene sa 20% gelom 01970 maltodekstrina. Svi uzorci kod kojih je 5% masne faze zamenjeno maltodekstrinskim gelima kao i uzorci sa 10% i 15% zamene masti sa 15% gelima maltodekstrina 01970 imali su izraženija aromatična svojstva u odnosu na kontrolno masno punjenje. Generalno je dodatak maltodekstrinskih gela uticao na izraženiji miris po kakau.

Kao i u prethodnim slučajevima i ukus je bolje karakterisan za sisteme sa 5% zamene masti u odnosu na kontrolni uzorak dok su ostala punjenja imala svojstven slabije zaokružen aromatičan ukus po kakau. Primećuje se da je u većini slučajeva porast zamene masne faze od 5% do 15% rezultirao slabije zaokruženim mirisom masnih punjenja.

Pored senzorske evaluacije od strane iskusnog senzorskog panela ispitivan je i test prihvatljivosti tzv. hedonični test na uzorku od 68 netreniranih potrošača, a ispitivane su osobine ukusa, mirisa i topivosti i teksture na kontrolnom uzorku i uzorku koji je bio najbolje ocenjen od strane senzorskog panela – 5% zamene masti sa 20% gelom maltodekstrina 01970 kao i na jednom od najlošije ocenjenih masnih punjenja od strane senzorskog panela – 15% zamene sa 20% maltodekstrinskim gelom 01970. Cilj ispitivanja prihvatljivosti od strane potrošača je bio da se uporede međusobno kontrolni i uzorci sa redukovanim sadržajem masti i da se utvrdi da li postoje razlike u opštoj oceni između potrošača i iskusnih ocenjivača.

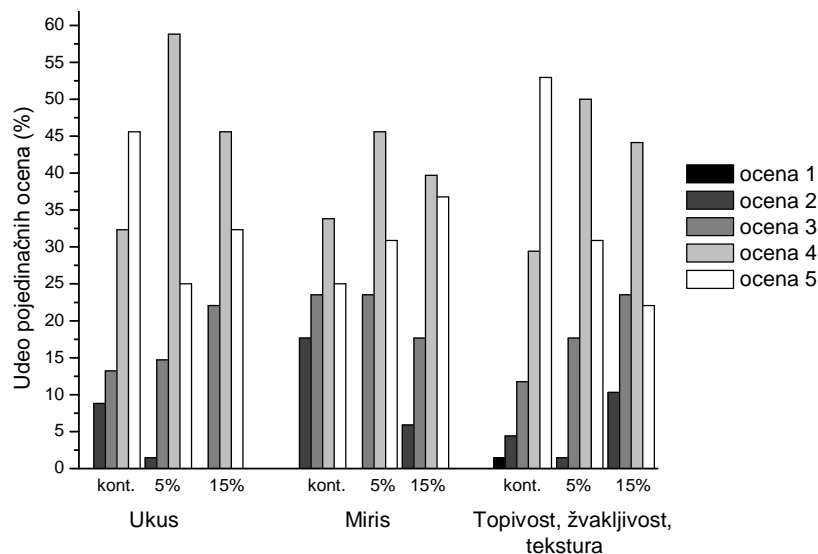
Na Slici 31 prikazana je prosečna ocena ukusa, mirisa i teksture za tri uzorka masnih punjenja dobijena od strane ispitanih potrošača.



Slika 31. Test prihvatljivosti kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa 5% i 15% zamene masti maltodekstrinskim gelom 01970 koncentracije 20%

Na osnovu dobijenih rezultata istraživanja može se primetiti da se ukus kod sva tri uzorka nije značajnije međusobno razlikovao ($P > 0,05$) i da je ukus kod uzoraka sa 5% i 15% zamene masti imao identičnu prosečnu ocenu. Svi uzorci su po pitanju ukusa ocenjeni prosečnom ocenom iznad 4 (Prilog 2) što znači da je većina ispitanika odgovorila da im se uzorci sviđaju bez obzira na iznos zamene masti.

Na Slici 32 su uporedo prikazani udeli pojedinačnih ocena za ispitane uzorke i za svaku ocenjivanu osobinu, a u Prilogu 2 su date brojčane vrednosti istih kao i vrednosti prosečnih ocena i njihovih standardnih devijacija.



Slika 32. Udeo pojedinačnih ocena ukusa, mirisa i teksture kontrolnog masnog punjenja i punjenja sa 5% i 15% zamene masti maltodekstrinskim gelom 01970 koncentracije 20%

Primećuje se da je kontrolni uzorak bio najviše puta ocenjen brojem 5 dok je isti uzorak karakterisao i najveći udeo ocene 2 („ne sviđa mi se“) za ukus u odnosu na sisteme sa 5% i 15% zamene masti. Stoga je i izračunata standardna devijacija (Prilog 2) kontrolnog uzorka bila veća u odnosu na standardnu devijaciju ukusa za ostala dva sistema. To ukazuje da su masna punjenja sa 5% i 15% zamene masti imala ujednačenije ocene ukusa u odnosu na kontrolni uzorak iako je kontrolni uzorak imao neznatno ($P > 0,05$) više prosečne vrednosti.

Miris uzoraka sa 5% i 15% redukcije masti je prema potrošačima bio znatno bolje ocenjen ($P < 0,05$) u odnosu na kontrolni uzorak. Masno punjenje sa 5% zamene masti je imalo neznatno višu ocenu mirisa u odnosu na sistem sa 15% redukcije masti. Međutim, posmatrajući udeo pojedinačnih ocena (Slika 32), a samim tim i standardnu devijaciju (Prilog 2) primećuje se da su uzorci masnih punjenja sa 15% manje masti, a pogotovo kontrolni uzorak bili karakterisani širim udelom pojedinačnih ocena i većom vrednosti standardne devijacije u odnosu na masna punjenja sa 5% manje masti.

Topivost, žvkljivost i tekstura je najbolje ocenjena kod kontrolnog uzorka, neznatno lošije ($P > 0,05$) ocenjena je za masna punjenja sa 5% manje masti dok je najlošije ocenjena kod sistema sa 15% redukcije masti iako je ona i dalje bila na nivou prihvatljivosti od strane potrošača. Kontrolni uzorak je imao najveći broj ocena 5 dok je takođe bio karakterisan i ocenama 1 i 2 te je usled toga pokazivao i najveća odstupanja po pitanju prihvatljivosti od strane potrošača. Masno punjenje sa 5% redukcije masti je

imalo manje odstupanja u ocenama za razliku od kontrolnog i masnog punjenja sa 15% manje masti što je ukazivalo da se taj uzorak u proseku sviđao većem broju ljudi u odnosu na druga dva ispitivana sistema.

Na osnovu sprovedenog testa prihvatljivosti izvedenog od strane potrošača može se zaključiti da su sva tri masna punjenja bila senzorski prihvatljiva, da se ukus nije razlikovao između masnih punjenja sa različitim sadržajem masti, a da je miris bolje ocenjen kod masno redukovanih uzoraka u odnosu na kontrolni dok je kontrolni bio bolje topivosti (teksture, žvkljivosti) u odnosu na masna punjenja sa manje masti. Najujednačenije ocene za sve tri ispitivane osobine imalo je masno punjenje sa 5% manje masti što ukazuje da su se mišljenja potrošača najmanje razlikovala prilikom konzumiranja masnog punjenja sa redukcijom masti od 5%. Poređenjem senzorske ocene iskusnog senzorskog panela i ocene prihvatljivosti može se primetiti da je ukus kod sva tri uzorka podjednako ocenjen od strane potrošača za razliku od senzorskog panela kod kojeg je uzorak sa 5% zamene masti bio najbolje ocenjen. Pored toga, masno punjenje sa 15% zamene masti je bilo najgore ocenjeno po pitanju ukusa dok je kontrolno masno punjenje imalo vrednost između prethodna dva.

Miris je najbolje ocenjen kod uzorka sa 5% manje masti i od strane panela i od strane potrošača. Izraženi miris po kakau masnog punjenja sa 15% redukcijom masti uticao je na potrošače da ono dobije višu ocenu u odnosu na kontrolno masno punjenje. Naime, pošto je u uzorcima koji su sadržali maltodekstrinske gele prisutno manje masti koja je u stanju da veže mirisne komponente, u takvim uzorcima je brzina oslobađanja mirisnih supstanci bila veća (Crehan i sar., 2000). Osim pomenutog, osobine maltodekstrina i polidekstroze, da svojim dodatkom u obezmašćeni proizvod utiču na intenzivnije oslobađanje mirisa, primećeno je i od strane Hyvönen i sar. (2003) i objašnjeno kao posledica povećanja brzine topljenja sladoleda koji je sadržao pomenute derivate skroba. Prema Clegg i sar. (1996) intenzivniji miris i brže oslobađanje arome u uzorcima margarina kod kojih je mast bila zamenjena hidrokolidima bio je posledica smanjene fizičke stabilnosti tih uzoraka, što se demonstriralo u vidu bržeg raspadanja (rapid breakdown) i manje voskaste/masne (waxy/greasy) teksture pri konzumaciji.

