

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**DOKTORSKA DISERTACIJA**

**Olgica Radočaj**

**NOVI SAD, 2011.**

Doktorska disertacija

**OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE  
NAMAZA SA VISOKIM SADRŽAJEM OMEGA MASNIH KISELINA  
UPOTREBOM POGAČE SEMENA  
ULJANE TIKVE GOLICE**

Mr Olgica F. Radočaj

Mentor

Prof. dr Etelka Dimić

Novi Sad, 2011.

# Zahvalnica

Koristim ovu priliku da se srdačno zahvalim svom mentoru, prof. dr Etelki Dimić, na svesrdnoj i veoma profesionalnoj podršci u svim fazama izrade ove disertacije. Bilo mi je izuzetno zadovoljstvo da saradujem sa ovim vrhunskim stručnjakom u oblasti tehnologije ulja i masti i da steknem nova saznanja u radu sa njom. Prof. dr Etelka Dimić je fantastičan saradnik i mentor, sa ličnim osobinama koje poseduju ugledni i visoko priznati profesori van naše zemlje, te smatram da je rad sa njom na ovoj doktorskoj disertaciji bila posebna privilegija.

Zahvaljujem se članovima komisije, dr. Nataši Džinić i dr. Janošu Berenjiju na korisnim sugestijama u toku završne faze izrade ovog rada.

Osim toga, beskrajno se zahvaljujem svojoj porodici, svom suprugu Lazi i ćerki Tamari, koji su me iskreno i svakodnevno podržavali za sve vreme trajanja ovog, meni tako važnog, projekta.

Posebno se zahvaljujem svojoj sestri Biljani koja je imala veoma važnu ulogu u višestepenom pregledu disertacije i leksičkim korekcijama.

## SPISAK SKRAĆENICA

Abr	anidinski broj
AK	amino kiselina
ALA	alfa-linolenska masna kiselina
ANOVA	analiza varijanse
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
AOCS	American Oil Chemists Society
BV	biološka vrednost
CHTA	Canadian Hemp Trade Association
CIE	Commission Internationale de l'Eclairage
CS	hemijska ocena
CV	koeficijent varijacije
DE	ekvivalent dekstroze
DHA	dokosaheksaenska masna kiselina
EAK	esencijalne amino kiseline
EAAI	Essential Amino Acid Index
EMK	esencijalne masne kiseline
EPA	eikosapentaenska masna kiselina
ERH	ekvilibrium relativne vlažnosti
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Food and Drug Administration
HDL	lipoprotein visoke gustine
HO	konopljino ulje
HOSO	visoko-oleinsko suncokretovo ulje
ICP/AES	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry
IDF	nerastvorljiva dijetalna vlakna
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
LA	linolna masna kiselina
LDL	lipoprotein niske gustine
MK	masna kiselina
MNMK (MUFA)	mononezasićene masne kiseline
NI	Nutritional Index
NSI	indeks rastvorljivosti azota
OAI	indeks apsorpcije ulja
ORAC	Oxygen Radical Absorbing Capacity
OSI	indeks oksidativne stabilnosti
PBK	kikiriki maslac
Pbr	peroksidni broj
PER	indeks iskorišćenja proteina
PNMK (PUFA)	polinezasićene masne kiseline
PSO	ulje semena tikve
RDA	preporučena dnevna količina
RSM	metodologija odzivnih površina
s. m.	suva materija
SDF	rastvorljiva dijetalna vlakna

THC	tetrahydrocannabinol
TPA	analiza profila teksture
USDA	United States Department of Agriculture
UV/VIS	ultravioletni/vidljivi spektar
WAI	indeks apsorpcije vode
WHO	World Health Organization
WSI	indeks rastvorljivosti u vodi
ZMK (SAFA)	zasićene masne kiseline

**UNIVERZITET U NOVOM SADU  
TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA  
INFORMACIJA**

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Mr Olgica Radočaj, dipl. inž. tehnologije
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Dr Etelka Dimić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta, Univerzitet u Novom Sadu
Naslov rada: NR	OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG PROCESA PROIZVODNJE NAMAZA SA VISOKIM SADRŽAJEM OMEGA MASNIH KISELINA UPOTREBOM POGAČE SEMENA ULJANE TIKVE GOLICE
Jezik publikacije: JP	Srpski (Latinica)
Jezik izvoda: JI	Srpski/engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2011
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1
Fizički opis rada: FO	Broj poglavlja: 7 Strana: 230 Literaturnih citata: 246 Tabela: 25 Slika: 66 Priloga: 1

Naučna oblast: NO	Prehrambena tehnologija
Naučna disciplina: ND	Tehnologija biljnih ulja i masti
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Optimizacija, namaz, omega masne kiseline, pogača semena uljane tikve golice
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Srbija
Važna napomena: VN	Nema
Izvod: IZ	<p>Cilj istraživanja u okviru ove teze je bio da se ispita mogućnost upotrebe pogače uljane tikve golice, nusproizvoda pri proizvodnji devičanskog ulja, za proizvodnju namaza sličnom kikiriki maslacu, kako po spoljašnjem izgledu i teksturi, tako i po reološkoj stabilnosti. Namazi su formulisani tako da imaju visok sadržaj omega-6 i omega-3 masnih kiselina, uz njihov izbalansirani odnos prema principima kvalitetne ishrane i preporukama nutricionista, prijatna senzorska svojstva i dobru oksidativnu stabilnost. Upotrebom dvo-faktorskog eksperimentalnog dizajna na pet nivoa i metode odzivnih površina, kao i statističke analize podataka, izvršena je optimizacija tehnološkog procesa za proizvodnju namaza sa definisanim poželjnim funkcionalnim karakteristikama proizvoda sa nutricionističkog i teksturalnog aspekta. Rezultati su pokazali da je pogača (na 100 g proizvoda) veoma bogata mineralima, uz izuzetno visok sadržaj fosfora, gvožđa, magnezijuma i cinka koji prevazilazi 100% dnevnih potreba prema Pravilniku (2004), a takođe sadrži i velike količine mangana, kalijuma i bakra, te opravdava valorizaciju iste za proizvodnju nutritivno visokovrednog namaza. Devičansko tikvino ulje, poreklom iz pogače, je znatno doprinelo i nutritivnoj vrednosti namaza, budući da je isto bogato omega-6 masnim kiselinama (51.04%) i <math>\gamma</math>-tokoferolima (704 mg/kg). Konopljinu ulje je veoma uticalo na senzornu ocenu namaza, pre svega na ukus i teksturu, kao i na oksidativnu stabilnost. Ustanovljeno je da rok trajanja namaza zavisi od stepena oksidacije ulja u</p>

	<p>njegovom sastavu, pre svega od količine i kvaliteta konopljinog ulja, i može biti najduže do 6 meseci pri sobnoj temperaturi čuvanja. Utvrđeno je da izdvajanje ulja na površini namaza zavisi od količine dodatog stabilizatora, a najbolji rezultati su postignuti dodatkom 1.6% stabilizatora. Optimalna vrednost za dobijanje namaza najprihvatljivijeg nutritivnog i senzornog kvaliteta, oksidativne stabilnosti i teksture, je sadržaj stabilizatora od 1.2-1.4% uz 40-60% dodatog konopljinog ulja u masnu fazu proizvoda. Svi proizvedeni namazi su sadržali esencijalnu omega-3 masnu kiselinu uz mogućnost deklarisanja kao „izvor omega-3 polinezasićenih masnih kiselina“, od kojih su pojedini uzorci imali vrlo visok sadržaj (0.98 i 1.24 g) po konzumnoj jedinici (15 g). Svi proizvedeni namazi su sadržali i omega-6 masne kiseline, od kojih su pojedini uzorci imali visok sadržaj po konzumnoj jedinici (2.5-3 g), uz mogućnost deklarisanja kao „izvor omega-6 polinezasićenih masnih kiselina“. Svi namazi (izuzev jednog) su imali odlično izbalansiran odnos između omega-6 i omega-3 masnih kiselina (2-3:1).</p>
Datum prihvatanja teme od strane NN Veća: DP	30.10. 2009.
Datum odbrane: DO	2011. godine
Članovi komisije: (Naučni stepen/Ime i prezime/Zvanje/Fakultet) KO	Predsednik: Dr Natalija Džinić, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, Univerzitet u Novom Sadu Član (mentor): Dr Etelka Dimić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta u Novom Sadu, Univerzitet u Novom Sadu Član: Dr Janoš Berenji, redovni profesor Fakulteta za biofarming u Bačkoj Topoli, Univerzitet Megatrend u Beogradu



**UNIVERSITY OF NOVI SAD  
FACULTY OF TECHNOLOGY**

**KEY WORD  
DOCUMENTATION**

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monographic documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph.D. thesis
Author: AU	Radočaj F. Olgica, M.Sc.
Mentor: MN	Etelka B. Dimić, Ph.D., Full Professor, Faculty of Technology, Novi Sad, University of Novi Sad
Title: TI	OPTIMIZATION OF TECHNOLOGY OF HULL-LESS PUMPKIN PRESS-CAKE SPREAD RICH IN OMEGA FATTY ACIDS
Language of text: LT	Serbian (Latin)
Language of abstract: LA	Serbian (Latin)/English
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Publication year: PY	2011
Publisher: PU	Author's reprint
Publication place: PP	Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia

Physical description: PD	Chapters: 7 Pages: 230 References: 246 Tables: 25 Figures: 66 Supplements: 1
Scientific field SF	Food technology
Scientific discipline SD	Technology of edible oils and fats
Subject, Key words SKW	Optimization, spread, omega fatty acids, hull-less pumpkin press-cake
UC	
Holding data: HD	Library of Faculty of Technology, Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1, 21000 Novi Sad, Serbia
Note: N	None
Abstract: AB	<p>The goal of this research was to investigate the possible use of hull-less pumpkin seed oil press cake, a by-product of the pumpkin seed oil pressing process, for the manufacturing of a spread. The spread would be similar to a peanut butter, in appearance, texture and rheological stability. Spreads were formulated in such way that they would have pleasant sensory attributes, good oxidative stability with a high omega-6 and omega-3 fatty acids content, while providing their balanced ratio based on modern healthy food principles as recommended by nutritionists. Optimization of the spread manufacturing technology was conducted based on the results of the two factorial experimental design on five levels using response surface methodology and statistical analysis (ANOVA). Desirable functional characteristics of the spreads were defined based on nutritional and textural attributes. Results have shown that pumpkin seed oil press cake (per 100 g) is very rich in minerals, especially phosphorus iron, magnesium and zinc that exceeds recommended daily intake (Pravilnik, 2004) over 100%. In addition, it contains high amounts of manganese, potassium and copper, which justifies the use of the seed oil press cake for investigation of the possibility for its use in nutritious spread manufacturing. Cold pressed hull-less pumpkin oil significantly contributed to the nutritional value of the spreads, since it is rich in omega-6 fatty</p>

	<p>acids (51.04%) and <math>\gamma</math>-tocopherols (704 mg/kg). Hemp oil had a significant effect on the sensory evaluation of the spreads, primarily on the taste and texture, as well as the oxidative stability of the spreads. It was confirmed that the shelf life of the spreads depended on the oxidation of the oils present in the spread, and primarily depended on the hemp oil quantity and quality. All spreads had a shelf life of maximum 6 months at ambient temperature. It was also confirmed that oil separation on the spreads' surface depended on the amount of added stabilizer, where the best results were achieved with the addition of 1.6% stabilizer. Considering nutritional value, sensory evaluation, oxidative stability and texture, the optimal spreads were made using the stabilizer at 1.2-1.4% and hemp oil at 40-60% added to the fatty phase of the spread. All prepared spreads contained omega-3 essential fatty acid that could be declared as a "source of omega-3 polyunsaturated fatty acids". Few samples had a very high content of omega-3 fatty acids (0.98 and 1.24 g) per serving size 15 g). In addition, all prepared spreads contained omega-6 fatty acids, where some samples had a high content of omega-6 fatty acids per serving size (2.5-3 g), and could be declared as a "source of omega-6 polyunsaturated fatty acids". All prepared spreads (except one) had a well balanced ratio between omega-6 and omega-3 fatty acids (2-3:1).</p>
Accepted on Scientific Board on: AS	30 <sup>th</sup> October 2009
Defended: DE	2011
Thesis Defend Board: DB	<p>President: Dr. Natalija Džinić, Assoc. Prof., Faculty of Technology, University of Novi Sad  Member (mentor): Dr. Etelka Dimić, Full Prof., Faculty of Technology, University of Novi Sad  Member: Dr. Janoš Berenji, Full Prof., Faculty of biofarming in Bačka Topola, Megatrend University of Belgrade</p>

# Sadržaj

	Strana
<b>1. UVOD</b>	17
<b>2. PREGLED LITERATURE</b>	19
<b>2.1. Značaj iskorišćenja nusproizvoda prehrambene industrije</b>	19
<b>2.2. Poreklo i vrste semena uljane tikve</b>	20
<b>2.3. Postupci dobijanja ulja i pogače semena uljane tikve</b>	26
<b>2.4. Lipidi kao sastavni deo ishrane</b>	28
2.4.1. Uloga lipida i esencijalnih masnih kiselina u pravilnoj ishrani	29
2.4.2. Uloga antioksidanata, minornih sastojaka i sastava masnih kiselina na oksidativnu stabilnost ulja	34
2.4.3. Oksidacija ulja i metode za praćenje njegovog kvaliteta	37
<b>2.5. Osnovne karakteristike ulja i proteina semena uljane tikve</b>	39
2.5.1. Sastav, kvalitet, sadržaj i stabilnost tokoferola i ulja	39
2.5.2. Kvalitet, struktura i nutritivna vrednost proteina i sastav minerala	44
2.5.3. Funkcionalne karakteristike proteina uljarica i pogače semena tikve	51
2.5.4. Farmakološka i medicinska vrednost biološki aktivnih komponenata semena tikve	53
2.5.5. Pregled proizvoda dobijenih upotrebom ulja i pogače	

semena tikve	55
<b>2.6. Tekstura i reološke osobine prehrambenih proizvoda sa posebnim osvrtom na namaze</b>	<b>57</b>
2.6.1. Primarne i sekundarne reološke osobine teksture prehrambenih proizvoda	63
<b>2.7. Izbor komponenata za namaze na bazi ulja</b>	<b>66</b>
2.7.1. Osnovne karakteristike konopljinog ulja i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza	67
2.7.2. Osnovne karakteristike suncokretovog visoko-oleinskog ulja i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza	70
2.7.3. Osnovne karakteristike chia semena i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza	71
2.7.4. Osnovne karakteristike zaslađivača i drugih dodataka i njihov doprinos senzornim i reološkim karakteristikama namaza	74
<b>2.8. Karakteristike namaza pripremljenog upotrebom orašica i drugih sirovina</b>	<b>75</b>
2.8.1. Sastav i parametri proizvodnje namaza	75
2.8.2. Aditivi za sprečavanje izdvajanja ulja iz namaza	76
2.8.3. Analitičke metode ispitivanja kvaliteta namaza	78
2.8.4. Senzorno ocenjivanje namaza	80
<b>2.9. Skladištenje i rok trajanja ulja i namaza na bazi ulja</b>	<b>82</b>
<b>2.10. Optimizacija procesa proizvodnje u prehrambenoj industriji</b>	<b>85</b>
2.10.1. Eksperimentalni dizajn i metoda odzivnih površina	85

2.10.2.	Tehnološki proces proizvodnje namaza na bazi uljarica	88
<b>3.</b>	<b>EKSPERIMENTALNI DEO</b>	<b>90</b>
<b>3.1.</b>	<b>Materijal i metode rada</b>	<b>90</b>
3.1.1.	Materijal	90
3.1.2.	Laboratorijski postupak proizvodnje namaza	92
<b>3.2.</b>	<b>Dizajn i plan eksperimenta</b>	<b>100</b>
<b>3.3.</b>	<b>Analitičke metode ispitivanja</b>	<b>102</b>
3.3.1.	Analitičke metode ispitivanja sastava i kvaliteta ulja	103
3.3.2.	Analitičke metode ispitivanja mlevene pogače i određivanje kvaliteta proteina	106
3.3.2.1.	Određivanje kvaliteta proteina	108
3.3.2.2.	Određivanje funkcionalnih osobina mlevene pogače	110
3.3.3.	Metode ispitivanja namaza	111
<b>3.4.</b>	<b>Instrumentalna metoda ispitivanja teksture namaza (TPA)</b>	<b>112</b>
<b>3.5.</b>	<b>Reološka merenja – viskozitet namaza</b>	<b>113</b>
<b>3.6.</b>	<b>Senzorno ocenjivanje namaza</b>	<b>114</b>
<b>3.7.</b>	<b>Nutritivna vrednost namaza</b>	<b>115</b>
<b>3.8.</b>	<b>Statistička obrada rezultata</b>	<b>115</b>
<b>4.</b>	<b>PRIKAZ I DISKUSIJA REZULTATA</b>	<b>117</b>

<b>4.1. Karakteristike polaznih sirovina</b>	117
4.1.1. Sastav, karakteristike i kvalitet konopljinog, visoko-oleinskog suncokretovog i tikvinog ulja	117
4.1.2. Fizičko-hemijske karakteristike mlevene pogače i chia semena i kvalitet proteina pogače	120
<b>4.2. Priprema i karakteristike namaza</b>	128
4.2.1. Spoljašnji izgled namaza	130
4.2.2. Fizičko-hemijske osobine namaza	133
<b>4.3. Statistička obrada podataka i optimizacija procesa</b>	138
4.3.1. Uticaj dodatka konopljinog ulja na količinu mononezasićenih masnih kiselina namaza	139
4.3.2. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu polinezasićenih masnih kiselina namaza	140
4.3.3. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-3 masnih kiselina namaza	141
4.3.4. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-6 masnih kiselina namaza	143
4.3.5. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu vitamina E u namazu	146
4.3.6. Ispitivanja teksture namaza instrumentalnom metodom (TPA)	147
4.3.7. Uticaj dodatka stabilizatora i konopljinog ulja na viskoznost namaza	167
4.3.8. Korelacija između teksturalnih osobina namaza kao odzivnih funkcija	169
4.3.9. Rezultati senzornog ocenjivanja namaza	171

4.3.10.	Korelacija između analitičkog i senzornog ocenjivanja namaza	175
4.4.	Nutritivna vrednost i sadržaj esencijalnih elemenata u namazima	176
<b>4.5.</b>	<b>Skladištenje i rok trajanja namaza</b>	<b>184</b>
4.5.1.	Uticaj količine dodatog stabilizatora na stabilnost emulzije (izdvajanje ulja iz namaza)	184
4.5.2.	Uticaj dodatka konopljinog ulja na kiselost namaza	187
4.5.3.	Uticaj dodatka konopljinog ulja na oksidativnu stabilnost namaza	189
4.5.4.	Ispitivanje promena užeglosti namaza tokom čuvanja (senzorni testovi)	193
4.5.5.	Ispitivanje kvaliteta izdvojenog ulja tokom čuvanja namaza	194
4.5.6.	Promena teksture namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca	197
<b>4.6</b>	<b>Završno razmatranje optimizacije procesa na osnovu rezultata odzivnih funkcija</b>	<b>200</b>
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČCI</b>	<b>202</b>
<b>6.</b>	<b>LITERATURA</b>	<b>207</b>
<b>7.</b>	<b>PRILOG</b>	<b>228</b>
7.1.	Formular za senzornu ocenu	229



## 1. UVOD

U savremenoj koncepciji održivog razvoja i zaštite životne sredine, krajnji cilj svake industrije je proizvodnja sa maksimalnim iskorišćenjem resursa i praktično bez otpada, odnosno realizacija ideje "nulte emisije". Kreiranje industrije sa nultom emisijom je veliki izazov, kako za visoko razvijene zemlje, tako i za zemlje u razvoju. Ovo omogućava održivi razvoj, sigurnu sadašnjost i velike šanse realne budućnosti, s obzirom na to da se istovremeno smanjuje potreba za energijom i materijom.