Tekstura (topivost, žvkljivost) je u oba ispitivanja najlošije ocenjena kod masnog punjenja sa 15% zamene masti. Najbolje ocenjen od strane potrošača je

kontrolni uzorak, dok je to kod senzorskog panela bio slučaj sa masnim punjenjem kod koga je 5% manje masti.

5.4.5. Ispitivanje tržišta potrošača

Prilikom plasmana nekog novog prehrambenog proizvoda na tržište neophodno je imati uvid koliko su potrošači spremni da taj proizvod i prihvate. Izbor hrane (prehrambenih proizvoda) predstavlja složen proces na koji utiču mnogobrojni faktori vezani sa sam proizvod, potrošača (npr. saznanje, verovanje, stavovi) i kontekst konzumiranja (npr. različite prilike kao što su proslave, praznici itd. kao i versko opredeljenje) (Jaeger i Rose, 2008; Pollard i sar., 2002). Motivacije pri izboru hrane mogu da budu različite: od brige o zdravlju, telesnoj masi, do uživanja u hrani prilikom konzumiranja, ideoloških razloga, navika ili cene (Crossley i Khan, 2001; Johansen i sar., 2011).

Cilj ovog ispitivanja bio je da se istraže navike u ishrani potrošača u urbanim i suburbanim sredinama u Vojvodini kao i njihovi motivi pri izboru prehrambenih proizvoda koji imaju određenu nutritivnu izjavu sa posebnim aspektom na navike i motive vezane za niskoenergetske proizvode kao i njihova spremnost da prihvate novu vrstu niskoenergetskih proizvoda na tržištu Vojvodine tj. konditorske proizvode. Ispitanici su na pitanja odgovarali popunjavanjem upitnika datog u Prilogu 3. Ispitivanje je sprovedeno na uzorku od 250 ispitanika čiji je profil prikazan u Tabeli 11.

Na osnovu profila ispitanika može se primetiti da su za skoro svako obeležje kategorije zastupljene u dovoljnom broju da se može doći do zaključaka o njihovim navikama, motivima i preferencijama sa izuzetkom kategorije sa indeksom telesne mase ispod 18,5 koja je najmanje zastupljena. Međutim, dobijeni podaci indeksa telesne mase su u dosta dobroj saglasnosti sa istraživanjem sprovedenim od strane Instituta za javno zdravlje Srbije (Gudelj-Rakić, 2008).

Tabela 11. Profil ispitanika

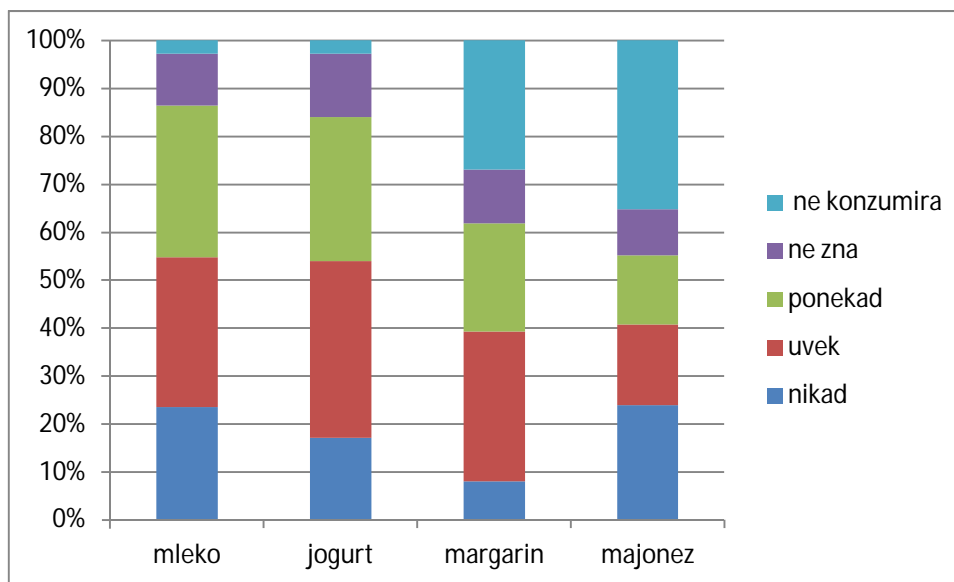
Obeležje	Kategorija	Procenat zastupljenosti (%)
Pol	muški	34,4
	ženski	65,6
Godine starosti	< 30	35,2
	30 - 50	37,2
	> 51	27,6
Obrazovanje	Osnovna i srednja škola	40,4
	Viša škola i fakultet	59,2
	Bez odgovora	0,4
Broj članova domaćinstva	1 do 2	35,6
	preko 2	62,4
	Bez odgovora	2
Prosečna mesečna primanja domaćinstva	< 50 000 din.	33,2
	50 000 – 100 000 din.	47,2
	> 100 000 din.	18,8
	Bez odgovora	0,8
Profesija vezana za ishranu ili zdravlje	da	15,6
	ne	84,4
Indeks telesne mase	< 18,5	4
	18,5-25	56
	> 25	40

Od ukupnog broja ispitanika njih 52,8% u svojoj ishrani ima zastupljene proizvode koji nose određenu nutritivnu izjavu (smanjena energetska vrednost, bez dodatka šećera, smanjen sadržaj natrijuma (soli), smanjen sadržaj masti, bez zasićenih masnih kiselina, visok sadržaj vlakana i sl.), dok 33,2% ne konzumira takve proizvode, a 14% ne obraća pažnju šta konzumira. Razlozi zbog kojih se ljudi opredeljuju da uključe takve proizvode u svoju ishranu su prvenstveno da poboljšaju opšte stanje organizma (34%), zatim da poboljšaju zdravstveno stanje (14%) i da regulišu telesnu težinu (4,8%).

Većina ispitanika (53,6%) veruje da konzumiranje niskoenergetskih proizvoda može da ima pozitivan uticaj na zdravlje, služe kao prevencija kod kardiovaskularnih oboljenja (bolesti srca i krvnih sudova, povišenog holesterola) i gojaznosti, dok su se ostali opredelili za sledeće odgovore: 13,2% „Mislim da nema poseban uticaj na zdravlje, osim što pomaže kod održavanja telesne težine“, 12,8% „Mislim da su

niskoenergetski proizvodi samo marketinški trik“, 11,2% „Ne verujem“ i 8,8% „Ne znam“, a 0,4% nije ništa odgovorilo.

Od različitih postojećih niskoenergetskih proizvoda na našem tržištu ispitanici su imali priliku da se odluče između njih i njihovih punomasnih alternativa i na osnovu odgovora ispitanika došlo se do zaključka da se niskoenergetski proizvodi u slučaju mleka, jogurta i margarina više kupuju u odnosu na majonez sa smanjenim sadržajem masti (Slika 33). Takođe se može zaključiti da je odnos niskoenergetski: punomasni više u korist niskoenergetskih kada je u pitanju margarin, a najmanje kada je u pitanje mleko. Razlog tome može biti i doživljaj ove vrste hrane od strane potrošača koji margarin doživljavaju kao proizvod značajno opterećen masti. Naime, u skladu sa istraživanjima Wansink-a (2003) prihvatljivost proizvoda od strane potrošača ne zavisi samo od informacija vezanim za smanjenje energetske vrednosti već i od vrste proizvoda i toga koliko se sam proizvod i bez smanjivanja energetske vrednosti smatra nezdravim. Međutim, u slučaju majoneza koji je takođe proizvod sa velikim procentom masti, veliki procenat potrošača (35,2%) se odlučio da ga uopšte ne konzumira (Slika 33).



Slika 33. Zastupljenost određenih prehrambenih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti u svakodnevnoj ishrani

Razlozi zbog kojih ispitanici konzumiraju punomasne proizvode bili su zastupljeni u sledećem odnosu: 47,1% je kao primarni razlog za konzumiranje punomasnih proizvoda navelo ukus dok je 8,33% odgovora bilo zato što su lakše dostupni od svojih niskoenergetskih alternativa, 6,89% ispitanika smatra da su jeftiniji, 4,35% smatra da punomasni proizvodi imaju bolju teksturu, 0,36% se opredelilo za izgled i 0,36% smatra da su zdraviji dok je 12,3% ispitanika odgovorilo da ne zna zbog čega konzumira punomasne proizvode, a 20,3% se izjasnilo da ne konzumira punomasne proizvode. Iz prethodno navedenog može se zaključiti da pri kreiranju novih proizvoda najveću pažnju treba pridavati ukusu jer je ukus ocenjen kao primarni razlog pri konzumiranju određene vrste hrane.

Na pitanje zbog čega konzumiraju proizvode sa smanjenom energetsom vrednosti, 33,9% ispitanika je odgovorilo da smatra da su takvi proizvodi zdraviji; 14,5% ispitanika konzumira niskoenergetske proizvode kako bi regulisali telesnu težinu, 10,6% ispitanika je kao razlog konzumiranja takvih proizvoda navelo da su čuli od prijatelja ili putem sredstava javnog informisanja da su bolji od punomasnih proizvoda, 8,39% je odgovorilo da se takav način ishrane uklapa u njihov stil života, da im je lekar preporučio 4,19%, 3,87% je reklo da je ukus razlog konzumiranja takvih proizvoda, 2,26 % ispitanika je odgovorilo da je razlog dobar odnos cene i zdravstvenog efekta pri konzumiranju takvih proizvoda, 0,65% se opredelilo zbog izgleda i 0,32% zbog teksture dok se 10,32% izjasnilo da ne zna razlog zbog čega konzumira niskoenergetske proizvode, a 10,97% ne konzumira niskoenergetske proizvode. I prema istraživanjima sprovedenim od strane Krystallis i sar. (2003) proizvodi sa smanjenim sadržajem masti smatraju se zdravijim od strane potrošača u odnosu na punomasne. Primećuje se i da značajan uticaj na izbor niskoenergetskih proizvoda imaju regulisanje težine, informacije od strane prijatelja i sredstava javnog informisanja, kao i uklapanje u način života, što su i razlozi koje su odabrali i studenti Danske, Norveške i Kalifornije sudeći prema istraživanjima Johansen i sar. (2011), sa razlikom o zastupljenosti odgovora vezanim za ukus, koji je od strane ispitanika u Vojvodini izabran u značajno manjem procentu.

S obzirom da je cilj ove ankete bio istraživanje prihvatljivosti konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti, ispitano je takođe koliko su konditorski proizvodi generalno zastupljeni u ishrani stanovnika. Na pitanje koliko često konzumiraju konditorske proizvode, 41,6% ispitanika je odgovorilo da to čini 1-2 puta

nedeljno, za svaki drugi odnosno svaki dan se opredelilo 24% i 23,2% ispitanika, dok se svega 10% ispitanika izjasnilo da ne konzumira konditorske proizvode, a 1,2% ispitanika nije odgovorilo na ovo pitanje.

Po pitanju stava o dostupnosti konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti na domaćem tržištu čak 64,4% ispitanika se izjasnilo da bi volelo da se takvi proizvodi nađu na tržištu, 8,8% je odgovorilo da ne bi volelo dok 26,8% nema izražen stav o tome da li bi voleli da na tržištu postoje konditorski proizvodi sa smanjenim sadržajem masti. Uticaj socio-demografskih parametara i navika u ishrani na preferencije potrošača da se niskoenergetski konditorski proizvod nađe na tržištu prikazani su u Tabeli 12. Na osnovu dobijenih rezultata može se primetiti da postoji statistički značajna razlika ($P < 0,05$) između preferencija ka postojanju konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti između ženskog i muškog pola. Žene poseduju izraženiju želju ka konzumiranju takvih proizvoda u odnosu na muškarce što je u skladu sa istraživanjima Rozin i sar. (1999), Steptoe i sar. (1995), Rozin i sar. (2002), Contento i Murphy (1990), Monneuse i sar. (1997) prema kojima žene više obraćaju pažnju na svoju ishranu, telesnu težinu i kontrolu zdravlja u odnosu na muškarce i često povezuju hranu sa masnoćama, dok se muškarci više fokusiraju na uživanje i senzorske percepcije pri konzumiranju (Rozin i sar., 2002). Takođe se može primetiti značajna razlika između kategorija ispitanika koje u svojoj ishrani imaju ili nemaju zastupljene proizvode sa određenom nutritivnom vrednosti tako da ispitanici koji konzumiraju takve proizvode imaju znatno izraženiju sklonost ka konditorskim proizvodima sa smanjenim sadržajem masti u odnosu na kategorije ispitanika koje nemaju ili ne znaju da li u svojoj ishrani imaju hranu sa određenom nutritivnom vrednosti. Odgovori na preferencije ka postojanju konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti za ostale kategorije ispitanih obeležja se nisu međusobno statistički značajno razlikovali ($P > 0,05$).

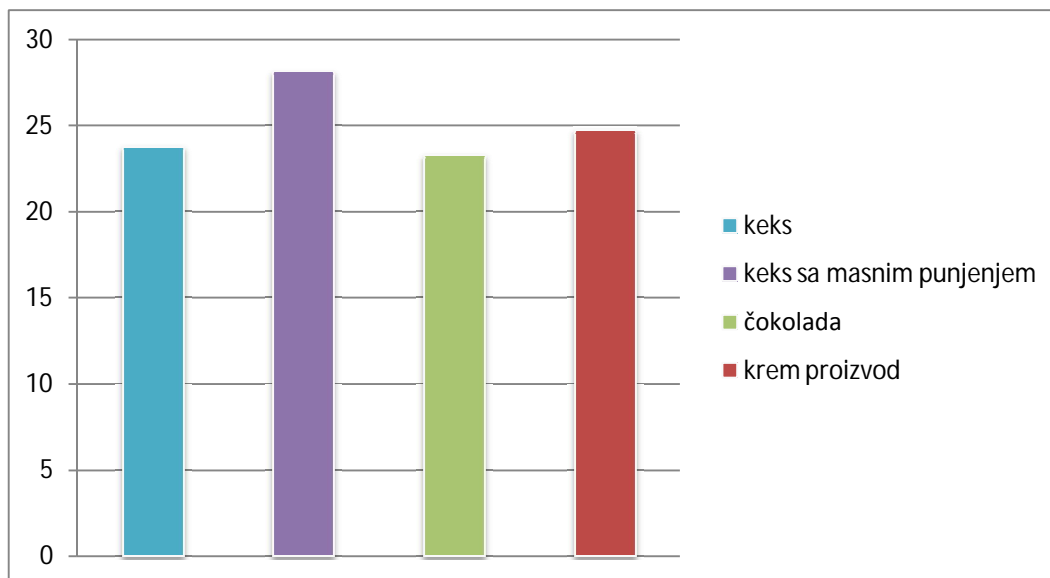
Tabela 12. Uticaj sociodemografskih karakteristika i navika u ishrani na prihvatljivost niskoenergetskih konditorskih proizvoda na tržištu

Obeležje	Kategorija	Da ^a (%)	Ne ^a (%)	Ne znam ^a (%)	P
Pol	muški	54,65	9,3	36,05	*
	ženski	69,51	8,54	21,95	
Godine starosti	< 30	61,36	11,36	27,27	ns
	30 - 50	63,44	5,38	31,18	
	> 51	69,57	10,14	20,29	
Obrazovanje	Osnovna i srednja škola	62,38	8,91	28,71	ns
	Viša škola i fakultet	65,54	8,78	25,68	
Broj članova domaćinstva	1 do 2	61,8	10,11	28,09	ns
	preko 2	66,03	8,33	25,64	
Prosečna mesečna primanja domaćinstva	< 50 000 din.	66,27	7,23	26,51	ns
	50 000 – 100 000 din.	63,56	8,47	27,97	
	> 100 000 din.	65,96	10,64	23,4	
Profesija vezana za ishranu ili zdravlje	da	79,49	15,38	5,13	*
	ne	61,61	7,58	30,81	
Indeks telesne mase	< 18,5	70	10	20	ns
	18,5-25	66,43	8,57	25	
	> 25	61	9	30	
Zastupljenost proizvoda u ishrani koji nose određenu nutritivnu izjavu	da	83,97	3,82	12,21	*
	ne	42,17	18,07	39,76	
	ne zna	45,71	2,86	51,43	
Učestalost konzumiranja konditorskih proizvoda	ne konzumira	56	4	40	ns
	1 do 2	70,19	9,62	20,19	
	svaki drugi dan	61,67	11,67	26,67	
	svaki dan	60,34	5,17	34,48	

* $P < 0,05$; ns – razlika nije značajna

^a – odgovori na pitanje „Da li biste voleli da u supermarketima možete pronaći konditorske proizvode sa smanjenim sadržajem masti (niskoenergetske)?“

Pored toga ispitivano je koje bi od ponuđenih konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti (keks, keks i srodni proizvodi sa masnim punjenjem, čokolada, kakao krem proizvodi) potrošači voleli da pronađu na tržištu (Slika 34).



Slika 34. Preferencije ispitanika za različite konditorske proizvode sa smanjenim sadržajem masti

Na osnovu dobijenih rezultata može se primetiti da su se za keks, čokoladu i kakao krem proizvode sa smanjenim sadržajem masti ispitanici opredelili u podjednakom broju (23-24%) dok se nešto veći broj ispitanika (oko 28%) izjasnio za keks sa masnim punjenjem sa smanjenim sadržajem masti. Rezultati ispitivanja preferencija potrošača po pitanju konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti ukazuju na opravdanost izbora konditorskog proizvoda – masnog punjenja u kome bi se vršila redukcija masti.

6. Zaključak

U ovom istraživanju ispitivana je mogućnost zamene dela namenske biljne masti u konditorskim masnim punjenjima različitim maltodekstrinskim gelima. Na osnovu prikazanih rezultata istraživanja mogu se izvesti sledeći zaključci:

Na osnovu ispitivanja reoloških osobina smeša namenske biljne masti i različitih vrsta rastvora/gela maltodekstrina primećeno je da su maltodekstrini *N-Lite D* i *01970* gradili gele koji su potom mešanjem sa namenskom biljnom masti tačke topljenja 30/32 °C davali stabilne sisteme kod kojih se nije javljao efekat proklizavanja kristala masti kao u slučajevima smeša masti i ostalih maltodekstrinskih rastvora/gela (*M040* i *Glucidex 1*). Stoga su za dalja istraživanja korišćeni maltodekstrini *N-Lite D* (dobijen iz voskastog kukuruznog skroba primenom specijalnih enzima - izoamilaza) i *01970* (poreklom iz krompirovog skroba).