U svetlu ovih činjenica, iskorišćenje nusproizvoda različitih tehnologija proizvodnje hrane, pa tako i pri preradi semena uljarica, je u svetu odavno postala potreba u smislu proizvodnje novog proizvoda umesto kreiranja otpadaka. Iskorišćenje nusproizvoda je takođe postalo sastavni deo redovnog procesa proizvodnje, kako zbog povećanja efikasnosti prerade, tako i zbog iskorišćenja energije.

Industrija ulja kreira značajne količine otpada koji su, za sada, nedovoljno iskorišćeni. U zavisnosti od vrste i kvaliteta semena uljarica, postupka izdvajanja ulja i kvaliteta dobijenih nusproizvoda, isti bi se mogli upotrebiti ne samo za proizvodnju hrane za životinje, već i za široku paletu proizvoda za ljudsku ishranu.

Istraživanja su pokazala da uz higijenski pristup kompletnom tehnološkom procesu prerade, nusproizvodi određenog procesa mogu posedovati vrlo poželjne karakteristike i kao takvi se iskoristiti za proizvodnju hrane za ljudsku upotrebu.

Od posebnog je značaja korišćenje pogače raznih uljarica dobijene pri preradi semena postupkom presovanja, dakle bez upotrebe organskih rastvarača, pri čemu pogača zadržava povoljna nutritivna svojstva polazne sirovine.

Zbog svojih izuzetno dobrih nutritivnih svojstava i prisustva biološki aktivnih komponenata, seme uljane tikve (*Cucurbita pepo* L.) tipa "golica" (bez semenjače tj. sa tankom semenjačom) se u poslednjih nekoliko godina sve više koristi za proizvodnju ulja presovanjem, korišćenjem kako hidrauličnih, tako i pužnih presa. Neke oblasti Evrope, kao što su Austrija, Slovenija, Hrvatska, Nemačka, Mađarska i Srbija proizvode devičansko tikvino ulje decenijama, dok je Srbija, a posebno Vojvodina, počela nedavno sa intenzivnijom proizvodnjom hladno presovanog ulja

semena tikve golice.

Dosadašnja ispitivanja su pokazala da je pogača semena uljane tikve, kao nusproizvod pri izdvajanju tikvinog ulja, nutritivno vrlo vredna sirovina. Izuzetno je bogata proteinima i esencijalnim amino kiselinama, mineralima kao što su kalijum, magnezijum, kalcijum, mangan, cink, bakar, gvožđe, fosfor, selen, jod, kao i polinezasićenim, omega-6 masnim kiselinama i gama tokoferolima koji potiču iz zaostalog ulja u pogači.

Cilj istraživanja u okviru ove teze je da se ispita mogućnost upotrebe pogače uljane tikve golice za proizvodnju namaza, sličnom veoma popularnom kikiriki maslacu, kako po spoljašnjem izgledu i teksturi, tako i po reološkoj stabilnosti, odnosno, bez izdvajanja ulja na površini. Formulacija namaza bi se bazirala na visokom sadržaju omega-6 i omega-3 masnih kiselina, uz zadovoljavajuću održivost proizvoda i bez prisustva alergena.

Na osnovu dobijenih rezultata, upotrebom dvo-faktorskog eksperimentalnog dizajna na pet nivoa i metode odzivnih površina, kao i statističke analize podataka, izvršiće se optimizacija tehnološkog procesa za proizvodnju namaza sa određenim poželjnim funkcionalnim karakteristikama proizvoda sa nutricionističkog i teksturalnog aspekta. Nutritivni kvalitet namaza će se bazirati na visokom sadržaju proteina, prisustvu esencijalnih omega-6 i omega-3 masnih kiselina i njihovom izbalansiranom odnosu uz prijatna senzorna svojstva i dobru oksidativnu stabilnost proizvoda.

Ovakav novi funkcionalni prehrambeni proizvod na bazi pogače semena uljane tikve golice bi se mogao ponuditi veoma širokom krugu potrošača, uključujući i pojedine kategorije sa specifičnim potrebama (deca, sportisti, bolesnici sa kardiovaskularnim poremećajima i dr.).

## 2. PREGLED LITERATURE

### 2.1. Značaj iskorišćenja nusproizvoda prehrambene industrije

Nusproizvodi nastali u prehrambenoj industriji tokom prerade različitih sirovina se obično bacaju, koriste kao alternativno gorivo ili se upotrebljavaju u aplikacijama kao što su proizvodnja đubriva, hrane za životinje i dr. Prehrambena industrija istražuje načine za iskorišćenje nusproizvoda za dobijanje hrane koja ima dodatne nutricionističke vrednosti, za proizvodnju funkcionalne hrane (koja blagotvorno deluje na određene funkcije u organizmu) ili za hemijsku industriju. Do sada je objavljeno više radova koji se bave tematikom iskorišćenja nusproizvoda, npr. proizvodnja ekstrudiranog snek proizvoda upotrebom otpadaka industrije prerade voća i povrća kao što su kora pomorandže, seme grožđa ili pulpa dobijena ceđenjem paradajza (Yağci and Göğüş, 2008). Stojceska i sar. (2008) su iskoristili nejestivi deo karfiola kao i zaostali materijal nakon fermentacije piva (Stojceska *et al.*, 2008a) za proizvodnju ekstrudiranog snek proizvoda. Dalton i sar. (2006) su istraživali mogućnost upotrebe ribljeg brašna za proizvodnju namaza za sendviče, obogaćenog omega-3 masnim kiselinama za decu školskog uzrasta.

Iskorišćenje nusproizvoda industrije ulja zauzima značajno mesto u nauci i istraživanjima mogućnosti njihove upotrebe. Objavljeno je mnoštvo radova na temu upotrebe pogače semena suncokreta, zaostale kao nusproizvod nakon izdvajanja ulja, od kojih su samo neki ovde spomenuti (Lin and Humber, 1974; Yanez *et al.* 1979; Sineiro *et al.*, 1996; Yorgun *et al.*, 2001; Laufenberg *et al.*, 2004; Evon *et al.* 2009). Novija istraživanja se bave tematikom upotrebe i funkcionalnih osobina proteina soje (Singh *et al.*, 2008) i pogače uljane repice (Khatab and Arntfield, 2009). Ispitivana je takođe i upotreba pogače nakon presovanja kikirikija, pri čemu je potvrđena njena upotreba za proizvodnju ekstrudiranog sneka (Prinyawiwatkul *et al.*, 1995). Jestivi nusproizvodi dobijeni pri izdvajanju ulja različitih uljarica, kao što su soja, uljana repica, suncokret, kokos, pamuk, palma, susam i lan su već našli široku primenu, kako u prehrambenoj, tako i u farmaceutskoj industriji (Pickard, 2005).

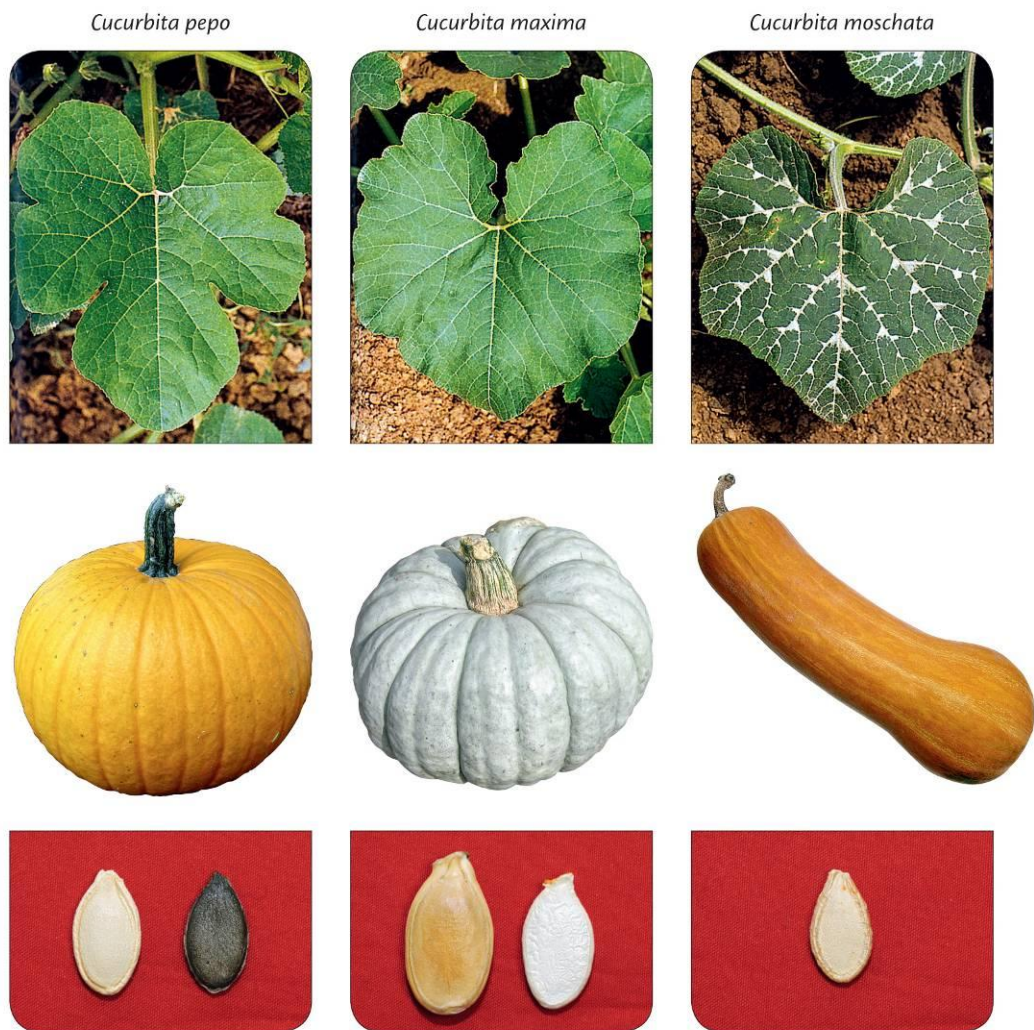
Pogača i brašno dobijeno nakon izdvajanja ulja iz uljarica presovanjem, sadrže značajne količine zaostalog ulja i bogati su proteinima, nutrijentima (vitamini i

karotenoidi), kao i mnogobrojnim mineralima. Međutim, pogača većine uljarica sadrži i nepoželjne sastojke (antinutritivne materije) koji se moraju ukloniti da bi pogača bila prehrambenog kvaliteta (npr. hlorogenska kiselina iz suncokretovog semena, glukozinolati, tanini, sinapin, fitinska kiselina iz uljane repice i dr.).

Pogača dobijena nakon izdvajanja ulja nekih vrsta semena uljarica koje ne sadrže antinutritivne sastojke, kao što je seme uljane tikve golice, ima izraženi potencijal da se iskoristi kao polazna sirovina za proizvodnju obogaćene hrane, funkcionalnih proizvoda, prehrambenih sastojaka ili u farmaceutske svrhe.

## **2.2. Poreklo i vrste semena uljane tikve**

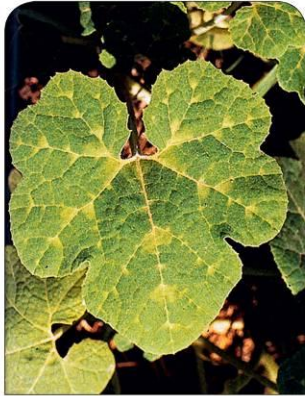
Poreklom iz Amerike, obična tikva (*Cucurbita pepo* L.) i druge *Cucurbita* vrste iz familije *Cucurbitaceae* (vrežaste kulture) se gaje od najranijeg vremena postojanja zemljoradnje, a u poslednjih nekoliko decenija zauzele su vrlo značajno mesto u modernoj ishrani. Vrste iz familije *Cucurbitaceae* obuhvataju grupu biljaka koja se sastoji od najmanje 125 rodova i preko 960 vrsta. Prilagođene su vrlo različitim klimatskim uslovima, tako da se gaje kako u tropskim, tako i subtropskim krajevima. Grupa gajenih tikava obuhvata sledeće: *Cucurbita pepo* L., *C. maxima* Duchesne, *C. moshata* Duchesne, *C. ficifolia* Bouché, *C. argyrosperma* Huber i *Lagenaria siceraria* (Molina) Standl, koje su klasifikovane prema izgledu lista, ploda i semena (Berenji, 2011). *C. pepo* se najviše gaji u Evropi. U Aziji, Africi i Americi se uglavnom gaje *C. moshata* (eng. squash), a i neke druge vrste kao što su *Telfaria occidentalis* Hook (eng. fluted pumpkin) i *C. maxima* (eng. squash, pumpkin). Poznato je da je *C. pepo* otpornija na bolesti i manje podložna kvarenju ploda u poređenju sa drugim vrstama tikava što se svakako reflektuje i u kvalitetu dobijenog ulja iz tikvinog semena (Marković and Bastić, 1976; Fruhwirth and Hermetter, 2007). Izgled različitih vrsta gajenih tikvi, kao i varijabilnost izgleda ploda uljane tikve je prikazan na slikama 1a, 1 b i 2.



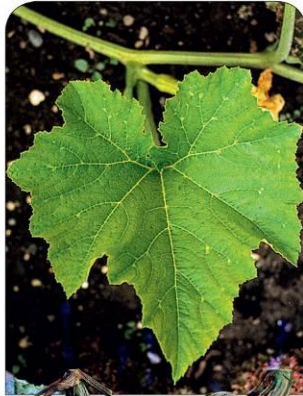
**Slika 1a.** Najvažnije morfološke karakteristike gajenih tikava (Berenji, 2011)

Oblik ploda je u zavisnosti od sorte loptast ili spljošten, ređe valjkast. Kora ploda svih poznatih sorti uljane tikve je glatka ili samo malo naborana. Boja kore mladog ploda je zelena, a zreli plodovi su obojeni raznim nijansama žute, naranđaste ili zelene boje, jednobojni, prošarani ili sa prugama (sl. 2).

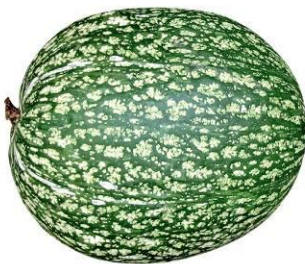
*Cucurbita ficifolia*



*Cucurbita argyrosperma*



*Lagenaria siceraria*



**Slika 1b.** Najvažnije morfološke karakteristike gajenih tikava (Berenji, 2011)



**Slika 2.** Varijabilnost izgleda ploda uljane tikve (Berenji, 2011)

Osim perikarpa, na kojem su takođe vršena ispitivanja sa ciljem dobijanja brašna (Esuoso *et al.*, 1998) i polisaharida-pektina (Košťálová *et al.*, 2009), zrelo seme se sve više koristi kao sneg proizvod, koje može i da se oljušti i kao takvo plasira na tržište. Caramenz *et al.* (2008) su ispitivali primenu postupka alkalne obrade da bi omekšali semenjaču semena, koje bi se moglo konzumirati bez ljuštenja. Međutim, glavna upotrebna vrednost tikvinog semena je za dobijanje ulja, i to prvenstveno u Austriji i jugoistočnim delovima Evrope.

Specijalan izgled semena obične tikve, koji je nastao spontanom prirodnom mutacijom u prvoj polovini devetnaestog veka u Austriji, je tikva golica (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *styriaca*).

Izgled tipičnog polja i ploda uljane tikve golice je prikazan na slici 3.