Izbor veće koncentracije maltodekstrinskog gela (15 i 20%) i tehnike ugrađivanja gela u mast nakon 24 h bio je uslovljen osobinom ovih sistema da bolje stabilizuju vodu, pa time dozvoljavaju i manje otpuštanje iste u krajnji proizvod u odnosu na manje koncentrovane rastvore/gele (10%), koji su u sistem bili ugrađivani odmah nakon pripreme.

Pre ispitivanja uticaja zamene dela masti maltodekstrinskim gelom na osobine krajnjeg proizvoda, ispitane su osobine komponente masne faze, tj. smeše gela maltodekstrina i masti u odnosu 16,67:83,33; 33,33:66,67 i 50:50.

Povećanje količine gela maltodekstrina *N-Lite D* i do 50% nije značajno uticalo na promenu tiksotropnosti ispitivanih sistema, dok je iznos strukturnog razrušavanja bio umanjen dva puta kod smeša pripremanih sa 50% gelima maltodekstrina *01970*. Međutim dodatak *N-lite D* gela maltodekstrina u iznosu preko 33,3% značajno je uticao na povećanje viskoziteta ispitivanih sistema, dok dodatak *01970* gela maltodekstrina nije uticao na viskozitet smeša čak ni pri 50% zameni sa 15% gelom. Prema rezultatima dinamičkih oscilatornih testova, zamena masti maltodekstrinskim gelima rezultirala je povećanjem elastičnih modula i ovaj efekat je bio izraženiji za smeše sa *N-Lite D* gelima maltodekstrina.

Teksturna merenja ukazala su da je zamena masti bila moguća i do 50% pri upotrebi *N-Lite D* maltodekstrinskog gela koje je rezultiralo manjim padom vrednosti čvrstoće. Nasuprot tome, upotreba *O1970* gela maltodekstrina uzrokovala je značajan pad vrednosti čvrstoće što ukazuje na bolje interakcije dispergovane *N-Lite D* maltodekstrinske gel faze u kontinualnoj fazi masti.

Masna punjenja sa redukovanim sadržajem masti kao i kontrolno masno punjenje su pokazivali tiksotropno ponašanje izraženo relativno velikim površinama tiksotropnih petlji. Masna punjenja kod kojih je deo masti zamenjivan maltodekstrinskim gelima posedovala su značajano izraženije strukturno razrušavanje pri smicanju u odnosu na kontrolni uzorak. Povećavanje zamene dela masne faze maltodekstrinskim gelima rezultiralo je postepenim porastom tiksotropnosti kao i vrednosti prividnog viskoziteta. Koncentracija upotrebljenih maltodekstrinskih gela nije imala značajnog uticaja na tiksotropnost ispitivanih sistema u slučaju maltodekstrina *N-Lite D* dok su u slučaju maltodekstrina *O1970* sistemi sa 15% gelima posedovali izraženije tiksotropne osobine u odnosu na masna punjenja sa 20% gelima istog maltodekstrina.

Povećanjem redukcije masti maltodekstrinskim gelima rezultiralo je povećanjem ispitivane čvrstoće, a pri istom iznosu zamene masti bez obzira na tip maltodekstrina masna punjenja sa 20% maltodekstrinskim gelima su bila manje čvrstoće u odnosu na iste sisteme sa 15% gelima. Razlog smanjenja tiksotropnosti, viskoziteta i čvrstoće sistema bio je povećana sposobnost maltodekstrina *N-Lite D* i koncentrovanijih gela maltodekstrina *O1970* u odnosu na 15% gele *O1970* da stabilizuju vodenu fazu, što je rezultovalo manjim sadržajem vode u krajnjem proizvodu, te stoga i slabijim interakcijama između hidrofilnih površina čestica kristala šećera i vode, tj. umanjenim trenjem između kristala.

Dodatak obe vrste gela maltodekstrina uticao je na smanjivanje svetloće ispitivanih masnih punjenja te su se sa porastom redukcije sadržaja masti dobijala tamnija punjenja u odnosu na kontrolni uzorak. Koncentracija upotrebljenih maltodekstrinskih gela nije imala uticaj na svetloću pri istom iznosu zamene masti.

Na osnovu rezultata senzorske evaluacije od strane iskusnog senzorskog panela utvrđeno je da su masna punjenja sa 5% zamene masti imala bolje senzorske osobine u odnosu na kontrolni i da je većina sistema ocenjena senzorski prihvatljivim.

Rezultati testa prihvatljivosti izvedenog od strane potrošača ukazala su da su a) kontrolno masno punjenje, b) masno punjenje koje je bilo najbolje ocenjeno od strane senzorskog panela i c) jedno od punjenja sa najlošijom ocenom, bila senzorski prihvatljiva i da se ukus nije razlikovao između masnih punjenja sa različitim sadržajem masti. Miris je bolje ocenjen kod masno redukovanih sistema u odnosu na kontrolni, dok je kontrolni bio bolje ocenjen u slučaju topivosti i teksture u odnosu na masna punjenja sa manje masti. Na osnovu najmanjih vrednosti standardnih devijacija, masno punjenje sa 5% manje masti je bilo najjednačnije ocenjeno što ukazuje da pored toga što je proizvod senzorski prihvatljiv od strane potrošača i pri većoj redukciji masti, masno punjenje sa 5% manje masti je prihvatljivije od šireg broja potrošača u odnosu na druga dva sistema.

Rezultati ispitivanja tržišta o preferencijama po pitanju dostupnosti konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti na domaćem tržištu ukazuju da se 64,4% ispitanika izjasnilo pozitivno o potencijalnoj dostupnosti takvih proizvoda. Rezultati ispitivanja sociodemografskih parametara i navika u ishrani potrošača u odnosu na postojanje konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti ukazuju da žene poseduju izraženiju sklonost ka konzumiranju takvih proizvoda u odnosu na muškarce kao i ispitanici koji u svojoj ishrani imaju zastupljene proizvode sa određenom nutritivnom vrednosti u odnosu na kategorije ispitanika koje nemaju ili ne znaju da li u svojoj ishrani imaju takve namirnice. Od ponuđenih konditorskih proizvoda sa smanjenim sadržajem masti, ispitanici su se u najvećem broju izjasnili da bi voleli da se na tržištu nađe proizvod sa masnim punjenjem sa smanjenim sadržajem masti.

7. Literatura

1. Acevedo, N.C., Peyronel, F., Marangoni, A.G. (2011). Nanoscale structure intercrystalline interactions in fat crystal networks. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 16, 374–383
2. Akoh, C.C. (1995). Lipid-based fat substitutes. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 35, 405-430
3. Akoh, C.C. (1998). Fat replacers, *Scientific Status Summary*. A publication of the institute of Food Technologists Expert Panel on Food Safety and Nutrition, 52, 47-54
4. Akoh, C.C., Swanson, B.G. (1994). *Carbohydrate Polyesters as Fat Substitutes*. Marcel Dekker Inc, New York
5. Alexander, R.J. (1995). Fat replacers based on starch. *Cereal Foods World*, 40, 366–368.
6. Armbrister, W.L., Setser, C.S. (1994). Sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening of fat replacers at 50 and 75% levels. *Cereal Chemistry*, 71, 344-351
7. Avaltroni, F., Bouquerand, P.E., Normand, V. (2004). Maltodextrin molecular weight distribution influence on the glass transition temperature and viscosity in aqueous solutions. *Carbohydrate Polymers*, 58, 323-334
8. Beckett, S.T. (2008). Controlling the Flow Properties of Liquid Chocolate, in: *The Science of Chocolate 2nd Edition*, Ed: Beckett, S.T., The Royal Society of Chemistry, Cambridge
9. Beckett, S.T., Hugelshofer, D. Wang, J., Windhab, E.J. (2010). Milk chocolate containing water. United States Patent, patent number: 7,651,721
10. Bell, A., Gordon, M.H., Jirasubkunakorn, W., Smith, K.W. (2007). Effect of composition on fat rheology and crystallization. *Food Chemistry*, 101, 799-805
11. BeMiller, J.N., (1993). Starch-based gums, in: *Industrial Gums*, Ed: Whistler, R.L. and BeMiller, J.N., Academic Press, San Diego
12. Boode-Boissevain, K., Van Houdt-Moree, J.D. (1996). Fat-reduced laminated doughs. United States Patent, patent number: 5,480,662