**Slika 3.** Izgled njive sa zrelim plodovima uljane tikve golice (Berenji, 2011)

Na sl. 4 je prikazan izgled sirovog semena uljane tikve sa ljuskom (a) i uljane tikve golice (b)



**Slika 4.** Izgled sirovog semena uljane tikve sa ljuskom (a) i uljane tikve golice (b) (Berenji, 2011)

Rezultat pomenute spontane mutacije je recesivni gen koji je doveo do stvaranja veoma tanke i providne spoljašnje opne, tako da seme izgleda kao da nema semenjaču (tip "golica"). U semenu tikve golice, količina lignina i celuloze u

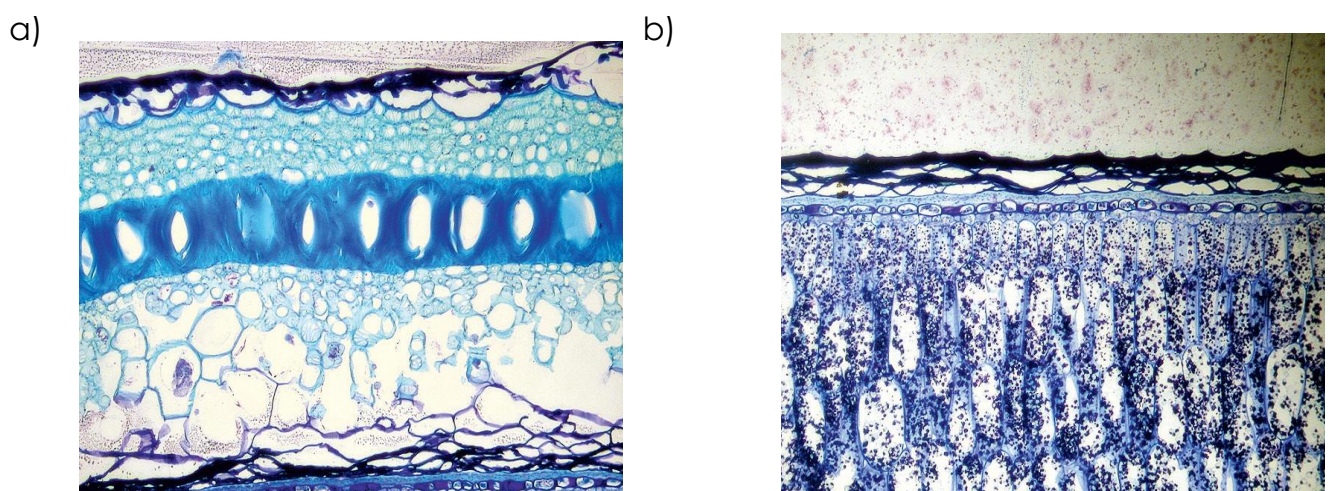


hipodermisu i tkivima semenjače semena (sklerenhim i parenhim) je vrlo smanjena. U procesu sazrevanja semena, morfološke i histološke promene dovode do nestajanja nekoliko slojeva semenjače i do stvaranja veoma tanke, providne opne. Zbog ovakve tanke i providne opne, koja sadrži mnogo više poliamina, vidi se unutrašnje tkivo bogato hlorofilom, te seme izgleda zeleno, a ne belo (Bezold *et al.*, 2003; Fruhwirth and Hermetter, 2007).

Sa površine semena uljane tikve golice se trljanjem lako može odstraniti površinska tanka, meka, srebrnasta opna, a jačim trljanjem (naročito ako je seme prethodno navlaženo) se skidaju i svi ostali slojevi semenjače i tako dolazi do izražaja bela boja kotiledona (Berenji, 2011).

Iz prethodnog objašnjenja se može zaključiti da seme uljane tikve golice zapravo nije „golo” (hull-less ili naked na engleskom) već je pokriveno ostacima degenerisanih slojeva semenjače. Iz toga sledi da bi pravilan naziv za uljanu tikvu sa ljuškom bio uljana tikva sa čvrstom semenjačom (thick-coated, u kolokvijalnom jeziku belica), a za uljanu tikvu golice, uljana tikva sa mekom semenjačom (thin-coated, weichschalige, golica) (Berenji, 2011).

Mikroskopski presek tipova semenjače zrelog semena obične tikve *C. pepo* po Leley-u je prikazan na slici 5 (Berenji, 2011).



**Slika 5.** Mikroskopski presek tipova semenjače zrelog semena *C. pepo* po Leley *et al.* (2009) Tip 1 - čvrsta semenjača (a) i Tip 4 uljana tikva golica (b) (Berenji, 2011)

Uljana tikva golica je vrlo specifična za centralni deo Evrope. Prva sorta tikve tipa golica se pojavila u semenskom katalogu 1915. godine. Smatra se da su svi genotipovi tikve golica koji se danas gaje u svetu, poreklom iz Štajerske (eng. Styria), provincije u Austriji. Interesantan je podatak da je isti genotip obične tikve sa tankom semenjačom pronađen u Argentini, Južnoj Africi i Kini (Lelley *et al.*, 2009). Od nedavno se tikva golica gaji i u Turskoj, ali prvenstveno zbog perikarpa (Sacilik, 2007).

Bezold *et al.* (2003), Urbanek *et al.* (2004) i Zraidi *et al.* (2007) naglašavaju da se seme tikve tipa golica u poslednjih dvadesetak godina gaji i koristi znatno više za proizvodnju ulja nego seme sa ljuskom. Naime, proces izdvajanja ulja je mnogo jednostavniji i jeftiniji, a iskorišćenje semena je mnogo bolje.

### **2.3. Postupci dobijanja ulja i pogače semena uljane tikve**

Tikvino ulje se u Evropi većinom proizvodi presovanjem semena (ceđenjem), dok su novije metode izdvajanja ulja, kao što je superkrična ekstrakcija sa ugljendioksidom, u fazi ispitivanja (Wenli *et al.*, 2004; Mitra *et al.*, 2009). Proizvodnja tikvinog ulja je specifična i različita od postupaka proizvodnje ostalih tipova ulja. Oba tipa semena, sa ljuskom i bez ljuske, mogu da se koriste za izdvajanje ulja. Seme sa ljuskom se prethodno osuši i oljušti, dok je seme bez ljuske spremno za preradu posle sušenja. U tom slučaju, upotrebom pužne prese i pri temperaturi nižoj od 50°C, dobija se hladno ceđeno ulje. Ako se oljušteno seme ili seme tikve golice peče pre ceđenja ili polazna sirovina termički obradi na bilo koji način i ulje izdvoji upotrebom hidraulične prese, dobija se devičansko ulje (Romanić *et al.*, 2009). Definicije ulja dobijenih ceđenjem se u Evropi razlikuju po državama i odstupaju od definicija utvrđenih Codex Alimentariusom (Matthäus and Spener, 2008). U Srbiji su Pravilnikom o kvalitetu jestivih biljnih ulja (Pravilnik, 2006) definisani uslovi proizvodnje, kako hladno presovanog, tako i devičanskog ulja.

Tradicionalni proces dobijanja ulja iz semena tikve golice je sledeći: neposredno nakon izdvajanja iz ploda tikve, seme se suši dok se ne dostigne sadržaj

vlage od 5-7% (računato na masu semena). Potom se seme samelje na kamenom mlinu i dodaju mu se voda i so dok se ne formira meka, testasta masa određene konzistencije. Ova masa se zatim rastanji u plitkoj posudi na debljinu od 10-20 cm i peče suvom toplotom, električnim zagrevanjem posude, pri temperaturi od 100-130°C, u toku 60 minuta, pri atmosferskom pritisku. Masa se zagreva postepeno i neprestano meša da bi se izbeglo lokalno pregrevanje i formiranje nepoželjne zagorele arome. U toku procesa pečenja proteini koagulišu, što omogućava lakše izdvajanje ulja tokom presovanja. Ceđenje ulja se obavlja pri izotermalnim uslovima i pritisku od 300-600 bara. Dobijeno tamno zeleno/crvenkasto ulje se zatim taloži i filtrira, nakon čega se pakuje u tamne boce da bi se sprečilo kvarenje izazvano svetlošću (fotooksidacija). Za proizvodnju 1 l ovog specijalnog ulja, u proseku je potrebno oko 2.5 kg semena, što predstavlja oko 30-40 komada tikava (Fruhvirth and Hermetter, 2007; Fruhvirth and Hermetter, 2008; Siegmund and Murković, 2004). Na gore opisan način, dobijeno devičansko ulje je zelene do mrke-tamnocrvene boje i ima veoma prijatan, svojstven ukus i miris, koji je opisan kao vrlo specifičan za ovu vrstu ulja (orašast ukus sa mirisom na pečeno seme).

Osim promena u boji, u toku procesa pečenja dolazi do promena ukusa i mirisa mlevenog semena tj. izdvojenog ulja, a takođe i do izvesnih promena u sastavu masnih kiselina, povećanja sadržaja  $\alpha$ -tokoferola i  $\gamma$ -tokoferola, kao i sadržaja sterola (Murković *et al.*, 2004). Osim toga, dokazano je da je termički proces obrade semena pre presovanja neophodan za postizanje karakteristične arome pečenog semena pri čemu se formiraju različita organska isparljiva jedinjenja kao što su aldehidi, alkoholi, furani i pirazini. Jedinjenja od kojih uglavnom potiče ova vrlo karakteristična aroma su derivati pirazina (Siegmund and Murković, 2004). Dobijeno ulje se svrstava u grupu jestivih nerafinisanih ulja i kao takvo je opisano Pravilnikom o kvalitetu (2006). U slučaju upotrebe semena golice, zaostala pogača nakon presovanja je veoma dobrog kvaliteta, ne sadrži antinutrijente kao što je npr. tripsin inhibitor i može da se koristi za proizvodnju hrane za ljudsku upotrebu. To, međutim, nije slučaj sa pogačom dobijenom presovanjem semena sa ljuskom, koja se isključivo koristi za proizvodnju hrane za životinje.

## 2.4. Lipidi kao sastavni deo ishrane

Potreba čoveka za uljima i mastima (lipidima) datira od najranijih vremena. Ulja i masti su neophodni sastojci pravilne ishrane jer su glavni izvor energije, liposolubilnih vitamina, esencijalnih masnih kiselina i raznih minornih komponenata, a imaju i određene fiziološke funkcije. Osim toga, nezamenljive su kod izrade mnogih prehrambenih proizvoda kao i u pripremanju jela. Da bi osigurali svoju višestruku ulogu u pravilnom razvoju i radu organizma, ulja i masti moraju biti visokog kvaliteta i dobre održivosti. U većini biljnih ulja, oko 98% predstavlja smešu triacilglicerola, a ostalo čine minorni sastojci (neosapunjive materije). Utvrđivanje optimalne količine masnoće za pravilnu ishranu je složen zadatak i zavisi od mnogobrojnih faktora, pri čemu je najznačajniji faktor ukupna energetska potreba organizma. Pri tome bi udeo masti i ulja trebalo da bude manji od 30% dnevne energetske potrebe organizma (Dimić, 2005).

Zdravstvene organizacije u SAD i Kanadi preporučuju da ukupna količina unetih masti bude 30% od ukupnih dnevnih energetskih potreba (kalorija), pri čemu udeo zasićenih masnih kiselina ne bi trebalo da pređe 10% te energetske vrednosti. Osim toga, odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina bi trebalo da bude 1.0. To omogućava unos polinezasićenih masnih kiselina u količini od 10% ukupnih kalorija, sa najmanje 10% kalorija koje potiču iz mononezasićenih masnih kiselina. Visok odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina tikvinog ulja ukazuje da je ono odličan sastojak zdrave ishrane (Murković *et al.*, 1996).

Osim njihove tradicionalne uloge nutrijenata, lipidi takođe obezbeđuju kritične biohemijske i fiziološke funkcije kao modulatori ćelijskih reakcija i gena. Biološki efekti lipida unetih hranom na ljudsko zdravlje su i dalje primarni fokus istraživanja nutricionista, te se podaci o preporučenim dnevnim dozama neprestano objavljuju, kako se objavljuju nova epidemiološka, klinička i istraživanja na životinjama. Uloga omega-3 masnih kiselina (posebno DHA kiseline) u razvoju nervnog sistema i retine beba je jasno utvrđena. U cilju dobijanja hrane sa povećanim sadržajem omega-3 masnih kiselina, vrši se biološko obogaćivanje životinja kao izvora mesa (jaganjci, pilići, svinje) ili im se obogaćuje hrana, kao npr. kokoškama, sa ciljem dobijanja jaja

obogaćenih omega-3 masnim kiselinama. Postoji više podataka koji indiciraju da lipidi poreklom iz hrane mogu ne samo značajno da utiču na nivo serum holesterola i triacilglicerola, već takođe i na sastav i sadržaj lipoproteina (Watkins, 2005).

#### **2.4.1. Uloga lipida i esencijalnih masnih kiselina u pravilnoj ishrani**

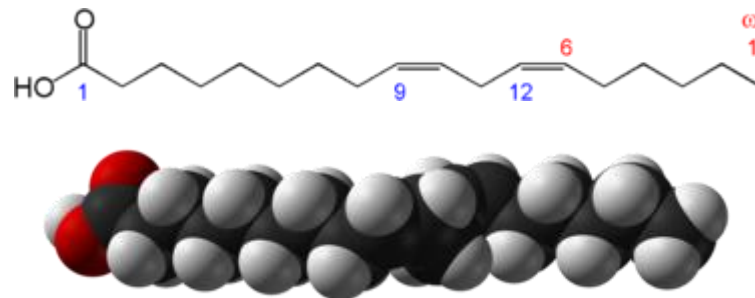
Lipidi unešeni u organizam hranom su sposobni da veoma značajno utiču na metabolizam lipoproteina i da smanje rizik od kardiovaskularnih bolesti. Mnogobrojnim ispitivanjima *in vivo* je utvrđeno da *cis*-nezasićene masne kiseline kao što su oleinska, linolna i  $\alpha$ -linolenska kiselina smanjuju koncentraciju LDL holesterola u plazmi, pri čemu pokazuju neznatan efekat na koncentraciju HDL holesterola. Prema tome, hrana koja sadrži ove masne kiseline može biti klasifikovana kao funkcionalna i može da doprinese smanjenju rizika od kardiovaskularnih bolesti i arterijske tromboze (Hornstra, 1999).

Veoma obiman pregled istraživanja uticaja masnih kiselina i antioksidanata (prvenstveno vitamina E) u ishrani ljudi na području Mediterana (populacija srednje generacije muškaraca) na povišenu količinu masnoće u krvi, dijabetesa, povišenog krvnog pritiska i arteroskleroze je potvrdio značaj ovih nutrijenata u preventivi i lečenju kardiovaskularnih bolesti (Rubba and Iannuzzi, 2001).

Polinezasićene masne kiseline (PNMK) obuhvataju esencijalne masne kiseline (EMK) neophodne za rast i razvoj organizma. EMK su značajni sastojci ćelijske membrane i ne mogu biti sintetizovane u ljudskom telu, pa se moraju uneti hranom. Postoje dva tipa EMK, omega-6 grupa nastalih od *cis*-linolne kiseline (LA, 18:2  $\omega$ -6) i omega-3 grupe nastale od  $\alpha$ -linolenske kiseline (ALA, 18:3  $\omega$ -3). Hemijske formule i trodimenzionalni prikaz molekula ovih masnih kiselina je dat na slici 6. Obe masne kiseline se metabolizuju u organizmu u prisustvu enzima u metabolite dugih lanaca. Ova jedinjenja su naročito važna u regulaciji funkcije membrane, a posebno za funkciju mozga, retine, jetre, bubrega, adrenalina žlezda i gonada. *In vivo* ispitivanja uticaja omega masnih kiselina na različite patološke promene su pokazala

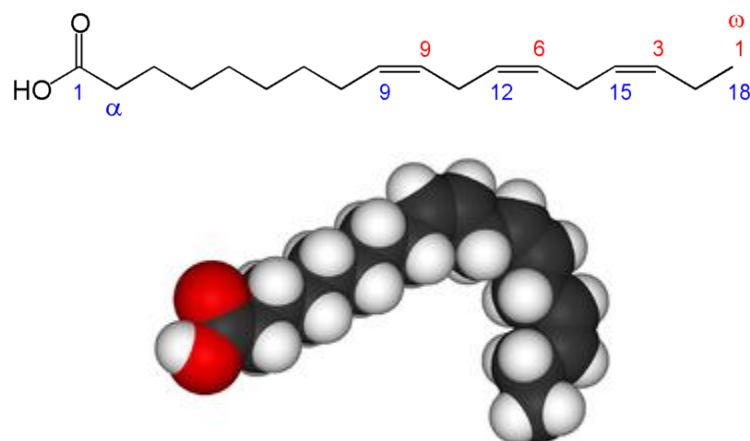
antibiotički efekat, anti-infalarnatarni efekat (posebno u lečenju upale zglobova), kao i pozitivne rezultate u lečenju metaboličkog sindroma X i nekih neuroloških bolesti (Das, 2006).

LA: *cis, cis*-9, 12-oktadekadienska kiselina (IUPAC)



**Linolna kiselina C18:2,  $\omega$ -6**

ALA: *cis, cis, cis*-9, 12, 15-Oktadekatrienska kiselina (IUPAC)



**$\alpha$ -Linolenska kiselina, C18:3,  $\omega$ -3**

**Slika 6.** Hemijske formule i trodimenzionalni prikaz linolne i  $\alpha$ -linolenske masne kiseline

Omega-3 masne kiseline takođe utiču preventivno na neke bolesti savremenog društva, kao što su bolesti srca i krvnih sudova, raka dojke, creva i prostate, kao i reumatoidnog artritisa (Connor, 2000).

*In vitro* istraživanja (u ispitivanjima na živim ćelijama van organizma) su potvrdila pozitivan efekat lipida, prvenstveno omega-3 masnih kiselina, na sprečavanje razvoja raka dojke i prostate, antidijabetskog i antiinflamatornog efekta, kao i veoma pozitivan zaštitni efekat na kožu. Međutim, postoje i kontradiktorna istraživanja, zasnovana na nedovoljnom broju ispitivanih uzoraka. Takođe, relacija između dejstva  $\alpha$ -linolenske kiseline i hroničnih bolesti je još uvek nejasna. Međutim, posebno je važno da je potvrđena činjenica da se fluidnost ćelijske membrane povećava odmah nakon konzumiranja  $\alpha$ -linolenske kiseline (Anderson *et al.*, 2009).

Do sada je objavljeno mnoštvo literature na temu ispitivanja uticaja odnosa esencijalnih masnih kiselina u ishrani na zdravlje ljudi. EMK deluju kao vitamini i moraju se uzimati redovno u malim količinama, u odnosu na količinu hrane koja se konzumira. Odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina je veoma važan, budući da one reaguju kompetitivno. Višak omega-6 masnih kiselina može da dovede do raznih poremećaja kao što su oslabljeni imunološki sistem, srčani udar, aritmija, astma, ubrzavanje razvoja raka i sl. Drugim rečima, debalans između količina ove dve masne kiseline može da bude kritičan ne samo za metabolizam masti, već i za metaboličke transformacije i enzimske reakcije na mnogo širem nivou (Lands, 2005).

Biohemijski procesi uključeni u metabolizam omega-6 i omega-3 masnih kiselina su dobro proučeni i okarakterisani. Oba biohemijska procesa doprinose sintezi sličnih, ali ipak specifičnih bioaktivnih jedinjenja koja regulišu mnoge važne biološke procese, koji se prevashodno dešavaju u jetri, uz prisustvo neophodnih enzima. Pri tome su njihove, kako individualne količine, tako i njihov odnos, od kritičnog značaja za metabolički proces. Promena u količini jedne EMK u odnosu na drugu, i stoga njihovom međusobnom odnosu, ima posledice na metabolizam druge EMK. Od presudnog je značaja da se utvrdi optimalan odnos ove dve EMK obzirom da one utiču na mnogobrojne zdravstvene probleme (kao što su kardiovaskularne bolesti, rak, dijabetes, zdravlje kostiju, mentalno zdravlje,

reumatoidni artritis, astma, funkcije imuniteta i upalni procesi). Istraživanja su takođe pokazala da se omega-6 i omega-3 masne kiseline nadmeću u svojim posebnim biohemijskim ciklusima za iste enzime i zbog toga obrnuto utiču na uzajamne nivoe prisutne u tkivima. Isključivo posmatranje odnosa omega-6 i omega-3 EMK zapostavlja značaj količine individualnih omega-6 ili omega-3 masnih kiselina raspoloživih ćelijama za metabolizam. Međutim, neophodno je znati sve navedene vrednosti pri utvrđivanju optimalne doze unosa ovih masnih kiselina. Stoga je neophodno utvrditi oba kriterijuma, kako minimalne količine, tako i odgovarajući odnos između ove dve EMK, da bi obe bile efikasne za pravilan rast i razvoj tkiva, kao i u sprečavanju pomenutih bolesti. Optimalna dnevna količina omega-6 EMK je 17 g/dan za muškarce (19-50 godina starosti), a za žene 12 g/dan (19-50 godina starosti). Optimalna količina omega-3 EMK za muškarce (20-70 godina starosti) je 1.6 g/dan, a za žene 1.1 g/dan (20-70 godina starosti). Drugim rečima, količina energije dobijene metabolizmom omega-6 EMK bi trebalo da bude 5-10%, a preporučena količina energije za omega-3 EMK je 0.6-1.2%. Ovaj odnos (omega-6:omega-3) bi trebalo da bude idealno 1-2:1 (Gebauer *et al.*, 2005).

U današnje vreme se u ishrani zapadnog društva odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina kreće od 10:1 do 20:1. Novija istraživanja potvrđuju da visok unos omega-6 masnih kiselina pomera fiziološko stanje organizma do suprotnih pojava kao što su protrombinsko stanje okarakterisano povećanjem gustine krvi, spazmom i sužavanjem krvnih sudova, kao i smanjenjem vremena krvarenja. U isto vreme, povišen unos omega-3 masnih kiselina ima antiinflamatorno, antitrombinsko, antiaritmijsko i hipolipidemijsko dejstvo i utiče na širenje krvnih sudova. Ova povoljna dejstva omega-3 masnih kiselina su se pokazala delotvornim u prevenciji kardiovaskularnih bolesti i povišenom krvnom pritisku. Treba naglasiti da  $\alpha$ -linolenska kiselina, poreklom iz biljnih ulja, nije ekvivalentna u njenom biološkom efektu onom koji imaju dugo-lančane omega-3 masne kiseline nađene u ulju morskih životinja (EPA-eikosapentaenska i DHA-dokosaheksaenska masna kiselina). Razlika između njih je ta da se omega-3 masne kiseline nađene u ulju morskih životinja (EPA i DHA) brže inkorporiraju u plazmu i lipidnu membranu, te stoga prouzrokuju bržu reakciju i efekat nego omega-3 masne kiseline iz biljnih ulja. Međutim, jedna prednost konzumiranja



omega-3 masnih kiselina poreklom iz biljnih ulja, pogotovu za vegetarijance i isključive vegetarijance, je da omega-3 masne kiseline poreklom iz morskih životinja ne sadrže dovoljne količine vitamina E, što nije slučaj sa konzumiranjem ALA iz biljnih ulja (Simopoulos, 2002).

Niži nivo odnosa omega-6 i omega-3 masnih kiselina je poželjan u smanjenju rizika mnogih hroničnih bolesti koje su veoma zastupljene kako u razvijenom zapadnom društvu, tako i u zemljama u razvoju. Naučna istraživanja su pokazala da su ljudska bića evoluirala ishranom u kojoj je odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina bio oko 1, pri čemu se u današnjoj zapadnoj kulturi ovaj odnos višestruko povećao. Mnoge hronične bolesti su povezane sa povećanim unosom omega-6 masnih kiselina i smanjenjem unosa omega-3 masnih kiselina. Optimalni odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina zavisi od bolesti koja se leči. Istraživanjima je utvrđeno da je odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina od 2-3:1 suzbio upalni proces kod pacijenata sa reumatoidnim artritismom, dok je odnos 5:1 imao povoljan efekat kod pacijenata sa astmom, pri čemu je odnos 10:1 imao nepovoljne rezultate i posledice na razvoj bolesti (Simopoulos, 2002a). Potencijalni negativni efekat povećanog unosa omega-6 masnih kiselina je nazvan "paradoks linolne kiseline", u kojem je dejstvo poznate masne kiseline kao "promotera zdravlja" (ona koja snižava holesterol) povezano sa povećanim brojem slučajeva tumora, upalnih procesa i kardiovaskularnih bolesti. Štaviše, nizak unos omega-3 masnih kiselina može dalje da doprinese ovom paradoksu (Watkins, 2005).

## 2.4.2. Uloga antioksidanata, minornih sastojaka i sastava masnih kiselina na oksidativnu stabilnost ulja

Lipidi sadrže polinezasićene masne kiseline koje u prisustvu kiseonika oksidišu u hidroperokside. Hidroperoksidi su veoma nestabilni, posebno na povišenim temperaturama, pri čemu disociraju na slobodne radikale i razlažu se stvarajući isparljive i neisparljive aldehide, alkohole i ketone i dr. U slučaju konzumiranja hrane koja sadrži polinezasićene masne kiseline i njihove proizvode oksidacije, oksidacija se može nastaviti *in vivo*. Slobodni radikali i njihovi proizvodi reakcije učestvuju u stvaranju ateroskleroze, raka i drugih bolesti. Zbog toga je vrlo važno sprečiti oksidaciju jestivih ulja i masti upotrebom antioksidanasa, koji značajno usporavaju brzinu oksidacije. Neka ulja sadrže prirodne antioksidanse u dovoljnim količinama da garantuju očekivani rok trajanja proizvoda, dok se u ostala ulja moraju dodati prirodni ili veštački antioksidansi. Prirodni antioksidansi su tokoferoli i tokotrienoli, karotenoidi i fitosteroli (Pokorny and Parkanyiova, 2005).

Prisustvo antioksidanata (tokoferola i tokotrienola) u biljnim uljima je od vitalnog značaja za stabilnost polinezasićenih masnih kiselina prema oksidativnom kvarenju i prema tome, održivosti ulja. Biljna ulja uglavnom sadrže  $\gamma$ - ili  $\alpha$ -tokoferol (Kamal-Eldin, 2005). Uloga antioksidanasa pri eliminisanju slobodnih radikala je da uspore oksidaciju sve dok se antioksidant ne potroši. Oksidacija lipida je uslovljena mnogim faktorima od kojih su najznačajniji vrsta, količina i stepen nezasićenosti masnih kiselina, koncentracija kiseonika, temperatura, svetlost, kao i prisustvo metalnih jona. U prisustvu kiseonika, oksidacija ne može biti ni potpuno zaustavljena niti njen tok promenjen, ali može biti usporena, zaustavljajući nagomilavanje proizvoda oksidacije do prihvatljivog nivoa. Aktivnost antioksidanasa zavisi od medijuma i njegove koncentracije i zahteva posebnu pažnju pri upotrebi, pošto oni takođe mogu delovati kao prooksidansi pod određenim uslovima. Najčešće korišćeni antioksidansi su tzv. skupljači/hvatači slobodnih radikala (free radical scavengers), koji uklanjaju reaktivne radikale formirane u početnim fazama autooksidacije (Scrimgeour, 2005).

Tokoferoli i tokotrienoli su klasifikovani prema svojoj hemijskoj strukturi na  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, i  $\delta$ -tokoferole. Uopšteno govoreći, tokotrienoli imaju jači antioksidativni efekat na oksidaciju lipida od tokoferola. Antioksidativna aktivnost tokoferola zavisi od temperature i u sledećem je redosledu po aktivnosti:  $\delta > \gamma > \beta > \alpha$  (Shahidi and Zhong, 2005).

Od svih tokoferola,  $\alpha$ -tokoferol ima aktivnost vitamina E, stoga se jedino količina ovog tokoferola uzima u obzir pri određivanju količine vitamina E. Suncokretovo ulje ima vrlo visok sadržaj  $\alpha$ -tokoferola (671 mg/kg) u poređenju sa repičinim (180 mg/kg) ili sojinim uljem (116 mg/kg) (Kamal-Eldin, 2006).

Zbog veoma izraženog antioksidativnog dejstva (prekidanje lanaca), smatra se da je uticaj  $\alpha$ -tokoferola u sprečavanju hroničnih bolesti neosporan i njegov efekat je potvrđen. Kod ljudi, nedostatak vitamina E dovodi do nepoželjnih neuromuskularnih promena kao npr. anemije. Ono što je veoma značajno je činjenica da se sav višak  $\alpha$ -tokoferola unet u organizam izluči preko urina. Ispitivanja su takođe pokazala da  $\gamma$ -tokoferol osim funkcije antioksidansa, ima takođe i dodatne uloge u metabolizmu. Nasuprot  $\alpha$ -tokoferolu,  $\gamma$ -tokoferol je snažan nukleofil koji uklanja elektrofilne mutagene u lipofilnim delovima ćelija štiteći ih od raznih oštećenja (Brigelius-Flohe and Traber, 1999).

Biljni steroli (fitosteroli) generalno predstavljaju jedinjenja sa najvećim udelom frakcije neosapunjivih materija u biljnim uljima i prisutni su u većini ulja. Sadržaj sterola u biljnim uljima se kreće od 0.03 do 1.0%. Steroli se mogu klasifikovati u tri podgrupe na osnovu broja metil grupa na četvrtom C-atomu, ili, što je mnogo češće, prema položaju dvostruke veze u jezgru sterola ( $\Delta 5$ -steroli i  $\Delta 7$ -steroli). Najviše zastupljeni  $\Delta 5$ -fitosteroli su: kampesterol, stigmasterol i sitosterol, dok su predstavnici  $\Delta 7$ -sterola:  $\Delta 7$ -avenasterol,  $\Delta 7$ -kampesterol,  $\Delta 7$ -sitosterol,  $\Delta 7$ -spinasterol,  $\Delta 7$ -stigmasterol, i  $\Delta 7,22,25$ -stigmastatrienol (Zhang *et al.*, 2006; Fruhwirth and Hermetter, 2008).

Mnogobrojnim objavljenim studijama je potvrđeno da su fitosteroli veoma efikasni u snižavanju ukupnog i LDL holesterola. Glavni mehanizam odgovoran za ovu funkciju sterola je sprečavanje apsorpcije intestinalnog holesterola. Redovno konzumiranje biljnih sterola značajno doprinosi snižavanju ukupnog i LDL holesterola (Trautwein *et al.*, 2003).

Skvalen je prekursor biosinteze svih steroida, kako u biljnim tako i u životinjskim ćelijama, a nalazi se, sa fitosterolima i tokoferolima, u neosapunjivom delu lipida. Mediteranska ishrana obuhvata široku upotrebu maslinovog ulja koje sadrži značajne količine skvalena. Smatra se da je njegova uloga preventivne prirode i da preventivno deluje protiv razvoja tumora. Istraživanja ove komponente u hrani su malobrojna. Ryan i sar. (2007) su ispitivali sadržaj i sastav masnih kiselina, tokoferola, fitosterola i skvalena različitih žitarica, uljarica i leguminoza. Tikvino seme (poreklom iz Irske) je od svih ispitivanih uzoraka imalo najviši sadržaj skvalena (89 mg/100 g). Međutim, malezijska vrsta tikve je sadržala mnogo veće količine skvalena (590.7 mg/100 g) od svih do tada ispitivanih vrsta tikvinog semena (Nyam *et al.*, 2009).

Karotenoidi i ostali ugljovodonici su žuto-crveni pigmenti prisutni u većini sirovih ulja, iako je njihovo prisustvo često maskirano zelenom bojom koja potiče od hlorofila (Kamal-Eldin, 2005). Karotenoidi su veoma značajni u sprečavanju fotooksidacije ulja, posebno u prisustvu hlorofila i deluju kao sekundarni antioksidansi eliminišući "singlet kiseonik". Singlet kiseonik je pobuđeno stanje kiseonika i njegova inaktivacija je efektivan način sprečavanja početka oksidacije lipida. Karotenoidi su sposobni da inaktiviraju ove fotoaktivne čestice tako što fizički apsorbuju njihovu energiju pri čemu se formira uzbuđeno stanje karotenoida. U toku fotooksidacije, koja je katalizovana hlorofilom, molekul trostrukog atoma kiseonika, normalno prisutan u vazduhu, se pretvara u singlet kiseonik koji je mnogo reaktivniji. Ovaj singlet kiseonik ima nekoliko stotina puta veću moć oksidacije dvostrukih veza lipida od trostrukog kiseonika. Pigmenti karotenoida pretvaraju singlet kiseonik u njegov mnogo manje aktivan, ozonski oblik (Pokorny and Parakanyiova, 2005).

Karotenoidi mogu takođe da spreče oksidaciju lipida blokiranjem slobodnih radikala u odsustvu singlet kiseonika. Osim toga, karotenoidi su dobri sinergisti tokoferolima. Beta karoten, lutein, likopen i isozeaksantin su tipični karotenoidi koji efektivno usporavaju oksidaciju hrane. Beta karoten reaguje sa peroksi radikalima proizvodeći manje reaktivne radikale. Ovi stabilizovani radikali ne iniciraju i ne pospešuju lančanu reakciju (Shahidi and Zhong, 2005).

Fenoli su prisutni u svim biljnim uljima, ali u različitim koncentracijama, što je veoma važno za oksidativnu stabilnost polinezasićenih masnih kiselina ovih ulja.

Najznačajni fenoli su flavonoidi i lignin (Kamal-Eldin, 2005). Fenolna jedinjenja imaju veliki uticaj na stabilnost, senzorne i nutritivne karakteristike proizvoda i mogu da spreče njihovu oksidativnu degradaciju inaktivacijom slobodnih radikala. Siger i sar. (2008) su ispitivali uticaj sadržaja i antioksidativne aktivnosti fenola hladno ceđenog sojinog, suncokretovog, repičinog, kukuruznog ulja, kao i ulja koštica grožđa, semena konoplje i lana, ljuske pirinča i tikvinog ulja. Najbolje antioksidativne osobine su pokazala ulja konoplje, tikve i repičino ulje, uz najveći ukupni sadržaj fenola detektovanog u ulju tikve i konoplje (2.5 i 2.4 mg/100 g ulja, respektivno).

### **2.4.3. Oksidacija ulja i metode za praćenje njegovog kvaliteta**

Lipidi su veoma podložni oksidaciji, posebno u prisustvu svetlosti, toplote, enzima, metala i mikroorganizama, koja doprinosi razvoju neželjene (neprijatne) arome i gubitku EMK, liposolubilnih vitamina, kao i drugih bioaktivnih komponenata. Oksidativna stabilnost ulja, posebno EMK, je veoma važna za njegovu senzornu i nutritivnu vrednost. Razgradnja hidroperoksida u sekundarne proizvode oksidacije negativno utiče na ukus i miris ulja, kao i na ljudsko zdravlje. Lipidi podležu autooksidaciji, fotooksidaciji, termičkoj i enzimskoj oksidaciji pod različitim uslovima, od kojih većina uključuje neki oblik slobodnih radikala ili vrstu kiseonika. Autooksidacija je najčešći proces oksidativnih promena u uljima i definisana je kao spontana reakcija atmosferskog kiseonika sa lipidima (Shahidi and Zhong, 2005a).