13. Bourne, M.C. (2002). *Food Texture and Viscosity Second Edition: Concept and Measurement*, Academic Press, New York
14. Bracco, E.F., Baba, N., Hashim, S.A. (1987). Polysiloxane: Potential noncaloric fat substitute: Effects on body composition of obese Zucker rats. *American Journal of Clinical Nutrition*, 46, 784-789
15. Brunello, N., McGauley, S.E., Marangoni, A. (2003). Mechanical properties of cocoa butter in relation to its crystallization behavior and microstructure. *LWT - Food Science and Technology*, 36, 525–532
16. Buliga, G.S., Miller, M.S., Powell, W.F., Lis, D.G., Krishnamurthy, R.G., Witte, V.C., Tanski, S. (1996). Fat-free tablespread and method of making. United States Patent, patent number: 5,501,869
17. Cai, L., Shi, Y-C., Rong, L., Benjamin S. Hsiao, B.S. (2010). Debranching and crystallization of waxy maize starch in relation to enzyme digestibility. *Carbohydrate Polymers*, 81, 385–393
18. Campos, R., Narine, S.S., Marangoni, A.G. (2002). Effect of cooling rate on the structure and mechanical properties of milk fat and lard. *Food Research International*, 35, 971–981
19. Chawla, P., deMan, J.M., Smith, A.K. (1990). Crystal morphology of shortenings and margarines. *Food Structure*, 9, 329–336
20. Chevance, F.F.V., Farmer, L.J., Desmond, E.O., Novelli, E., Troy, D.J., Chizzolini, R. (2000). Effect of Some Fat Replacers on the Release of Volatile Aroma Compounds from Low-Fat Meat Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 3476-3484
21. Chiu, C-W, Henley, M., (1993). Foods opacified with debranched starch. United States Patent, patent number: 5,194,284
22. Cho, S.S., Prosky, L. (1999). Application of complex carbohydrates to food product fat mimetics, in: *Complex Carbohydrates in Foods*, Ed: Cho, S.S., Prosky, L. and Dreher, M.L., CRC Press, Boca Raton
23. Chronakis, I.A. (1998). On the molecular characteristics, compositional properties, and structural–functional mechanisms of maltodextrins: A review. *Critical Reviews in Food Science*, 38, 599–637

24. Chronakis, I.S., Kasapis, S. (1995). A rheological study on the application of carbohydrate-protein incompatibility to the development of low fat commercial spreads. *Carbohydrate Polymers*, 28, 367-374
25. Clark, A.H., Ross-Murphy, S.B. (1987). Structural and mechanical properties of biopolymer gels. *Advances in Polymer Science*, 83, 157–192
26. Clegg, S.M., Moore, A.K., Jones, S.A. (1996). Low-fat margarine spreads as affected by aqueous phase hydrocolloids. *Journal Of Food Science*, 61, 1073-1079
27. Conforti, F.D., Archilla, L. (2001). Evaluation of a maltodextrin gel as a partial replacement for fat in a high-ratio white-layer cake. *International Journal of Consumer Studies*, 25, 238–245
28. Conforti, F.D., Nee, P., Archilla, L. (2001). The synergistic effects of maltodextrin and high-fructose corn sweetener 90 in a fat-reduced muffin. *International Journal of Consumer Studies*, 25, 3-8
29. Contento, I.R., Murphy, M.B. (1990). Psycho-social factors differentiating people who reported making desirable changes in their diets from those who did not. *Journal of Nutrition Education*, 22, 6–14
30. Corey, H. (1970). Texture in foodstuffs. *CRC Critical Reviews in Food Technology*, 1, 161–198
31. Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J., Buckley, D.J. (2000). Effects of fat level and maltodextrin on the functional properties of frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. *Meat Science*, 55, 463-469
32. Crossley, M.L., Khan, S.N. (2001). Motives underlying food choice. Dentists, porters and dietary health promotion. *British Dental Journal*, 191, 198–202
33. Daenzer-Alloncle, M., Meister, N., Merz, M. (2000). Reduced-fat fluid lactic cream which avoids phase separation during storage. United States Patent, patent number: 6,139,896
34. Davey, K.R., Jones, P.N. (1985). Evaluation of a sliding pin consistometer for measurement of the hardness and spreadability of butter and margarine. *Journal of Texture Studies*, 16, 75-84
35. de Bruijne, W.D., Bot, A. (1999). Fabricated Fat-based Foods, in: *Food Texture Measurement and Perception*, Ed: Rosenthal, A. J., Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland

36. deMan, J.M. (1976). Texture of fats and fat products, in: Rheology and texture in food quality, Ed: deMan, J.M., Voisey, P.W., Rasper, V.F., Stanley, D.W., AVI Press, Westport
37. deMan, J.M. (1999). Relationship among chemical, physical, and textural properties of fats, in: Physical properties of fats, oils and emulsions, Ed: Widlak, N., AOCS Press, Champaign
38. deMan, J.M., Beers, A.M. (1987). Fat crystal networks: structure and rheological properties. *Journal of Texture Studies*, 18, 303–318
39. deMan, L., deMan, J.M., Blackman, B. (1989). Physical and textural evaluation of some shortenings and margarines. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 66, 128-132
40. Dokić, P., Jakovljević, J., Dokić-Baucal, Lj. (1998). Molecular characteristics of maltodextrins and rheological behaviour of diluted and concentrated solutions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 141, 435-440
41. Dokić-Baucal, Lj., Dokić, P., Jakovljević, J. (2004). Influence of different maltodextrins on properties of O/W emulsions. *Food Hydrocolloids*, 18, 233-239
42. Domagala, J., Sady, M., Grega, T., Bonczar, G. (2005). The influence of storage time on rheological properties and texture of yoghurts with the addition of oat-maltodextrin as the fat substitute. *International Journal of Food Properties*, 8, 439–448
43. Domagala, J., Sady, M., Grega, T., Bonczar, G. (2006). Rheological properties and texture of yoghurts when oat-maltodextrin is used as a fat substitute. *International Journal of Food Properties*, 9, 1-11
44. Đaković, Lj. (1979). Tikotropno ponašanje makromolekularnih sistema. *Glasnik hemijskog društva*, 44, 29-47
45. Fearon, A.M., Johnston, D.E. (1989). A comparison of three instrumental techniques to evaluate butter spreadability. *Journal of Food Quality*, 12, 23-38
46. Forrest, B.A, Harvey, G.C. (1989). Low fat spread. European patent. Publication number: 0 327 288 A2
47. Franklin, K.K. (1994). Reduced fat peanut butter and method of making same. United States Patent, patent number: 5,302,409

48. Garzon, G.A., McKeith, F.K., Gooding, J.P., Felker, F.C., Palmquist, D.E., Brewer, M.S. (2003). Characteristics of Low-fat Beef Patties Formulated with Carbohydrate-Lipid Composites. *Journal Of Food Science*, 68, 2050-2056
49. Gavrilović, M., (2003). Tehnologija konditorskih proizvoda, Tehnološki fakultet, Novi Sad
50. Gouveia, L., Batista, A.P., Miranda, A., Empis, J., Raymundo, A. (2007). *Chlorella vulgaris* biomass used as colouring source in traditional butter cookies. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, 433–436
51. Griffin, V.K., Brooks, J.R. (1989). Production and size distribution of rice maltodextrins hydrolysed from milled rice flour using heat stable alpha-amylase. *Journal of Food Science*, 54, 190-193
52. Gudelj-Rakić, J. (2008). Navike u ishrani, ishrana i uhranjenost, u Zdravlje stanovnika srbije - analitička studija 1997 – 2007, Ed: Tanja Knežević. Institut za javno zdravlje Srbije „Dr Milan Jovanović Batut”
53. Hadnađev, M. (2009). Uticaj skrobnih derivata na reološke i teksturalne karakteristike masnog punjenja za konditorske proizvode – Magistarski rad
54. Hadnađev, M., Dapčević Hadnađev, T., Torbica, A., Dokić, Lj, Pajin, B, Krstonošić, V. (2011a). Rheological properties of maltodextrin based fat – reduced confectionery spread systems. *Proceedings of the 11th International Congress on Engineering and Food, Procedia Food Science* 1, 62-67
55. Hadnađev, M., Dokić, Lj., Dapčević Hadnađev, T., Pajin, B, Krstonošić, V. (2011b). The impact of maltodextrin-based fat mimetics on rheological and textural characteristics of edible vegetable fat. *Journal of Texture Studies*, 42, 404–411
56. Hadnađev, M., Dokić, L.J., Pajin, B., Mihić, J. (2009). Rheological characterisation of maltodextrins obtained from different botanical origin starch, *Proceedings of 5th International symposium on food rheology and structure*, Zürich, Switzerland, 652–653
57. Haighton, A.J. (1959). The measurement of the hardness of margarine and fats with cone penetrometers. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 36, 345-348
58. Halmos, A.L. (1997). Food texture and sensory properties of dairy ingredients. *Food Australia*, 49, 169-173

59. Harrigan, K.A., Breene, W.M. (1989). Fat substitutes: Sucrose esters and simplese. *Cereal Foods World*, 34, 261-267
60. Hartel, R.W. (2001). *Crystallization in Foods*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland
61. Huebner, V.R., Thomsen, L.C. (1957). Spreadability and hardness of butter. Development of an instrument for measuring spreadability. *Journal of Dairy Science*, 40, 834-838
62. Hyvönen, L., Linna, M., Tuorila, H., Dijksterhuis, G. (2003). Perception of melting and flavor release of ice cream containing different types and contents of fat. *Journal of Dairy Science*, 86, 1130-1138
63. Inglett, G.E., Grisamore, S.B. (1991). Maltodextrin fat substitute lowers cholesterol. *Food Technology*, 45, 104-108
64. Jaeger, S.R., Rose, J.M. (2008). Stated choice experimentation, contextual influences and food choice. A case study. *Food Quality and Preference*, 19, 539–564
65. Johansen, S.B., Næs, T., Hersleth, M. (2011). Motivation for choice and healthiness perception of calorie-reduced dairy products. A cross-cultural study. *Appetite*, 56, 15–24
66. Karaca, O.B., Güven, M., Yasar, K., Kaya, S., Kahyaoglu, T. (2009). The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International journal of dairy technology*, 62, 93-99.
67. Kasapis, S., Morris, E.R., Norton, I.T., Clark, A.H. (1993). Phase equilibria and gelation in gelatine/maltodextrin system-part I: gelation of individual components. *Carbohydrate Polymer*, 21, 243-248
68. Kawanari, M., Hamann, D.D., Swartzel, K.R., Hansen, A.P. (1981). Rheological and texture studies of butter. *Journal of Texture Studies*, 12, 483-505
69. Kennedy, J.F., Cabral, J.M., Sa-Correia, I., White C.A. (1987). Starch biomass: a chemical feedstock for enzyme and fermentation processes, in: *Starch: Properties and Potential*, Ed: Galliard, T., John Wiley and Sons, Chichester
70. Khouryieh, H.A., Aramouni, F.M., Herald, T.J. (2005). Physical and sensory characteristics of no-sugar-added/low-fat muffin. *Journal of Food Quality*, 28, 439–451

71. Kilcast, D., Clegg, S. (2002). Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure. *Food Quality and Preference*, 13, 609-623
72. Kritchevsky, D. (2008). Fats and Oils in Human Health, in: *Food lipids chemistry, nutrition and biotechnology 3rd edition*, Ed: Akoh, C.C., Min, D.B., CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton
73. Krystallis, A., Arvanitoyannis, I.S., Kapirti, A. (2003). Investigating Greek consumers' attitudes towards low-fat food products. A segmentation study. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 54, 219-233
74. Lawless, H.T., Heymann, H. (1999). *Sensory Evaluation of Food*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland
75. Lodge, R.W., (1995). Low-fat fried snack. United States Patent, patent number: 5,464,643
76. Lonchamp, P., Hartel, R.W. (2004). Fat bloom in chocolate and compound coatings. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 106, 241-274
77. Loret, C., Meunier, V., Frith, W.J., Fryer, P.J. (2004). Rheological characterisation of the gelation behaviour of maltodextrin aqueous solutions. *Carbohydrate Polymers*, 57, 153-163
78. Mahaut, F., Chateau, X., Coussot, P., Ovarlez, G. (2008). Yield stress and elastic modulus of suspensions of noncolloidal particles in yield stress fluids. *Journal of Rheology*, 52, 287-313
79. Marangoni, A.G. (2002). The nature of fractality in fat crystal networks. *Trends in Food Science & Technology*, 13, 37-47
80. Marangoni, A.G., Rousseau, D. (1998). The influence of chemical interesterification on the physicochemical properties of complex fat systems. 3. Rheology and fractality of the crystal network. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 75, 1633-1636
81. Marangoni, A.G., Rousseau, D. (1999). Plastic fat rheology is governed by the fractal nature of the fat crystal network and by crystal habit, in: *Physical properties of fats, oils and emulsifiers*, Ed: Widlak, N., AOCS Press, Champaign IL
82. Marc, J.E.C., van der Maarel, van der Veen, B., Uitdehaag, J.C.M., Leemhuis, H., Dijkhuizen, L. (2002). Properties and applications of starch-converting enzymes of the α -amylase family. *Journal of Biotechnology*, 94, 137-155

83. Meullenet, J-F.C., Carpenter, J.A., Lyon, B.G. and Lyon, C.E. (1997). Bi-cyclical instrument for assessing texture profile parameters and its relationship to sensory evaluation of texture. *Journal of Texture Studies*, 28, 101–118
84. Mewis, J., Wagner, N.J. (2009). Thixotropy. *Advances in Colloid and Interface Science*, 147-148, 214-227
85. Monneuse, M.O., Bellisle, F., Koppert, G. (1997). Eating habits, food and health related attitudes and beliefs reported by French students. *European Journal of Clinical Nutrition*, 51, 41–56
86. Mora-Gutierrez, A., Baianu, I.C. (1990). Hydration studies of maltodextrins by proton, deuterium and oxygen-17 nuclear magnetic resonance. *Journal of Food Science*, 55, 462-465
87. Morehouse, A.L., Lewis, C.J. (1985). Low fat spreads. United States Patent, patent number: 4,536,408
88. Morris, C.E. (1984). New applications for maltodextrin. *Food Engineering*, 56, 48-50
89. Mortensen, B.K., Danmark, H. (1981). Firmness of butter measured with a cone penetrometer. *Milchwissenschaft*, 36, 393-395
90. Narine, S.S., Marangoni, A.G. (1999). Relating structure of fat crystal networks to mechanical properties. *Food Research International*, 32, 227–248
91. Narine, S.S., Marangoni A.G. (2001). Elastic modulus as an indicator of macroscopic hardness of fat crystal networks. *Lebensmittelwissenschaft und Technologie*, 34, 33-40
92. Narine, S.S., Marangoni, A.G. (2002). Structure and mechanical properties of fat crystal networks. *Advances in Food and Nutrition Research*, 44, 33–145
93. Nederveen, C.J. (1963). Dynamic mechanical behavior of suspensions of fat particles in oil. *Journal of Colloid Science*, 18, 276–291
94. Padley, F.B. (1997). Chocolate and confectionery fats, in: *Lipid Technologies and Applications*, Ed: Gunstone, F.D., Padley, F.B., Marcel Dekker, New York, 391-432
95. Pajin, B., Karlović, Đ., Omorjan, R., Sovilj, V., Antić, D. (2007). Influence of filling fat type on praline products with nougat filling. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 1203–1207

96. Perrechil, F.A., Santana, R.C., Fasolin, L.H., Silva, C.A.S., Cunha, R.L. (2010). Rheological and structural evaluations of commercial italian salad dressings. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30, 477-482
97. Pietrasik, Z. (1999). Effect of content of protein, fat and modified starch on binding textural characteristics, and colour of comminuted scalded sausages. *Meat Science*, 51, 17-25
98. Podmore, J. (2002). Bakery fats, in: *Fats in food technology*, Ed: Rajah, K.K., Sheffield Academic Press, Sheffield
99. Pollard, J., Kirk, S. F. L., Cade, J. E. (2002). Factors affecting food choice in relation to fruit and vegetable intake. A review. *Nutrition Research Reviews*, 15, 373–387
100. Pompei, C., Casiraghi, E., Lucisano, M., Zanoni, B. (1988). Development of two imitative methods of spreadability evaluation and comparison with penetration tests. *Journal of Food Science*, 53, 597–602
101. Prentice, J.H. (1972). Rheology and texture of dairy products. *Journal of Texture Studies*, 3, 415-458
102. Prindiville, E.A., Marshall, R.T., Heymann, H. (2000). Effect of milk fat, cocoa butter, and whey protein fat replacers on the sensory properties of lowfat and nonfat chocolate ice cream. *Journal of Dairy Science*, 83, 2216-2223
103. Pszezola, D.E. (1991). Carbohydrate-based ingredient performs like fat for use in a variety of food applications. *Food Technology*, 45, 262-264
104. Reineccius, G.A. (1991). Carbohydrates for flavour encapsulation. *Food Technology*, 144-149
105. Rohm, H., Ulberth, F. (1989). Use of magnitude estimation in sensory texture analysis of butter. *Journal of Texture Studies*, 20, 409-418
106. Rohm, H., Weidinger, K.H. (1993). Rheological behaviour of butter at small deformations. *Journal of Texture Studies*, 24, 157–172
107. Roller, S., Jones, S.A. (1996). *Handbook of fat replacers*, CRC Press, New York
108. Rousseau, D., Hill, A.R., Marangoni, A.G. (1996). Restructuring butterfat through blending and chemical interesterification. 3. Rheology. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73, 983–989