Promene ukusa i mirisa u ulju se mogu detektovati senzornom analizom ili upotrebom hemijskih i instrumentalnih metoda. Hemijske i instrumentalne metode se najčešće koriste za praćenje kvaliteta ulja u toku procesa proizvodnje, dok se senzorna ispitivanja, uz analize, obavezno koriste za praćenje kvaliteta ulja u toku skladištenja.

Fotooksidacija je pojava kod koje svetlost, u prisustvu kiseonika, izaziva oksidaciju nezasićenih masnih kiselina. Ultravioletno zračenje razlaže hidroperoksidge, peroksidge i druga karbonska jedinjenja proizvodeći radikale koji iniciraju

autooksidaciju. Fotooksidacija indukovana svetlošću veće talasne dužine, bliže ultravioletnoj ili vidljivoj oblasti, zahteva promotor.

Peroksidni broj (Pbr) se najčešće koristi za određivanje stepena oksidacije lipida i prema tome određivanje kvaliteta ulja. Hidroperoksidi nemaju ni ukus ni miris, ali su nestabilni i lako se raspadaju u druge proizvode kao što su aldehidi koji imaju jak i neprijatan miris i ukus. Peroksidni broj se izražava u miliekvivalentima kiseonika (hidroperoksida) po kg ulja (meq O<sub>2</sub>/kg) ili mmol/kg ulja. Jodometrijska metoda se najčešće koristi za određivanje Pbr (AOCS Metoda Cd 8-53 ili ISO 3960). Njihove maksimalne dozvoljene količine su određene Pravilnikom o kvalitetu jestivih biljnih ulja i masti (Pravilnik, 2006). Peroksidni broj viši od 10 meq/kg se smatra neprihvatljivim (Shahidi, 2005). Osim toga, koristi se i anisidinski broj (Abr) koji detektuje aldehide obojenom reakcijom pomoću p-anisidina. U toku razvoja autooksidacije, sadržaj hidroperoksida i Pbr se povećavaju. Međutim, kako se hidroperoksidi razlažu, tako koncentracija aldehida i Abr raste (Scrimgeour, 2005).

Oksidativna stabilnost ulja uglavnom zavisi od njihovog sastava masnih kiselina, ali i stereospecifične raspodele masnih kiselina u molekulu triacilglicerola (Shahidi, 2005).

Kiselinski broj određuje sadržaj slobodnih masnih kiselina i takođe se koristi kao jedan od parametara za utvrđivanje kvaliteta ulja. Hidrolitički procesi dovode do stvaranja slobodnih masnih kiselina cepanjem acilglicerola koji utiču na aromu. Standardne AOCS metode Ca 5a-40 i Cd 3a-63, kao i ISO 660 se najčešće koriste za određivanje kiselinskog broja, odnosno, sadržaja slobodnih masnih kiselina preračunavanjem procentnog udela slobodne oleinske kiseline. Kiselinski broj je posebno važan kao indikator kvaliteta u toku proizvodnje i skladištenja ulja.

## **2.5. Osnovne karakteristike ulja i proteina semena uljane tikve**

### **2.5.1. Sastav, kvalitet, sadržaj tokoferola i stabilnost ulja**

Glavne komponente tikvinog semena, nutricionistički posmatrano, su ulje i protein. Tikvino ulje, posebno ono dobijeno presovanjem semena tikve golice, spada u grupu specijalnih, skupih salatnih ulja i vrlo je karakteristično za podneblje zapadne i centralne Evrope, prvenstveno Austrije, Slovenije, Hrvatske, Mađarske i Nemačke. U Srbiji se ovo ulje sve više proizvodi i koristi, ali većinom kao funkcionalna hrana za preventivno lečenje nekih bolesti.

Kao što je već napomenuto, tikvino ulje se dobija mehaničkim putem, tj. ceđenjem na hidrauličnim ili pužnim presama, a konzumira se isključivo kao nerafinisano, salatno ulje. Tikvino ulje se razlikuje od ostalih salatnih ulja i odlikuje se sledećim svojstvima: karakteristična i prijatna senzorna svojstva (miris i ukus), visoka biološko-nutritivna vrednost, specifična farmakološka svojstva i izuzetno dobra održivost. Za presovano ulje semena tikve je posebno karakteristična tamno smeđa boja sa zelenim nijansama. Ulje semena tikve pripada grupi ulja visoke biološke vrednosti zbog povoljnog sastava masnih kiselina i minornih komponenti koje daju ulju određena farmakološka svojstva (Dimić, 2005).

Izgled osušenog semena tikve golice kao i izgled uveličanog semena, gde se može videti providna, tanka opna koja prijanja uz samo zrno, je prikazan na slici 7.



**Slika 7.** Izgled osušenog semena tikve golice (a) i izgled uveličanog semena (b)

Devičansko tikvino ulje pripada grupi ekskluzivnih, specijalnih ulja koja se konzumiraju prvenstveno zbog njihove specifične arome. Ova se ulja ne koriste za termičku pripremu hrane jer su jako tamna i stvaraju penu na povišenim temperaturama. Pri upoređivanju tikvinog ulja treba imati u vidu vrstu tikve, jer su očigledne razlike između sastava ulja i kvaliteta proteina u zavisnosti od vrste. S obzirom na geografsko poreklo, sezonske promene i različitost tikvi u smislu vrste (iako pripadaju istoj porodici), utvrđene su primetne razlike u hemijskom sastavu ulja (Yu *et al.*, 2005). Stoga su u tabeli 1 objavljeni literaturni podaci sortirani prema vrstama tikvi. Applequist i sar. (2006) su ispitali sastav masnih kiselina četiri vrste tikvi iz porodice Cucurbita (ukupno dvadeset i pet sorti), uključujući dvanaest sorti iz podvrste *Cucurbita pepo* L., i zaključili da među njima postoje značajne razlike, kako u količini ukupnih lipida semena, tako i u sastavu masnih kiselina ulja. Druga istraživanja takođe potvrđuju ove zaključke: Badifu (1991) i Asiegbu (1987) su ispitali tikvu *Telfairia occidentalis* gajenu u Nigeriji; Yoshida i sar. (2004) su upoređivali tri japanske sorte *Cucurbita pepo* L; Stevenson i sar. (2007) su uzgajili i ispitali dvanaest sorti tikve *Cucurbita maxima* na teritoriji Ajove; Nyiam i sar. (2009) su ispitali sastav i hemijske osobine tikvinog ulja uzgajanog na teritoriji Malezije, pri čemu se može videti da ove vrste tikvi imaju viši sadržaj oleinske, a niži sadržaj linolne kiseline, u poređenju sa uljem tikve koja se uzgaja u evropskim zemljama, kao što su Austrija,



Slovenija, Mađarska i Srbija. Nasuprot ovim sortama, ulje afričke tikve gajene u Eritreji ima vrlo sličan sastav masnih kiselina uljima evropske tikve (Younis *et al.*, 2000).

S obzirom na to da je cilj ovog istraživanja upotreba tikve golice, akcenat je na prikazu istraživanja ove vrste tikve, iako je obim objavljenih radova na ovu temu minimalan. Objavljena istraživanja (Murković *et al.*, 1996; Nakić *et al.*, 2006; Haiyan *et al.*, 2007; Parry *et al.*, 2006; Sabudak, 2007) potvrđuju da su u tikvinom (*C. Pepo* var. *styriaca*) ulju dominantne masne kiseline palmitinska (C16:0, 9.5-14.5%), stearinska (C18:0, 3.1-7.4%), oleinska (C18:1, 21.0-46.9%) i linolna (C18:2, 35.6-60.8%). Ove masne kiseline čine 98% ukupne količine masnih kiselina, pri čemu je sadržaj ostalih masnih kiselina ispod 0.5%.

Murković i sar. (1996a) su ispitivali tokoferole u 100 linija u oplemenjivanju semena tikve golice gajenih u Austriji sa ciljem da se izvrši selekcija semena koje će dati sortu sa najvećim sadržajem  $\alpha$ - i  $\gamma$ -tokoferola. Rezultati ispitivanja su pokazali da je raspon u vrednostima za  $\alpha$ -tokoferole bio 41 do 620 mg/kg, dok je sadržaj  $\gamma$ -tokoferola bio 5-10 puta veći od sadržaja  $\alpha$ -tokoferola, što je omogućilo selekciju najpodobnijeg semena. Nakić i sar. (2006) su ispitivali šest uzoraka tikvinog semena tipa golica i šest uzoraka semena sa ljuskom i utvrdili da je ukupan sadržaj tokoferola bio 651 i 454 mg/kg, respektivno. Osim toga, u ovom radu je potvrđena izuzetno visoka količina fitosterola i fenola, kako u tikvinom ulju tipa golica, tako i u ulju tikve sa ljuskom. U skladu sa ovim istraživanjima su i podaci objavljeni od Nyam i sar. (2009).

Većina biljnih ulja sadrže uglavnom  $\Delta$ 5-sterole, dok su  $\Delta$ 7-steroli specifični samo za tikvino ulje.  $\Delta$ 7-steroli daju tikvinom ulju dodatnu vrednost jer je dokazano da imaju pozitivan efekat u tretmanu i lečenju bolesti kao što su prostata i bešika (Nakić *et al.*, 2006). Nasuprot većini ulja, tikvino ulje sadrži veoma niske količine  $\Delta$ 5-sterola kao što su stigmasterol, kampesterol ili  $\beta$ -sitosterol, pri čemu su prisutni  $\Delta$ 7-steroli vrlo specifični za tikvino ulje i imaju najveći udeo u sadržaju fitosterola (Wenzl *et al.*, 2002; Mandl *et al.*, 1999).

**Tabela 1.** Sastav masnih kiselina, sadržaj tokoferola i  $\Delta 7$ -sterola i indukcioni period ulja semena tikve

Literatura	Nakić i sar. (2006)	Nakić i sar. (2006)	Fruhwirt and Hermetter (2007)	Romanić i sar. (2009)	Parry i sar. (2006)	Stevenson i sar. (2007)	Nyam i sar. (2009)	Younis i sar. (2000)	Applequist i sar. (2006)
Vrsta i poreklo tikve	C. pepo L. golica	C. pepo L. sa ljuskom	C. pepo L. Golica Austrija	C. pepo L. golica /devičansko Srbija	C. pepo L. sa ljuskom	C. maxima D. sa ljuskom	C. pepo L. Malezija	C. pepo L. Afrika	C. pepo L. SAD sa ljuskom
Sastav MK (% m/m)									
<b>ZMK<sup>a</sup> (SAFA)</b>									
C 16:0	12.0	12.0	12.0	9.6	8.9	13.6-17.4	19.1	11.2-14.0	11.6-15.6
C 18:0	5.2	4.9	5.7	5.7	6.4	5.1-9.0	7.4	8.0-8.2	4.2-8.1
Ukupno	17.2	16.9	17.7	15.3	15.3	18.7-26.4	26.5	19.2-20.2	15.8-23.7
<b>MNMK<sup>b</sup> (MUFA)</b>									
C 18:1	35.1	30.5	33.3	44.5	36.3	17.0-39.5	42.8	28.3-34.0	20.1-37.2
<b>PNMK<sup>c</sup> (PUFA)</b>									
C 18:2 n-6	46.6	51.5	48.6	39.9	47.2	36.2-62.8	30.4	43.0-50.3	40.4-57.2
C 18:3 n-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>P/S<sup>d</sup> odnos</b>									
$\alpha$ -tokoferol (mg/kg)	2.7	3.0	2.7	2.6	3.1	1.9-2.4	1.1	2.2-2.5	2.5-2.4
$\gamma$ -tokoferol (mg/kg)	7.5	10.4	-	-	-	27.1-75.1	151.9	3.0	-
Ukupni tokoferoli (mg/kg)	440.8	499	-	-	-	74.9-492.8	613.2	-	-
	454	520	-	1002	-	589.4-1234.2	806	-	-
Rancimat test - Indukcioni period pri 100°C (sati)	-	-	-	22.8	-	-	-	-	-
$\Delta 7$ Steroli ( $\mu\text{g/ml}$ )	2720.0	3084.3	1200.8	-	-	-	864.7	-	-

ZMK<sup>a</sup> (SAFA) – zasićene masne kiseline; MNMK<sup>b</sup> (MUFA) – mononezasićene masne kiseline; PNMK<sup>c</sup> (PUFA) – polinezasićene masne kiseline  
P/S<sup>d</sup> odnos – odnos polinezasićenih i zasićenih masnih kiselina

Ukupan sadržaj fitosterola u ulju semena tikve je 2-3 puta veći nego u samom semenu. Analiza sterola u ulju se koristi za identifikovanje ulja i detekciju prisustva dodatog (jeftinog) ulja u skupljim uljima. U slučaju tikvinog ulja, falsifikovani proizvod (tikvino ulje u koje je dodato neko drugo jeftino ulje, kao npr. suncokretovo ili repičino ulje) može da se razlikuje od čistog tikvinog ulja na osnovu njihovog sastava fitosterola. Mandl i sar. (1999) su dokazali da se njihovom metodom analize fitosterola mogu detektovati vrlo niske koncentracije dodatog ulja (2%), kao npr. suncokretovog ulja.

Boja visoko-kvalitetnog tikvinog ulja je tamno zelena i pokazuje u isto vreme fluorescenciju narandžaste ka crvenoj boji, koja uglavnom potiče od hlorofila i  $\beta$ -karotena. Zbog toga se za ovo ulje kaže da je dihromatsko (Fruhworth and Hermetter, 2008).

Parry i sar. (2006) su utvrdili da hladno presovano tikvino ulje sadrži 5481  $\mu\text{g/L}$   $\beta$ -karotena, što je mnogo više nego sadržaj u kukuruznom ulju (1200  $\mu\text{g/L}$ ), sojinom ulju (280  $\mu\text{g/L}$ ) ili u ulju kikirikija (130  $\mu\text{g/L}$ ). Karotenoidi nađeni u tikvinom semenu (*C. pepo*) su fiziološki veoma važni, posebno lutein, a potiču od unutrašnje opne semena (hlorenhima). Glavni karotenoidi nađeni u pogači su lutein (52.5%) i  $\beta$ -karoten (10.1%) (Lelley *et al.*, 2009).

## 2.5.2. Kvalitet, struktura i nutritivna vrednost proteina i sastav minerala semena

Tikvino seme sadrži visoke količine sirovih proteina (30-40%) i ulja (50-60%). Osim toga, seme sadrži minerale kao što su kalcijum, magnezijum, fosfor, natrijum, kalijum, mangan, gvožđe i bakar, od kojih su najzastupljeniji kalijum i fosfor. Tikvino seme sadrži oko 40% esencijalnih amino kiselina od ukupnih proteina, veoma je bogato  $\gamma$ -tokoferolima i sadrži značajne količine karotenoida, fitosterola i fenola (Murković *et al.*, 1996; Olaofe, 1994). Na osnovu objavljenih podataka o istraživanju minerala u semenu, ulju i pogači tikve golice (Juranović *et al.*, 2003), utvrđeno je da seme i pogača sadrže mnogo veće količine minerala nego ulje.

Neki esencijalni elementi (minerali) se u hrani nalaze u tragovima, i te su količine dovoljne za normalno funkcionisanje organizma, čije su dnevne neophodne količine (RDA) u SAD propisane prema FDA standardu. To su sledeći minerali: cink (11 mg), gvožđe (8 mg), mangan (2.3 mg), bakar (900  $\mu$ g), jod (150  $\mu$ g), selen (55  $\mu$ g) i molibden (45  $\mu$ g). Ostale minerale (tzv. makro elementi) je neophodno dnevno uneti u organizam u znatno većim količinama: fosfor (700 mg), magnezijum (420 mg), kalijum (4700 mg), hloridi (2300 mg), natrijum (1500 mg) i kalcijum (1000 mg).

Kreft i sar. (2002) su utvrdili da seme, ulje i pogača tikve golice gajene u Sloveniji, sadrže selen i jod, pri čemu su količine selena nađene u ulju skoro beznačajne, dok bi se za pogaču moglo reći da je dobar izvor ovog mikro elementa. Objašnjenje za prisustvo selena u pogači je da on potiče od amino-kiseline selenometionina koja je prisutna u proteinima i stoga se zadržava u pogači. Nasuport selenu, jod se nalazi u većim količinama u ulju, obzirom da je lipofilna materija i da ima sposobnost vezivanja za molekule lipida.

Peričin i sar. (2009b) su utvrdili da pogača semena tikve golice sadrži više fenola nego polazno seme i da su pri tome ovi fenoli na raspolaganju u slobodnom obliku i prema tome se lakše ekstrahuju. U tikvinom semenu takođe ima oko 9-11% ugljenih hidrata, od čega 4.0-5.3% prostih šećera i oko 1.5% skroba (Samant and Rege, 1989).

Ispitivanja proteina tikvinog semena su novijeg datuma. Utvrđeno je da je

glavni tip proteina tikvinog semena 11 S globulin, tzv. kukurbitin (cucurbitin), koji ima veliku molekulsku masu, sastoji se od šest jedinica, rastvorljiv je u slanom rastvoru i kao takav se može izolovati u kristalnom obliku (Colman *et al.*, 1980; Blagrove and Lilley, 1980; Tulloch and Blagrove, 1985). Albumini i globulini su dominantni proteini tikvinog semena i čine oko 60% sirovih proteina. Rastvorljivost ovih proteina, bilo da su poreklom iz semena ili pogače, izuzetno zavisi od temperature, alkaliteta rastvora i koncentracije soli (Peričin *et al.*, 2008; Peričin *et al.*, 2009a).

Interesantno je ispitivanje pogače, kao zaostalog materijala nakon presovanja pečenog tikvinog semena *Cucurbita pepo* L., na količinu ulja, sastav masnih kiselina, količinu fenola i ORAC kapacitet (eng. Oxygen Radical Absorbing Capacity). Ovo je jedini objavljeni rad koji je ispitivao ove karakteristike na pogači, a ne na ulju. Stoga je dosadašnje istraživanje tikvinog ulja potvrda naučnih saznanja da su fenoli zaista važne minorne komponente ulja kao antioksidanti, a nisu bili prisutni u pogači. Količina zaostalog ulja u pogači je bila 12.3% sa istim masnokiselinskim sastavom kao i izdvojeno ulje (oleinska - 20.7%; linolna kiselina - 20.7% i linolenska - 53.1%). Sadržaj fenola je bio svega 1.58 mg/g, a ORAC kapacitet 37.6  $\mu\text{mol/g}$  (Parry *et al.*, 2008).

Nešto više podataka je objavljeno na ispitivanjima proteina i minerala tikvinog semena i brašna koji nisu iz vrste *Cucurbita pepo*, već *Telfairia occidentalis* i *C. maxima*. Sastav i karakteristike proteina i minerala na osnovu ovih istraživanja su dati u tabelama 2-5. Potrebno je istaći da se kvalitet proteina semena uljarica određuje upoređivanjem sa proteinima iz jaja (Rao *et al.*, 1964), prema aminokiselinskom sastavu koji predlaže FAO/WHO (1973). Prema podacima Sharma i sar. (1986), odnos amino kiselina leucina i izoleucina (2.21:1) proteina tikve je veoma uporediv sa onim iz jaja (1.39). Osim toga, odnos između leucina i lizina (2.3:1) je takođe bio uporediv sa jajetom, pri čemu bi idealno trebalo da bude niži od 4.6:1, da ne bi izazvao debalans esencijalnih amino kiselina.

Tikvino seme i brašno su dobri izvori proteina, a proteini imaju odličnu svarljivost i visoku biološku vrednost. Osim toga sadrže i veoma značajne količine tiamina i niacina. Proteini tikvinog semena imaju deficit amino kiselina sulfurne grupe, pri čemu su najčešće prva i druga limitirajuća amino kiselina lizin i triptofan,

respektivno (Mansour *et al.*, 1993) (tabela 2).

Hamed i sar. (2008) su ispitivali uticaj pečenja na nutritivnu vrednost tikvinog (*Telfairia occidentalis*) semena gajenog u Sudanu, pri čemu je sadržaj tanina i fitinske kiseline drastično opao, dok se količina ekstraktibilnih minerala povećala. Osim toga, stepen svarljivosti proteina pečenog semena je bio oko 93%, za razliku od sirovog semena gde je bio svega 59.3%.

**Tabela 2.** Sastav amino kiselina proteina semena tikve, pogače tikve golice i jajeta

Amino kiselina	Oyenuga i sar. (1975)	Dimić i sar. (2006)	Glew i sar. (2006)	Sharma i sar. (1986)	El-Adawy i Taha (2001)	Zdunczyk i sar. (1999)	Mansouri sar. (1993)
	Celo jajce	C. pepo L.- tikva golica	Cucurbita spp.	C. moschata	C. pepo Kakai 35	C. pepo L.	Cucurbita spp.
Alanin (Ala)	5.9	2.1	3.7	3.9	4.24	-	4.29
Arginin (Arg)	6.2	10.1	16.4	14.5	19.0	-	16.7
Asparginska kis. (Asp+Asn)	9.6	-	9.0	8.2	9.61	-	10.12
Cistein* (Cys)	2.4	-	1.1	2.2	1.17	1.43	1.52
Fenilalanin* (Phe)	5.6	6.5	5.5	5.2	4.47	5.23	4.00
Glicin (Gly)	3.3	2.1	4.2	4.6	4.32	-	5.86
Glutaminska kiselina (Glu+Gln)	12.7	5.9	17.9	20.2	17.3	-	18.13
Histidin (His)	2.4	-	2.4	2.1	3.26	2.51	3.62
Izoleucin* (Ile)	6.3	1.9	3.9	3.2	3.21	3.83	2.66
Leucin* (Leu)	8.8	2.0	6.9	7.1	6.49	7.49	6.13
Lizin* (Lys)	7.0	2.2	3.8	3.5	4.17	3.21	5.20
Metionin* (Met)	3.5	1.9	2.1	2.2	1.88	2.26	1.25
Prolin (Pro)	4.2	-	3.4	3.4	3.37	-	4.34
Serin (Ser)	7.7	2.2	5.2	4.6	5.41	-	5.46
Tirozin* (Tyr)	4.2	-	3.9	4.0	3.17	4.18	2.94
Treonin* (Thr)	5.1	2.0	3.1	2.8	3.30	3.00	2.75
Triptofan* (Trp)	1.6	-	2.7	0.9	0.86	1.54	1.56
Valin* (Val)	6.9	1.9	4.7	4.8	4.71	4.72	3.40
Ukupno esencijalnih amino kiselina EAK (%)	51.4	-	35.6	35.9	33.4	39.4	35.03
Ukupno ne-esencijalnih AK (%)	48.6	-	64.4	64.1	66.6	60.6	64.97
Odnos EAK/AK	1.06	-	0.55	0.56	0.50	0.65	0.54

\* Esencijalne amino kiseline

**Tabela 3.** Nutritivna vrednost amino kiselina i proteina (prema WHO/FAO) upoređenih sa proteinima jajeta

Amino kiselina (AK)	*Idealni protein	Kokošije jaje g/100 g proteina, Oyenega i sar. (1975)	FAO referentni sadržaj amino kiselina u proteinu (%)	FAO/WHO (1985) referentni sadržaj amino kiselina mg/g proteina	Glew i sar. (2006) (C. pepo L.) % od ukupnih amino kiselina	**Glew i sar. (2006)
Izoleucin (Ile)	2.8	6.3	4.0	13	3.9	140
Leucin (Leu)	6.6	8.8	7.0	19	7.0	105
Lizin (Lys)	5.8	7.0	5.5	16	3.7	65
Metionin (Met)+ Cistein (Cys)	2.5	5.9	3.5	17	3.3	130
Metionin (Met)	-	3.5	-	-	-	-
Cistein (Cys)	-	2.4	-	-	-	-
Fenilalanin (Phe)+ Tirozin (Tyr)	6.3	9.8	6.0	19	9.1	145
Fenilalanin (Ph)	-	5.6	-	-	-	-
Tirozin (Tyr)	-	4.2	-	-	-	-
Treonin (Thr)	3.4	5.1	4.0	9	3.1	92
Triptofan (Trp)	1.1	1.6	1.0	5	2.6	237
Valin (Val)	3.5	6.9	5.0	13	4.8	137
Histidin (Hys)	-	2.4	1.2	-	-	-

\* - prema WHO (% od ukupnih proteina)

\*\* - % AK/Idealan protein x100



**Tabela 4.** Kvalitet proteina semena tikve

Pokazatelj kvaliteta	El-Adawy i Taha (2001) C. pepo	Sharma i sar. (1986) C. moschata	Zdunczyk i sar. (1999) C. pepo	Mansour i sar. (1993) C. pepo
BV -Biološka vrednost	-	67	-	86.5
EEAI	85.4	-	70.4	-
Indeks *AK po Oser-u				
Hemijska ocena:	75.8	65	45.9	77
Prva limitirajuća AK	Lizin		Lizin	Izoleucin
Druga limitirajuća AK	Izoleucin		Izoleucin	Treonin
PER	2.15	-	1.01	-
Odnos efikasnosti proteina				
NI	-	-	42.1	-
Nutritivni indeks				
**Odnos leucina/izoleucina	2.0	2.2	1.9	2.3
Odnos leucina/lizina	1.5	4.6	2.3	0.11
Stvarna svarljivost (%)	90	73	83.1	87.8

\*AK- amino kiselina

\*\* Prema Sharma i sar. (1986) odnos leucina i izoleucina bi trebao biti manji od 4.6:1.

**Tabela 5.** Sastav i sadržaj minerala semena tikve

Sastav i sadržaj minerala (mg/100g s.m.)	El-Adawy i Taha (2001)	Longe i sar. (1983)	Glew i sar. (2006)	Mansour i sar. (1993)	Hamed i sar. (2008)
	C. pepo L.	Telfairia o. Hook	C. pepo	C. pepo	Telfairia o. Hook
Ca	130	49.5	34.6	164.3	134.0
Cu	1.7	4.7	1.5	1.6	-
Fe	10.9	31.7	10.6	21.1	17.36
K	982	2219.3	579.0	1373.6	1331.7
Mg	483	699.0	569.0	568.8	3.46
Mn	8.9	3.8	4.9	8.0	-
Na	38	23.1	0.69	33.2	25.59
P	1090	359.4	1570	1783.1	63.0
Zn	8.2	13.9	11.3	19.0	16.71

### 2.5.3. Funkcionalne karakteristike proteina uljarica i pogače semena tikve

Proteini pogače, zaostale nakon izdvajanja sojinog, suncokretovog, lanenog ili repičinog ulja, se već odavno koriste kao hrana za životinje. Međutim, objavljena istraživanja upotrebe proteina pogače semena tikve dobijene nakon presovanja ulja su minimalna. Značaj proteina dobijenih iz semena uljarica u ljudskoj ishrani je zasnovan kako na nutricionističkom kvalitetu, tako i u pogledu funkcionalnih osobina. Funkcionalne osobine se mogu klasifikovati na osnovu mehanizama delovanja u tri glavne grupe: (a) osobine vezane za hidrataciju (vezivanje vode), vezivanje ulja, rastvorljivost i zgušnjavanje, (b) osobine vezane za strukturu proteina i reološke karakteristike (viskozitet, tekstura i stvaranje gela) i (c) osobine vezane za površinu proteina kao što su emulgovanje i stvaranje pene i formiranje filma (Moure *et al.*, 2006).

Funkcionalnost proteina semena uljarica je ispitivana od strane više autora od kojih su samo neki ovde navedeni (Khattab and Arntfield, 2009; Lin *et al.*, 1974), a ispitivanja su vršena na obezmašćenom brašnu samlevenog semena suncokreta, repice, soje i lana. Funkcionalne osobine su: apsorpcija vode, apsorpcija ulja, rastvorljivost proteina, sposobnost stvaranja emulzije, kao i sposobnost stvaranja i održivost (stabilnost) pene. Rezultati pokazuju da su apsorpcija vode i ulja povećane ukoliko su proteini denaturisani pošto se na ovim proteinima oslobađaju dodatne nepolarne veze za koje se mogu vezati ili molekuli vode ili molekuli ulja. Usled denaturacije proteina, njihova je rastvorljivost smanjena, što utiče na kapacitet emulgovanja, koji je smanjen sa stepenom denaturacije proteina. Međutim, stabilnost emulzije je veća ukoliko je stepen denaturacije proteina veći. Nasuprot efektu na emulgovanje, sposobnost stvaranja i održivosti pene je drastično smanjena povećanjem stepena denaturacije proteina (Khattab and Arntfield, 2009).

Voutsinas i sar. (1983) su dokazali da su emulgujuće sposobnosti proteina različite u zavisnosti od vrste proteina i stepena njihove denaturacije. Proteini denaturisani toplotom ne gube uvek sposobnost emulgovanja, već se nasuprot tome ona može povećati. Objašnjenje za povećani funkcionalni kapacitet denaturisanih proteina je činjenica da se u toku denaturacije molekul ispravlja i na

taj način omogućava pristup hidrofobnim grupama amino kiselina proteina koje postaju amfofilne i sposobne su da se vežu na površini voda-ulje.

Giami (2003) je ispitivao nutritivna svojstva proklijalih semenki tikve (*Telfairia occidentalis*) gajene u Nigeriji na oglednim pacovima, pri čemu je dokazao da termički tretman i obezmaščivanje semena povećavaju svarljivost dobijenih proteina.

Neke funkcionalne osobine proteina tikve, kao što su indeks apsorpcije ulja i indeks apsorpcije vode, su date u tabeli 6, za potpuno obezmaščene uzorke tikvinog brašna. Iz tabele se može videti da su ove vrednosti zavisne od regiona u kojem se tikva gaji kao i od vrste tikve, i da je apsorpcija vode višestruko veća od apsorpcije ulja za vrstu *Telfairia o. Hook*, dok je kod vrste *C. pepo* rezultat bio obrnut, indeks apsorpcije ulja je bio nešto veći od indeksa apsorpcije vode.

**Tabela 6.** Funkcionalne karakteristike pogače tikve

Osobine pogače	Giami i Isichei (1999) <i>Telfairia o. Hook</i> (Nigerija)	Giami i Bekebain (1992) <i>Telfairia o. Hook</i> (Nigerija)	El-Adaway i sar. (2001) <i>C. pepo</i> (Egipat)
OAI (Indeks apsorpcije ulja) (g ulja/g uzorka)	0.9±0.02	1.3±0.02	3.85
WAI (Indeks apsorpcije vode) (g vode/g uzorka)	9.3±0.4	12.1	2.51

#### **2.5.4. Farmakološka i medicinska vrednost biološki aktivnih komponenata semena tikve**

Popularnost tikvinog semena raste iz godine u godinu i predstavlja fokus epidemioloških istraživanja bioaktivnosti semena u poslednjih desetak godina. Njegova najčešća upotreba u većini zemalja je za lečenje dijabetesa i uništenje glista i crevnih parazita. Dokazano je da klijanje i fermentacija mogu da smanje sadržaj antinutritivnih sastojaka prisutnih u tikvinom semenu i tako doprinesu njegovoj farmakološkoj aktivnosti. Najvažnije farmakološke aktivnosti tikvinog semena su antidijabetsko, antibakterijsko delovanje, snižavanje holesterola i triglicerida u krvi, antitumorna aktivnost i sprečavanje stvaranja kristala (kamena) u bešici (Caili *et al.*, 2006).

Farmakološka i medicinska vrednost semena tikve, kako ulja tako i proteina, je ispitivana i na životinjama i na ljudima. Objavljena su mnogobrojna istraživanja od kojih će samo neka biti ovde pomenuta. Dejstvo proteina tikvinog semena na jetru je ispitivano na oglednim pacovima i pokazalo je antioksidativne osobine (Makni *et al.*, 2008; Nkosi *et al.*, 2006; Nkosi *et al.*, 2005; Gossell-Williams *et al.*, 2008). Tikvino seme gajeno na Kubi, sa sadržajem linolne kiseline od 47.7%, je korišćeno za fitoterapiju benigne hiperplazije (uvećanja) prostate (Castillo *et al.*, 2006; Gossell-Williams, 2006). Osim toga, tikvino seme gajeno u Turskoj je testirano na antibakterijsko, antigljivično i antiviralno dejstvo. Rezultati su pokazali dobro antibakterijsko dejstvo na bakterije kao što su *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Acinobacter baumannii*, potencijalnu antigljivičnu aktivnost na plesan *Candida albicans* i umereno antiviralno dejstvo na Parainfluenza virus tip-3 u koncentracijama od 2% (Sener *et al.*, 2007; Caili *et al.*, 2006). Peptid izolovan iz tikve, tzv. kukurmošin (eng. cucurmoschin), je pokazao antigljivično dejstvo (Wang and Ng, 2003).

Tikvino ulje se koristi već desetinama godina za tretman urinarnog trakta, a ispitivanja na životinjama su pokazala da ekstrakt tikvinog semena poboljšava funkcionisanje bešike i uretre (Steenkamp, 2003). Istraživanja na oglednim pacovima sa povišenim holesterolom su pokazala da ulje iz tikvinog semena ima značajno antiaterogeno dejstvo u zaštiti jetre (Makni *et al.*, 2008).

Al-Zuhar i sar. (1997) su eksperimentima na zečevima dokazali da se upotrebom leka (simvastatin) za sniženje holesterola u krvi, koji ima izraženi sporedni efekat u lečenju (disfunkcija drugih organa), uz dodatak tikvinog ulja, ovaj efekat drastično smanjuje.

Pogača i brašno tikvinog semena (sa sadržajem proteina od oko 46%) su korišćeni za određivanje nutritivnog kvaliteta proteina u oglednoj ishrani pilića i upoređeni su sa proteinima sojinog brašna i pogače i brašna tikve. Analiza proteina i minerala je pokazala da pogača tikve poseduje proteine i amino kiseline čiji sadržaj nadmašuje sojino brašno u svemu osim u lizinu i da takođe uveliko ispunjava zahteve FAO/WHO u pogledu predložene dnevne količine i kvaliteta proteina za ljudsku ishranu. Raspoloživost amino kiselina, određena brzim rastom pilića, je bila podjednako dobra za sve vrsta brašna (Nwokolo and Sim, 1987).

Antioksidativno dejstvo ekstrakta tikvinog semena (vodenog i alkoholnog) je utvrđeno pomoću testa na uklanjanje slobodnih radikala, pri čemu je utvrđeno da antiradikalno dejstvo direktno zavisi od koncentracije fenola prisutnih u ekstraktu. Pretpostavlja se da relativna količina pojedinih vrsta molekula fenola ima veći značaj u određivanju antioksidativnog potencijala ekstrakta od ukupne količine fenola (Xanthopoulou *et al.*, 2009).

Naghii i Mofid (2007) su ispitivali uticaj tikvinog semena na nutritivni sadržaj unetog gvožđa i na hematološke karakteristike na ženama starosnog doba 20-37 godina. Oni su utvrdili da je tikvino seme obezbedilo povećan unos gvožđa i da je nakon četiri nedelje konzumiranja ovog semena u količini od 30 g dnevno, postignuto značajno poboljšanje u koncentraciji gvožđa u serumu krvi.