109. Rousseau, D., Marangoni, A.G. (1998). The effects of chemical and enzymatic interesterification on the physical and sensory properties of butterfat-canola oil spreads. *Food Research International*, 31, 381-388
110. Rozin, P., Fischler, C., Imada, S., Sarubin, A., Wrzesniewski, A. (1999). Attitudes to food and the role of food in life in the U.S.A., Japan, Flemish Belgium and France. Possible implications for the diet-health debate. *Appetite*, 33, 163–180
111. Rozin, P., Kurzer, N., Cohen, A.B. (2002). Free associations to “food”. The effects of gender, generation, and culture. *Journal of Research in Personality*, 36, 419–441
112. Sahin, S., Sumnu, S.G. (2006). *Physical Properties of Foods*. Springer Science+Business Media LLC, New York
113. Sanchez, C., Klopfenstein, C.F., Walker, C.E. (1995). Use of carbohydrate-based fat substitutes and emulsifying agents in reduced-fat shortbread cookies. *Cereal Chemistry*, 72, 25-29
114. Sato, K. (2001). Crystallization behaviour of fats and lipids — a review. *Chemical Engineering Science*, 56, 2255-2265
115. Sato, K., Ueno, S. (2011). Crystallization, transformation and microstructures of polymorphic fats in colloidal dispersion states. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, 16, 384–390
116. Schramm, G. (2004). *A practical approach to rheology and rheometry* 2nd edition. Thermo Electron GmbH, Karlsruhe
117. Scott-Blair, G.W. (1958). Rheology in food research. *Advances in Food Research*, 8, 1–61
118. Shahidi, F. (2005). *Bailey's industrial oil and fat products*, sixth edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
119. Shahidi, F., Han, X.Q. (1993). Encapsulation of food ingredients. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 33, 501-547
120. Smith, K.W. (2001). Cocoa butter and cocoa butter equivalents, in: *Structured and Modified Lipids*, Ed: Gunstone, F.D., Marcel Dekker, New York
121. Srichuwong, S., Sunarti, T.C., Mishima, T., Isono, N., Hisamatsu, M. (2005). Starches from different botanical sources II: Contribution of starch structure to swelling and pasting properties. *Carbohydrate Polymers*, 62, 25–34

122. Staley, A.E. (1993). Anti-staling fat mimetic: too good to be true?, Prepared Foods, 160, 133-134
123. Steeneken, P.A.M., Woortman, A.J.J., (2009). Superheated starch: A novel approach towards spreadable particle gels. Food Hydrocolloids 23, 394–405
124. Steffe, J. (1996). Rheological methods in food process engineering, second Edition, Freeman Press, East Lansing
125. Steptoe, A., Pollard, T.M., Wardle, J. (1995). Development of a measure of the motives underlying the selection of food. The food choice questionnaire. Appetite, 25, 267–284
126. Striegel, A.M., Plattner, R.D., Willet, J.L. (1998). Effect of branching on chromatographic behavior of dendrimers vs. Linear polysaccharides. Polymer Preprint, 39, 727-728
127. Sudha, M.L., Srivastava, A.K., Vetrmani, R., Leelavathi, K. (2007). Fat replacement in soft dough biscuits: Its implications on dough rheology and biscuit quality. Journal of Food Engineering, 80, 922–930
128. Sudha, M.L., Vetrmani, R., Leelavathi, K. (2006). Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. Journal of the Science of Food and Agriculture, 86, 706–712
129. Swinkels, J.J.M. (1985a). Sources of starch, its chemistry and physics, in: Starch Conversion Technology, Ed: van Beynum, G.M.A. and Roels, J.A., Marcel Dekker, New York
130. Swinkels, J.J.M. (1985b). Composition and properties of commercial native starches. Starch/Stärke, 37, 1-5
131. Szczesniak, A.S. (1966). Texture measurements. Food Technology, 20, 52–58
132. Tang, D., Marangoni, A.G. (2008). Fractal dimensions of simulated and real fat crystal networks in 3D Space. Journal of the American Oil Chemists' Society, 85, 495–499
133. The TA.XTPlus Texture Analyser 2004. Application study for TA.XT.Plusta.Hdplus, StableMicro Systems Ltd., Vienna Court, Lammas Road, Godalming, Surrey.GU7 1YL.
134. Tolstoguzov, V. (2001). Some thermodynamic considerations in food formulation. Food Science and Biotechnology, 10, 576–582

135. Tolstoguzov, V. (2002). Thermodynamic aspects of biopolymer functionality in biological systems, foods, and beverages. *Critical Reviews in Biotechnology*, 22, 89-174
136. Tolstoguzov, V. (2003). Some thermodynamic considerations in food formulation – a review. *Food Hydrocolloids*, 17, 1-23
137. Traitler, H., Windhab, E.J., Wolf, B. (2000). Process for manufacturing chocolate compositions containing water. United States Patent, patent number: 6,165,540
138. Underdown, J. (1997). Low fat spread. United States Patent, patent number: 5,656,323
139. Van den Tempel, M. (1961). Mechanical properties of plastic disperse systems at very small deformations. *Journal of Colloid Science*, 16, 284–296
140. Van den Tempel, M. (1979). Rheology of concentrated suspensions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 71, 18–20
141. Wang, Y.J., Wang, L. (2000). Structures and properties of commercial maltodextrin from corn, potato and rice starches. *Starch/Stärke*, 52, 296-304
142. Wang, B., Wang, L., Li, D., Zhou, Y., Özkan, N. (2011). Shear-thickening properties of waxy maize starch dispersions. *Journal of Food Engineering*, 107, 415–423
143. Wansink, B. (2003). Response to “measuring consumer response to food products”. Sensory tests that predict consumer acceptance. *Food Quality and Preference*, 14, 23–26
144. Wennermark, M. (1993). Finished Product Design: Confectionery fats. Proceedings of the World Conference on Oilseed Technology and Utilization, The American Oil Chemists Society, Budapest, Hungary, 209-213
145. White, D.R., Hudson, P., Adamson, J.T. (2003). Dextrin characterization by high-performance anion-exchange chromatography-pulsed amperometric detection and size exclusion chromatography-multi-angle light scattering-refractive index detection. *Journal of Chromatography A*, 997, 79-85
146. Wright, A.J., Scanlon, M.G., Hartel, R.W., Marangoni, A.G. (2001). Rheological properties of milk fat and butter. *Journal of Food Science*, 66, 1056–1071
147. Wylie-Rosett, J. (2002). Fat Substitutes and Health. An Advisory From the Nutrition Committee of the American Heart Association, 2800-2804

148. Yankov, D., Dobрева, E., Beschkov, V., Emanuilova, E. (1986). Study of optimum conditions and kinetics of starch hydrolysis by means of thermostable α -amylase. *Enzyme and Microbial Technology*, 8, 665-667
149. Zhang, L., Ueno, S., Miura, S., Sato, K. (2007). Binary phase behavior of 1, 3-dipalmitoyl-2-oleoyl-glycerol and 1, 2-dioleoyl-3-palmitoyl-rac-glycerols. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84, 219–227
150. Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Tzia, C. (2002a). Textural properties of low-fat cookies containing carbohydrate- or protein-based fat replacers. *Journal of Food Engineering*, 55, 337–342
151. Zoulias, E.I., Oreopoulou, V., Kounalaki, E. (2002b). Effect of fat and sugar replacement on cookie properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82, 1637–1644
152. www.fujioileurope.com/products/Confectionary/Filling.htm
153. http://www.ifnh.ethz.ch/vt/research/former_phds/DH/index

Prilog

Prilog 1

Tabela P.1.1. Površine tiksotropnih petlji (A) rastvora/gela maltodekstrina

Koncentracija i vrsta maltodekstrina	A (0h)	A (24h)
10% M040	-3,66	20,76
10% 01970	41,9	996,32
15% 01970	-5,49	6902,87
20% 01970	-20,53	41692,23
10% N-Lite D	-3,66	5011,22
15% N-Lite D	-382,67	82151,68
20% N-Lite D	-2298,02	/
10% Glucidex 1	1,74	-0,9
15% Glucidex 1	8,18	1211,21
20% Glucidex 1	-9,07	46546,12

Tabela P.1.2. Površine tiksotropnih petlji (A) smeše namenske biljne masti i rastvora/gela maltodekstrina u odnosu 9:1

Koncentracija i vrsta maltodekstrina	A (0h)	A (24h)	A (sa mdx 24h)
10% M040	25860,69	18994,12	16260,07
10% 01970	30953,75	20347,21	30177,53
15% 01970	17171,97	11719,73	21859,67
20% 01970	13024,75	17772,98	23177,22
10% N-Lite D	9126,11	32578,69	17616,43
15% N-Lite D	8063,5	20983,32	19252,27
20% N-Lite D	29152,62	31308,13	3058,91
10% Glucidex 1	3510	11291,16	13157,61
15% Glucidex 1	14789,61	16366,18	18882,49
20% Glucidex 1	14544,29	14245,76	29088,75

Prilog 2

Tabela P.2.1. Teksturine osobine smeša namenske biljne masti i gela maltodekstrina

Zamena masti (%)	Čvrstoća (g)
0	584,63
16,7%	
15% 01970	496,74
20% 01970	318,84
15% N-Lite D	532,99
20% N-Lite D	523,58
33,3%	
15% 01970	244,47
20% 01970	328,69
15% N-Lite D	528,05
20% N-Lite D	510,52
50%	
15% 01970	227,15
20% 01970	250,56
15% N-Lite D	/
20% N-Lite D	466,64