### 2.5.5. Pregled proizvoda dobijenih upotrebom ulja i pogače semena tikve

Funkcionalna hrana je ona koja sadrži komponente, bilo da su klasifikovane kao nutrijenti ili kao sastojci druge vrste, za koje postoje naučna ispitivanja i dokazi (klinička ispitivanja) da doprinose promovisanju zdravlja ili sprečavanju bolesti.

Među prvim objavljenim radovima na temu tikvine pogače je ispitivanje Zucker i sar. (1957) koji su testirali pogaču tikvinog semena na pacovima i svinjama, kao izvor proteina za proizvodnju hrane za svinje.

Većina do sada objavljenih literature na temu upotrebe brašna tikvinog semena je upotreba *Telfaria occidentalis* Hook i *C. pepo moschata* tikve.

Mansour i sar. (1996) su ispitali uticaj dodavanja 3% tikvinog semena (u obliku brašna) u salamu tipa "bolonja". Interesantno je da se boja proizvoda, u poređenju sa kontrolnim uzorkom, nije promenila. Kapacitet apsorpcije vode, prinos u toku kuvanja i sadržaj vlage su bili neznatno promenjeni. Količina nekih minerala (P, Cu, Fe, Mn i Mg) se povećala, što je ukazalo na pozitivan uticaj tikvinog semena u smislu poboljšanja nutritivnih svojstava salame.

Giarni i Isichei (1999) su ispitali brašno i proteine fermentisanog i proklijalog semena tikve u cilju dobijanja koncentrata proteina za upotrebu u obogaćivanju mlevenog mesa proteinima kao i poboljšanju vezivanja vode.

Giarni i Barber (2004) su upotrebili brašno i proteine fermentisanog i proklijalog semena tikve u cilju dobijanja koncentrata proteina kao dodatak keksu u količini od 5-25%, što je nutritivno bilo ekvivalentno ishrani zasnovanoj na kazeinu. Funkcionalne osobine ovih vrsta brašna su potvrđene ispitivanjem hemijskih i senzornih osobina keksa. Ovi uzorci brašna su takođe upotrebljeni za praćenje kvaliteta proteina, što je utvrđeno ogledom na pacovima, i imali su viši stepen iskorišćenja proteina i svarljivosti u poređenju sa kontrolnim uzorkom bez tikvinog brašna (Giarni *et al.*, 2005).

Tikvino brašno je takođe upotrebljeno za ispitivanje promene kvaliteta hleba, pri čemu je utvrđeno da je dodatak tikvinog brašna u količini od 5-10% povećao količinu proteina, kalcijuma, natrijuma, kalijuma i fosfora, zbog čega su oplemenjeno pšenično brašno i hleb dobijen na taj način imali superiorne nutritivne karakteristike u poređenju sa hlebom od 100% pšeničnog brašna (Giarni *et al.*,

2003).

Istraživanjima El-Soukkary (2001) je takođe potvrđeno nutritivno obogaćenje hleba, pogotovu amino kiselinama i poboljšanom svarljivošću proteina.

Onimawo i sar. (2003) su seme tikve (*Telfairia occidentalis*) gajene u Nigeriji podvrgli procesu fermentacije, i kao takvo, zbog povećanog sadržaja proteina, upotrebili za zamenu mesa i korišćenje u drugim vrstama jela, kao izvor proteina.

Objavljeni su rezultati malobrojnih ispitivanja mogućnosti upotrebe pogače semena uljane tikve golice za proizvodnju namaza (Dimić *et al.*, 2006).

Osim toga, ova se pogača može iskoristiti i u farmakološke svrhe, u vidu hidrolizovanih proteina i bioaktivnih peptida (Peričin *et al.*, 2009; Peričin *et al.*, 2009a).

Osim prehrambenih proizvoda, najčešće tikvinog ulja ili pečenog/nepečenog, oljuštenog/neoljuštenog semena tikve golice, tikvino ulje se može upotrebiti i za proizvodnju biodizela (Schinas *et al.*, 2009) ili za proizvodnju kozmetičkih preparata za kožu. Noviji proizvod na tržištu je "Curbilene", prečišćeni lipofilni ekstrakt semena tikve koji se koristi u kozmetičke svrhe za poboljšanje izgleda kože i proizvodi se u Italiji, a dobijen je superkričnom ekstrakcijom ulja iz tikvinog semena.

Tikvino ulje i proteini se sve više pojavljuju na tržištu u koncentrovanom obliku, kao tečnost, kapsule ili kao ekstrakti. Na evropskom i severnoameričkom tržištu se može naći mnoštvo proizvoda koji sadrže ulje tikvinog semena.



## **2.6. Tekstura i reološke osobine prehrambenih proizvoda sa posebnim osvrtom na namaze**

Tekstura hrane je grupa fizičkih karakteristika koje su predstavljene njenim strukturnim elementima i koje se prevashodno određuju dodirrom i čulima, pre samog konzumiranja. Osobine teksture su posledica deformacije, dezintegracije i kretanja hrane pod uticajem sile, i mogu se objektivno (instrumentalno) meriti kao funkcija mase, vremena i razdaljine (Bourne, 2002).

Tekstura prehrambenih proizvoda je definisana ISO 5492 standardom kao "Ukupne mehaničke, geometrijske i površinske osobine proizvoda određene mehaničkim putem, dodirrom i gde je primenljivo, pomoću čula vida i sluha". Kako je konzumiranje i definisanje teksture hrane vrlo subjektivnog i pristrasnog karaktera, razvijene su instrumentalne tehnike za ocenu teksture hrane. Ovi testovi su nazvani "objektivni", dok su senzorni testovi postali manje popularni jer su "subjektivni" (Rosenthal, 1999).

Reologija je nauka koja se bavi deformacijom materijala, relacijom između sila deformacije i nastale deformacije, uključujući njihovo proticanje, u funkciji vremena. Pre definisanja osnovnih reoloških parametara, korisno je napraviti razliku između dva idealna tipa reološkog ponašanja: naime, idealna tečnost ili viskozno proticanje i idealno čvrsto stanje ili elastično proticanje. Viskozne materije počinju da protiču određenom brzinom kada se materijal podvrgne naponu, kao i posle odstranjivanja istog, pri čemu ove materije zadržavaju oblik koji su imale kada je napon odstranjen. Elastične materije se deformišu momentalno do određene granice čim se podvrgnu naponu i povrate prvobitni oblik pošto je sila deformacije uklonjena. Tekstura hrane se određuje reološkim merenjima zasnovanim na različitim fizičkim zakonima (Vliet, 1999).

Da bi se korigovala različitost veličina i oblika ispitivanog uzorka, za određenu kategoriju se uvek koristi utvrđena procedura koja opisuje: veličinu/debljinu uzorka, probu koja se koristi, brzinu kretanja probe, opterećenje, zadati profil analize, kao i broj ciklusa kompresije.

Dijapazon teksturnih opisa hrane je vrlo širok: žvakljivost (žilavost) kore hleba i mesa, hrskavost celera i čipsa, sočnost svežeg voća, glatkoća i topivost sladoleda, meka čvrstoća sredine hleba, topivost želea, viskozitet guste supe, tečljivost mleka, gusta glatkoća jogurta, kremasta glatkoća fila za torte i mnogi drugi. Ova široka oblast reoloških i teksturnih osobina, nađena u prehrambenim proizvodima, je posledica ljudske potrebe za različitošću prirode hrane, u smislu njene teksture (Bourne, 2002).

Tekstura prehrambenih proizvoda se poima kao njihova promena dok se njome rukuje, npr. seče nožem ili razmazuje. Čak i pre nego što se nađe u ustima, konzument već ima određeni stav o teksturi hrane na osnovu izgleda, dodira ili zvuka (hrskavost). Prvobitni osećaj u ustima (pre zagriža) je pri relativno niskom trenju. Pri pomeranju jezika i zuba, dolazi do većeg trenja što izaziva deformaciju hrane i njeno kretanje. Pod ovim uslovima se stiče utisak o karakteristikama njene teksture kao što su tvrdoća, elastičnost, lepljivost i druge osobine (Rosenthal, 1999).

Tekstura je jedna od najvažnijih karakteristika hrane i može se određivati senzorno i instrumentalnim metodama analize. Sezorne metode zahtevaju panel, koji može biti trenirani (stručnjaci za određenu oblast) ili netrenirani (potrošači). Rezultate senzorne analize je teško ponoviti, budući da su vrlo subjektivni. Instrumentalne metode analize su jeftinije i zahtevaju manje vremena (Sahin and Sumnu, 2006).

Reološka istraživanja na različitim namazima, među kojima i na kikiriki maslacu, ukazuju na činjenicu da prinosni napon (eng. yield stress) direktno utiče na mazivost proizvoda. Prinosni napon je minimalna vrednost napona pri kojem dolazi do proticanja plastičnih sistema. Ispod ove kritične vrednosti, plastično telo ne protiče, samo trpi elastične deformacije, a nakon postizanja prinosnog napona, sistem popušta. Pseudoplastični sistemi, kao namazi, su oni kod kojih se ne dobija pravolinijska zavisnost napona smicanja u širem području brzina smicanja (Đaković, 1985).

Prinosni napon takođe može da se uporedi sa koherentnom mrežom strukture po celoj zapremini uzorka kao sila po jedinici površine potrebna da razruši tu strukturu i inicira proticanje (Sun and Gunasekaran, 2008).

Pošto je potrošač u kontaktu sa hranom (namazom) preko noža kojim razmazuje namaz na kreker ili hleb, smatra se da je mazivost definisana kao sila suprotna otporu koja je neophodna da bi se izazvala deformacija (razmazivanje) (Kokini and Dickie, 1982). Ovi rezultati su potvrđeni istraživanjem Singh i sar. (2000) koji su pokazali da namaz od kikirikija sa smanjenim sadržajem masti pokazuje ne-njutnovsko, vremenski nezavisno ponašanje uz opadanje viskoziteta, kada se podvrgne stalnom naponu smicanja. Do istog zaključka su došli Akbulut i Coklar (2008) ispitivanjem namaza od susama.

Prva značajna istraživanja u oblasti teksture prehrambenih proizvoda kao i korelacije senzornih ispitivanja sa instrumentalnim merenjima, izvršena su šezdesetih godina, a usavršena osamdesetih godina prošlog veka, pri čemu je mahom ispitivana polutečna hrana i utvrđene su definicije teksture i skale za njeno merenje (Henry *et al.*, 1971; Muñoz, 1986; Szczesniak, 1987).

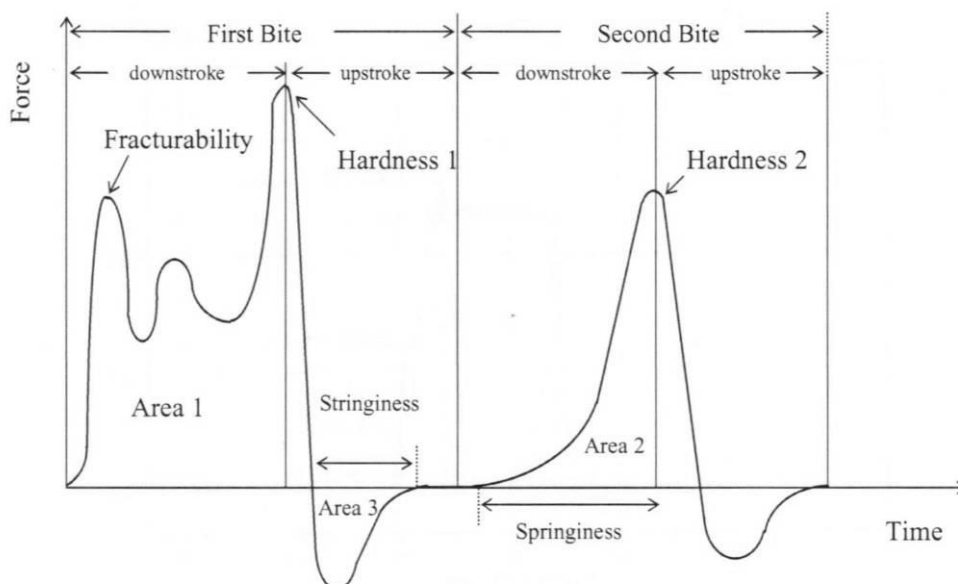
Tekstura namaza, prvenstveno tvrdoća, i njegove reološke osobine (ponašanje pri deformaciji izazvanoj silom) tj. mazivost, su od presudnog značaja pri izboru namaza. Namaz mora biti lako maziv da bi našao svoje mesto kod potrošača. Pri tome je mazivost od strane potrošača okarakterisana kao lakoća sa kojom se proizvod (namaz) može premazati preko površine. Zahtev današnjih potrošača je da se namaz neposredno izvađen iz frižidera može lako mazati, bez obzira na vrstu namaza i njegovu količinu ili sastav lipida. Osim toga, namazi koji ne zahtevaju čuvanje pri nižim temperaturama ne smeju pokazati izdvajanje ulja, jer se kao takvi smatraju neprihvatljivim.

Osobine koje karakterišu teksturu namaza, kao što su tvrdoća (mazivost), kohezivnost (konzistencija) i adhezivnost (lepljenje) se obično koriste da opišu kvalitet namaza i da predvide njegovo prihvatanje od strane potrošača. Mehaničke karakteristike hrane, kao što su tvrdoća, kohezivnost, viskozitet i elastičnost, su povezane privlačnim silama između čestica hrane, i suprotnim, koje izazivaju njihovu dezintegraciju. Adhezivnost je, međutim, u vezi sa osobinama površine hrane (Szczesniak, 1962). Ove osobine teksture, u odnosu na deformaciju, dezintegraciju i kretanje namaza pri dejstvu sile, se mere instrumentalnim metodama kao funkcije napona, vremena i razdaljine (Bourne, 2002). Ova instrumentalna metoda se zove analiza profila teksture proizvoda (eng. Texture

Profile Analysis - TPA), s obzirom na to da može da odredi mnoge karakteristike hrane, što se unapred utvrdi, pre samog testa. Različiti tipovi hrane zahtevaju različite analize u cilju što boljeg opisa njene teksture i predviđenog dizajna proizvoda.

Osim pet pomenutih primarnih karakteristika, postoje još dva dodatna, tzv. sekundarna parametra, koja opisuju teksturu namaza: žvackljivost i guminoznost. Savremene instrumentalne metode analize teksture hrane su u suštini testovi koji predstavljaju merenje dva zagriža hrane (eng. two bite test) i omogućavaju da se utvrde parametri teksture, koji mogu biti u jako dobroj korelaciji sa parametrima senzorne analize, pri čemu se analiziraju krive "primenjena sila-vreme" (Friedman *et al.*, 1962).

Osnova analize profila teksture proizvoda (TPA) je da se komadi hrane veličine zalogaja kompresuju dva puta uzastopce da bi se simulirala akcija žvakanja zubima. Kompresija je obično primenjena na 80% originalne dužine (dubine) uzorka. Za ovakvu analizu se koriste aparati za određivanje teksture (eng. texture analyzer). Kriva sile koja se dobija kao funkcija vremena je poznata kao profil teksture. Pošto uređaj kompresuje uzorak dva puta (dva ciklusa), dobijaju se dve pozitivne i dve negativne krive (slika 8). Pikovi i površine ispod krivih se koriste za računanje i određivanje različitih zadatah karakteristika hrane kao što su lomljivost, guminoznost, kohezivnost, tvrdoća, žvackljivost, adhezivnost, elastičnost itd., a dobijena su objektivnim merenjem (Sahin and Sumnu, 2006).



Legenda: Force – sila; First bite - prvi zagriz; Second bite - drugi zagriz; downstroke - spuštanje (prodiranje); upstroke - podizanje; area - oblast; fracturability - lomljivost; hardness - tvrdoća; stringiness - tegljivost; springiness - elastičnost

**Slika 8.** Teksturni profil - grafikon dobijen pomoću instrumeta teksturometra (TPA) (Sahin and Sumnu, 2006)

Prema podacima istraživanja izabranih namaza na bazi ulja instrumentalnom TPA analizom (Glibowski *et al.*, 2007), teksturne osobine su veoma zavisile od sadržaja lipida. Naime, manje ahezivni i više kohezivni su bili namazi koji su imali najmanji sadržaj lipida. Osim toga, nađena je vrlo visoka korelacija između mazivosti i tvrdoće namaza.

Uopšteno govoreći, instrumentalne metode analize imaju prednost u odnosu na senzorni test od strane panela - iskusnih ocenjivača, najviše zbog toga što se smatra da instrumentalni test ima veću mogućnost reprodukovanja i zahteva manje vremena. Osim toga, nađena je i značajna korelacija između instrumentalne metode određivanja teksture i senzornih ocena namaza na bazi kikiriki maslaca (Muego *et al.*, 1990).

Opšte je poznato da se tekstura margarina još uvek uglavnom određuje upotrebom penetrometra, pri čemu se dobija samo jedna vrednost - tvrdoća margarina koja se koristi da opiše mazivost, kao jedinu objektivno dobijenu karakteristiku teksture (Hayakawa and Deman, 1982; Boodhoo *et al.*, 2009).

Lee i Resurreccion (2001) su ispitivali teksturu kikiriki maslaca i našli korelaciju između senzorne i instrumentalne TPA. Jednačine dobijene TPA metodom, koje su predvidele teksturu proizvoda u njihovom radu, su uspešno potvrdile jedanaest senzornih karakteristika dobijenih atributivnom metodom senzorne analize.

Osim toga, utvrđeno je da postoji značajna korelacija između instrumentalnog merenja čvrstoće pomoću penetrometra i senzorne ocene mazivosti margarina (Rohm and Raaber, 1992; Pompei *et al.*, 1988). Senzorna analiza tvrdoće i elastičnosti su veoma tačno bile predviđene pomoću TPA analize za petnaest vrsta ispitivanih prehrambenih proizvoda (Di Monaco *et al.*, 2008a).