Tabela P.2.2. Teksturane osobine masnih punjenja

Zamena masti (%)	Čvrstoća (g)
0	1493,54
5%	
15% 01970	4942,38
20% 01970	4016,52
15% N-Lite D	5794,22
20% N-Lite D	3400,05
10%	
15% 01970	11206,78
20% 01970	9253,2
15% N-Lite D	13773,38
20% N-Lite D	13405,1
15%	
15% 01970	16699,83
20% 01970	15046
15% N-Lite D	/
20% N-Lite D	19071,98

Tabela P.2.3. Razlike parametara boje između kontrolnog (k) i uzoraka masnog punjenja sa redukovanim sadržajem masti (r)

Zamena masti (%)	$L^*_k - L^*_r$	$a^*_k - a^*_r$	$b^*_k - b^*_r$
0	0	0	0
5			
15% 01970	1,29619	-0,75667	-0,00667
20% 01970	0,838571	-0,64286	-0,11857
15% N-Lite D	1,25619	-0,65167	0,023333
20% N-Lite D	0,989524	-0,76667	-0,14833
10			
15% 01970	3,251429	-1,14571	1,12
20% 01970	2,849524	-0,69833	1,66
15% N-Lite D	2,19619	-0,99	0,64
20% N-Lite D	3,15119	-0,97167	1,368333
15			
15% 01970	4,54619	-1,26333	2,013333
20% 01970	4,487857	-1,545	1,385
15% N-Lite D	/	/	/
20% N-Lite D	4,11	-1,41286	1,367143

Tabela P.2.4. Senzorska ocena - ukupan broj bodova

Zamena masti (%)	Ukupan broj bodova
0	18,23
5%	
15% 01970	17,83
20% 01970	20
15% N-Lite D	19,27
20% N-Lite D	19,27
10%	
15% 01970	13,53
20% 01970	16,7
15% N-Lite D	14,3
20% N-Lite D	14,55
15%	
15% 01970	15,67
20% 01970	13,87
/	/
20% N-Lite D	14,27

Tabela P.2.5. Senzorna ocena - Kvantitativna deskriptivna analiza

Zamena masti (%)	izgled, boja površina	Konzistencija, tekstura	žvakljivost, topivost	miris	ukus
0	5	4	4,83	4,5	4,5
5%					
15% 01970	4,42	4,5	4,25	4,58	4,58
20% 01970	5	5	5	5	5
15% N-Lite D	4,75	4,75	4,75	4,92	4,92
20% N-Lite D	4,67	4,75	4,83	5	4,83
10%					
15% 01970	3	2,17	3	5	4
20% 01970	4,08	4,25	4,08	4,33	4,17
15% N-Lite D	3,33	3,33	3,5	3,83	3,83
20% N-Lite D	3,67	3,17	3,08	4,42	4,08
15%					
15% 01970	3,17	3,5	3,67	4,67	4,5
20% 01970	3,17	3	3,33	4	3,83
15% N-Lite D	/	/	/	/	/
20% N-Lite D	3,25	3,33	2,92	4,42	4,08

Tabela P.2.6. Prosečna ocena ukusa, mirisa i teksture dobijene od strane potrošača

Zamena masti	ukus	miris	tekstura
0	4,13±0,96	3,63±1,03	4,25±0,936
5% maltodekstrinskog gela 01970 koncentracije 20%	4,09±0,685	4,12±0,743	4,10±0,736
15% maltodekstrinskog gela 01970 koncentracije 20%	4,09±0,728	4,06±0,879	3,79±0,923

Prilog 3

Ispitivanje ponašanja potrošača

Opšta pitanja o profilu anketirane osobe:

1. Pol

- muškarac
- žena

2. Godine

- ispod 30 godina
- 31-50 god
- Preko 51

3. Obrazovanje (završio ili trenutno pohađa)

- Osnovna škola i srednja škola
- Viša škola i fakultet

4. Broj članova domaćinstva: _____

5. Kolika su prosečna mesečna primanja vaše porodice (zbir svih primanja)?

- Niska - manja od 50.000 din.
- Srednja - 50.000-100.000 din.
- Viša - 100.000 din.

6. Da li je vaša profesionalna orijentacija u vezi sa pravilnom ishranom i/ili očuvanjem zdravlja?

- Da, radim kao lekar/medicinska sestra
- Da, radim kao nutricionista
- Da, radim kao farmaceut/farmaceutski tehničar
- Da, bavim se hemijom i tehnologijom prehrambenih proizvoda
- Da, radim kao fitnes instruktor
- Ne

Pitanja vezana za ishranu:

7. Unesite podatke o Vašoj visini i težini? **Indeks telesne mase**

- < 18,5 neuhranjeni

- 18,5- 24,9 optimalni
- >25-30 prekomerni

8. Da li su u Vašoj ishrani zastupljeni proizvodi koje nose određenu nutritivnu izjavu (*smanjena energetska vrednost, bez dodatka šećera, smanjen sadržaj natrijuma (soli), smanjen sadržaj masti, bez zasićenih masnih kiselina, visok sadržaj vlakana i sl.*)?

- Da
- Ne
- Ne znam

9. Ako ste pod 9 označili DA navedite razlog?

- da poboljšam opšte stanje organizma
- da poboljšam zdravstveno stanje
- da smršam

10. Da li verujete da konzumiranje niskoenergetskih proizvoda (lite i dijet margarini i majonezi, posni jogurt i mleko – sa manje od 0,5% masti) može da ima pozitivan uticaj na zdravlje?

- Da, pomaže kao prevencija kod kardiovaskularnih oboljenja (bolesti srca i krvnih sudova, povišenog holesterola) i gojaznosti
- Mislim da nema poseban uticaj na zdravlje, osim što pomaže kod održavanja telesne težine
- Mislim da su niskoenergetski proizvodi samo marketinški trik
- Ne verujem
- Ne znam

11. Pri kupovini sledećih proizvoda u supermarketu koliko često kupujete proizvode sa smanjenim sadržajem masti. Za svaki proizvod označi jednu od ponuđenih opcija.

Mleko	<input type="checkbox"/> Uvek kupujem masnije mleko (preko 1,8% mlečne masti)	<input type="checkbox"/> Uvek kupujem delimično obrano (1,5-1,8% masti) ili obrano mleko (max 0,5% masti)	<input type="checkbox"/> Ponekad kupim obrano a ponekad punomasno mleko	<input type="checkbox"/> Ne obraćam pažnju šta uzimam kad kupujem	<input type="checkbox"/> Ne konzumiram mleko
Jogurt	<input type="checkbox"/> Uvek kupujem punomasni jogurt (3,5 do 4% mlečne masti)	<input type="checkbox"/> Uvek kupujem slabomasni jogurt (1,5 do 1,8% mlečne masti) ili posni jogurt (max. 0,3% mlečne masti)	<input type="checkbox"/> Ponekad kupim posni a ponekad punomasni	<input type="checkbox"/> Ne obraćam pažnju šta uzimam kad kupujem	<input type="checkbox"/> Ne konzumiram jogurt

Margarin Uvek kupujem punomasni namaz Uvek kupujem namaz sa smanjenim sadržajem masti (dijet, lite) Ponekad kupim sa smanjenim sadržajem masti a ponekad punomasni Ne obraćam pažnju šta uzimam kad kupujem Ne konzumiram margarin

Majonez Uvek kupujem punomasni Uvek kupujem majonez sa smanjenim sadržajem masti (dijet, lite) Ponekad kupim sa smanjenim sadržajem masti a ponekad punomasni Ne obraćam pažnju šta uzimam kad kupujem Ne konzumiram majonez

12. Zbog čega konzumirate punomasne proizvode označite razloge (moguće više odgovora)?

- Imaju bolji ukus
- Lepše izgledaju
- Imaju bolju teksturu
- Manja cena
- Lakše ih je naći u supermarketu od niskoenergetskih
- Ne konzumiram punomasne proizvode
- Ne znam
- Zdraviji su

13. Zbog čega konzumirate niskoenergetske proizvode označite razloge (moguće više odgovora)?

- Imaju bolji ukus
- Lepše izgledaju
- Imaju bolju teksturu
- Dobar odnos cena/zdravstveni efekat
- Zdraviji su
- Lekar/nutricionista mi je preporučio da ih koristim
- Čuo/la sam od prijatelja, pročitao/la u novinama, internetu i dr. da su bolji od punomasnih
- Pomažu mi da regulišem težinu
- Uklapaju se u moj stil života
- Ne konzumiram niskoenergetske proizvode
- Ne znam

14. Koliko puta nedeljno konzumirate konditorske proizvode (keks, čokolada, kremovi)?

- Ne konzumiram ih uopšte
- 1 – 2
- Svaki drugi dan
- Svaki dan

15. Da li biste voleli da u supermarketima možete pronaći konditorske proizvode sa smanjenim sadržajem masti (niskoenergetske)?

- Da
- Ne
- Ne znam

16. Ako ste pod 15 označili DA navedite koji konditorski proizvod sa smanjenim sadržajem masti biste najviše voleli da nađete u supermarketu?

- Keks (npr. Petit Beurre, čajna peciva, Plazma, Wellness keks i dr.)
- Keks sa čokoladnim punjenjem (npr. Noblice, Moto keks, napolitanke i dr)
- Čokolada
- Krem (npr. Eurokrem, Nutella, i dr.)