Objavljen je takođe rad na ispitivanju korelacije teksture i senzornih osobina kikiriki maslaca, pri čemu je utvrđeno da su tvrdoća i kohezivnost u značajnoj korelaciji sa mazivošću. Ukoliko je kohezivnost veća, utoliko je i mazivost bolja. Ovi rezultati ukazuju na mogućnost predviđanja mazivosti kikiriki namaza, ukoliko se kreira regresiona jednačina modela sa vrednostima za tvrdoću i kohezivnost (Muego-Gnanasekharan and Resurreccion, 1993).

Pre desetak godina je razvijena posebna "Vane" metoda za kvantitativno merenje mazivosti namaza koršćenjem Brookfield viskozimetra (Daubert *et al.*, 1998) koja je takođe potvrdila odnos ovakvog objektivnog merenja sa subjektivnim, senzornim ocenjivanjem namaza. U međuvremenu su se na tržištu pojavili veoma savremeni aparati za određivanje profila teksture proizvoda.

Na polju istraživanja namaza, pored već pomenutih, do sada su objavljeni radovi koji su se mahom bavili kikiriki maslacem ili namazom na bazi kikirikija (Yeh *et al.*, 2003). Objavljena su takođe i istraživanja metoda pripreme, fortifikacije, opisa nutricionističkih ili reoloških osobina (teksture) namaza na bazi drugih uljarica. Npr. namaz na bazi suncokreta (Dreher *et al.*, 1983; Lima and Guraya, 2005), namazi na bazi soje i kikirikija (Dubost *et al.*, 2003), namazi na bazi lešnika (Di Monaco *et al.*, 2008), namazi na bazi čokolade i kikirikija (Chu and Resurreccion, 2005). Santos i sar. (1987) su formulisali namaz na bazi kikirikija koji je bio imitacija krem sira, pri čemu je ispitivano šest različitih formula namaza i određena njihova tekstura pomoću instrumentalne TPA. Ovaj proizvod je bio uspešno formulisan jer je imao veći sadržaj proteina i ulja, a nižu vrednost vlage od ostalih namaza.

Najnovija ispitivanja korelacije između instrumentalne metode određivanja zagriža i upoređenja sa senzornom ocenom su pokazala da je koeficijent vrlo visok ( $R=0.916$ ). Veoma značajna korelacija je nađena između parametara zagriža i lakoće zagriža zasnovanog na senzornoj oceni (Takahashi *et al.*, 2009).

Jedini objavljeni rad na temu reoloških karakteristika namaza od tikve golice je proučavao reološke karakteristike namaza pri čemu je brašnu tikve golice dodato suncokretovo ulje. Reološke osobine su ispitivane definisanjem krivi proticanja metodom histerziske petlje, pomoću rotacionog viskozimetra - instrumenta za određivanje teksture pri čemu je merena sila i rad smicanja. Utvrđeno je da je optimalna količina dodatog ulja 45% na masu namaza. Veličina čestica brašna je bila 0.4-0.63 mm (Dokić *et al.*, 2009).

### **2.6.1. Primarne i sekundarne reološke osobine teksture prehrambenih proizvoda**

**Primarne karakteristike** teksture namaza su: tvrdoća, kohezivnost, elastičnost i adhezivnost. Na slici 8 se mogu videti teksturne osobine predstavljene grafički kao kriva sile i vremena.

Definicije teksture korišćene u ovom radu za primarne i sekundarne karakteristike instrumentalne analize profila teksture namaza su usvojene iz radova Szczesniak (1962), Sahin i Sumnu (2006) kao i iz Brookfield-ovog instrukcionog priručnika (2009).

**TPA tvrdoća (čvrstoća) (g)** je maksimalna sila neophodna da kompresuje hranu između zuba (kutnjaka) i sila neophodna da zadrži datu deformaciju. Visoka vrednost tvrdoće takođe znači da testirani proizvod ima nisku mazivost. Mazivost, definisana kao sposobnost da se proizvod namaže na hleb ili keks (kreker), se smatra jednom od najznačajnijih osobina teksture bilo kog namaza i izražava se kao tvrdoća. Tvrdoća predstavlja vrh pika krive u toku prvog ciklusa pritiskanja.

**TPA rad penetracije (mJ)** ukazuje na rad neophodan da se prevaziđu unutrašnje sile između čestica koje se odupiru sili prodiranja konusa.

**TPA kohezivnost** (konzistencija) ukazuje na jačinu unutrašnjih veza koje određuju oblik hrane kao i stepen do kojeg se hrana može deformisati pre nego što se raspadne. Kohezivnost je definisana kao odnos površine ispod površine krive druge i prve pozitivne oblasti zagriz.

**TPA elastičnost (mm)** se definiše kao brzina pri kojoj se deformisani materijal vrati u prvobitno nedeformisano stanje, nakon što je sila deformacije uklonjena. Ona takođe ukazuje na dužinu koju hrana pređe vraćajući se između prvog i drugog zagriz. Ova karakteristika opisuje hranu kao elastičnu ili plastičnu, pri čemu su namazi na bazi lipida većinom pseudo-plastični. Elastičnost je definisana kao visina do koje se hrana povraća u toku vremena koje prođe između kraja prvog zagriz i početka drugog zagriz (razdaljina ili dužina ciklusa kompresije u toku drugog zagriz).

**TPA adhezivnost (lepljivost) (mJ)** je rad koji je neophodno izvršiti da bi se eliminisale sile privlačenja između površine hrane i površine drugih materijala sa kojima hrana dolazi u kontakt (jezik, zubi, nepce, itd.). Adhezivnost je oblast ispod površine krive negativne sile za prvi zagriz. Uopšteno govoreći, niža vrednost adhezivnosti je poželjna osobina teksture namaza.

**Sekundarne karakteristike** teksture namaza su: guminoznost, žvakljivost, dužina istezanja i indeks elastičnosti. Na slici 8 se mogu videti grafički predstavljene osobine kao kriva sile i vremena. Žvakljivost i guminoznost se dobijaju računskim putem.

**TPA guminoznost (g)** je energija potrebna da razloži polu-čvrstu hranu do stepena kada je spremna za gutanje, pri čemu je u relaciji sa hranom koja ima nisku tvrdoću. Ova osobina se izračunava kao proizvod tvrdoće i kohezivnosti. Prema tome, tvrdi proizvod sa nižom kohezivnošću će pokazati veću guminoznost, pri čemu je "prava" guminoznost ona koja opisuje hranu sa nižom tvrdoćom i višim vrednostima kohezivnosti, pošto je ova hrana polu-čvrsta.



**TPA žvakljivost (žilavost) (mJ)** je definisana kao energija potrebna da se čvrsta hrana sažvaće do stanja kada je spremna za gutanje. Što se tiče namaza na bazi ulja, elastičniji i mekši proizvodi imaju veću žvakljivost, nego oni koji su tvrdi, manje elastični i manje kohezivni. Kada se uporede guminoznost i kohezivnost, očigledno je da elastičnost ima kritičnu ulogu u teksturi namaza. Žvakljivost je proizvod guminoznosti i elastičnosti.

**TPA dužina istezanja (mm)** je razdaljina koju hrana pređe tegleći se dok se odvaja od kontaktne površine (npr. zubi, nepce). Ova teksturna osobina se takođe opisuje kao "tegljivost" hrane, kao što je npr. sir. Za namaze je poželjna niža vrednost dužine istezanja.

**TPA indeks elastičnosti (0-1)** pokazuje sposobnost hrane da se nakon pritiskanja povraća u prvobitno stanje bez oštećenja, pri čemu vrednost 1 opisuje potpuno elastični materijal, a vrednost 0 potpuno viskozni materijal.

**Viskozitet (Pa s)** se definiše kao unutrašnje trenje fluida ili njegova tendencija da se suprotstavi kretanju tj. proticanju (Bourne, 2002). Viskozitet je važna karakteristika teksture hrane i manje ili više značajna za određenu kategoriju. Viskozitet se određuje instrumentima koji su posebno dizajnirani za tu svrhu. Zaključci o teksturi prehrambenih proizvoda se ne mogu doneti samo na osnovu vrednosti viskoziteta, što je bio slučaj u mnogim ranije objavljenim radovima.

## 2.7. Izbor komponenata za namaze na bazi ulja

Definicija namaza je prilično široka, pošto namazi mogu imati veliki opseg sadržaja masti, od 25 do 80%. Današnji potrošač zahteva ne samo niži sadržaj lipida u namazu, već i kvalitet tih lipida u smislu sadržaja esencijalnih, odnosno omega masnih kiselina. Generalno, namaz na bazi ulja sa nižim sadržajem lipida ili namaz obogaćen komponentama koje ga svrstavaju u grupu funkcionalne hrane, se sve više kreira i nudi na tržištu. Iz tih razloga je neophodno poznavati funkcionalne karakteristike i značaj dodavanja ulja i drugih sastojaka kako bi se postigao stabilan namaz sa željenim karakteristikama gotovog proizvoda, što nije ni malo jednostavno. Smeše ulja koje se mogu koristiti za proizvodnju namaza takođe zavise od njihove raspoloživosti i cene na tržištu. Za proizvodnju prihvatljivog namaza je neophodno znati i određene fizičke osobine ulja kao što su sposobnost formiranja kristala, osobine topivosti i sastav masnih kiselina (Young and Wassel, 2008).

U cilju zaštite zdravlja, idealan namaz na bazi ulja treba da poseduje sledeće nutricionističke karakteristike:

- da je na bazi biljnih ulja;
- nizak sadržaj zasićenih masnih kiselina;
- potpuno odsustvo *trans* masnih kiselina;
- odgovarajući sadržaj omega masnih kiselina prema nutritivnim preporukama;
- zadovoljavajući odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina (1-3:1);
- visok sadržaj PNMK;
- nizak sadržaj natrijuma;
- minimalan sadržaj ugljenih hidrata i
- odsustvo holesterola.

Dodatne povoljne karakteristike bi bile sadržaj vlakana, nekih vitamina i minerala. U smislu teksture, mora biti dobro maziv, glatke površine, da se ne lepi za zube i nepce. Proizvod mora biti poželjnog izgleda i boje, prijatnog ukusa i mirisa. Osim toga, proizvod ne sme pokazivati izdvajanje ulja na površini i mora imati odgovarajuću održivost pri sobnoj temperaturi (21°C).

Do sada je objavljeno nekoliko istraživanja na temu obogaćivanja namaza na bazi ulja dodatkom omega-3 masnih kiselina iz ribljeg ulja (Kolanowski *et al.*, 2006) ili ulja kameline i suncokretovog ulja (Eidhin *et al.*, 2003).

U pokušaju da se proizvede namaz koji sadrži omega-3 masne kiseline, korišćeno je ulje kameline (Eidhin *et al.*, 2003), koje je stabilnije od lanenog ili ribljeg ulja, i ulje suncokreta, kao osnovnih komponenti namaza. Oba namaza su pokazala relativno lošu oksidativnu stabilnost u toku skladištenja pri niskim temperaturama. Ovaj proizvod je imao nezadovoljavajući odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina (0.4). Namaz pripremljen upotrebom suncokretovog ulja i drugih dodatih ulja je čak imao vrednost odnosa omega-6 i omega-3 masnih kiselina 42.

### **2.7.1. Osnovne karakteristike konopljinog ulja i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza**

Konoplja (*Cannabis sativa* L., Cannabinaceae) se gaji vekovima zbog vlakana i ulja. Seme konoplje je relativno sitno, ovalnog oblika, 3.3-5 mm dužine. Sadrži 20-25% proteina, 20-30% ugljenih hidrata, 25-35% ulja, oko 10-15% nerastvorljivih vlakana i vrlo je bogato mineralima. Ulje sadrži 10-15% oleinske, 55-60% linolne i oko 20% linolenske masne kiseline (Kapoor and Nair, 2005; Bócsa *et al.*, 2005), što je takođe potvrđeno ispitivanjima konopljinog ulja gajenog u različitim zonama u Pakistanu. Ovo ulje je imalo odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina 3.15:1 (Anwar *et al.*, 2006).

Konopljino ulje ima umerenu antibakterijsku aktivnost (Novak *et al.*, 2001). Osim toga, sve veću upotrebu nalazi u kozmetičkoj industriji zbog povoljnog uticaja na kožu, preventivno i pri lečenju neurodermatitisa i psorijaze (Vogl *et al.*, 2004). Klinička ispitivanja uloge konopljinog ulja na profil i koncentraciju holesterola su malobrojna i neka su pokazala da je uticaj ovog ulja na sniženje ukupnog (LDL i HDL) holesterola minimalan, takoreći beznačajan (Schwab *et al.*, 2006).

U poslednjih desetak godina konoplja se legalno gaji u Kanadi i strogo kontroliše sastav ulja na rezidualni sadržaj jedinjenja tetrahidrokanabinol (THC), koji mora biti ispod 0.3% (preko ovog nivoa ima svojstva psihoaktivne supstance, odnosno droge).

Raspoloživa površina polja za uzgoj konoplje su u 2005 godini udvostručena, sa ciljem da se proizvede dovoljno sirovine za prehrambenu i kozmetičku industriju na severnoameričkom tržištu. Kanadsko društvo za promet konoplje (CHTA), koje predstavlja sve industrijske sektore, je iniciralo obimne razvojne programe za proizvodnju hrane koja sadrži konopljinu seme ili ulje. Ova akcija treba da obezbedi komunikaciju sa potrošačima koji treba da se informišu o ovoj izuzetno zdravoj hrani, pre svega zbog omega-3 masnih kiselina, a i vrlo kvalitetnih proteina (Leson, 2006).

Hladno ceđeno konopljino ulje sadrži značajne količine prirodnih antioksidanata ( $\alpha$ -tokoferol i  $\gamma$ -tokoferol), fenole i  $\gamma$ -linolensku kiselinu koji pozitivno i preventivno utiču na zdravlje, uključujući smanjenje nivoa holesterola i sniženje krvnog pritiska. Konopljino ulje se smatra savršeno izbalansiranim u smislu odnosa omega-6 i omega-3 masnih kiselina, koji je 2-3:1. Ispitivanja dve vrste konopljinog ulja dobijene od konoplje gajene u Kanadi su pokazala da je sadržaj karotenoida bio od 2-5.3 mg/100 g, dok je  $\gamma$ -tokoferol bio prisutan u količini od 90% od ukupnih tokoferola. Količina vitamina E je bila vrlo visoka, 10.9 do 13.6 mg/100 g ulja (Oomah *et al.*, 2002; Blade *et al.*, 2005; Matthäus and Brühl, 2008).

Konopljino seme se u Kini koristilo kao pečeno, a izdvojeno ulje kao hrana i u medicinske svrhe, najmanje 3000 godina. Finola je vrsta konopljinog semena koje je poreklom iz Finske, a u Kanadi je bilo gajeno još od 1998, dok je u Evropi bilo prihvaćeno tek 2004. godine. Poznato je da se ova biljka posebno uspešno gaji u severnim krajevima. Sastav amino kiselina proteina je uporediv sa belancetom jajeta. Preovladavaju amino kiseline sulfurne grupe, metionin i cistein. Sastav i količine minerala Finola semena je veoma uporediv sa semenom tikve golice. Zbog izuzetno visokog sadržaja PNMK (90%), konopljino ulje je vrlo značajno u ishrani za pravilno funkcionisanje organa i metabolizam masti, isto kao i ulje semena tikve. Od ukupnih tokoferola,  $\gamma$ -tokoferol je prisutan u količini od 85%, što omogućava dobru održivost ulja (Callaway, 2004).

Kreise i sar. (2004) su proučavali sastav ulja i tokoferola 51 genotipa semena konoplje gajenog u Nemačkoj, u toku dve sezone. Sadržaj ulja u semenu je bio od 26.5 do 37.5%, pri čemu je sadržaj masnih kiselina bio prosečno 54.5% linolne i 21.4%  $\alpha$ -linolenske, sa dominantnim sadržajem  $\gamma$ -tokoferola od 21.7 mg/100 g ( $\pm 3.2$ ). Druga istraživanja, koja su ispitivala 24 vrste konopljinog semena iz različitih zemalja južne Amerike su pokazala vrlo slične rezultate (Ross *et al.*, 1996). Parker i sar. (2003) su određivali sastav masnih kiselina i oksidativnu stabilnost hladno ceđenih ulja više vrsta semena raznih biljaka (kim, šargarepa, brusnica i konoplja), pri čemu je ulje semena konoplje imalo najviši ukupan sadržaj PNMK (79%) i drugi po redu sadržaj omega-3 masnih kiselina, dok je oksidativna stabilnost bila najniža (8.2 h).

Dimić i sar. (2008) su potvrdili dosadašnja objavljena istraživanja sastava masnih kiselina konopljinog ulja, upoređujući 7 sorti iz različitih evropskih država koje su gajene na eksperimentalnom polju u Vojvodini. Hladno ceđeno ulje je dobijeno na laboratorijskoj pužnoj presi. Ulje različitih sorti je imalo sličan sastav linolne (51.9-55.7%) i  $\alpha$ -linolenske masne kiseline (12.3-15.3%). Ono što je vrlo važno je da je njihov odnos bio 3.5:1 do 4.2:1. Oksidativna stabilnost ulja pri tempertauri od 100°C bila od 6.4 do 7.6 h.

Abuzaytoun i Shahidi (2006) su dokazali da minorne koponente hladno ceđenog konopljinog ulja, kao što su fenoli, tokoferoli i karotenoidi, imaju presudnu ulogu u zaštiti ovih ulja protiv oksidacije.

Yu i sar. (2005a) su pokazali da ORAC vrednost (Oxygen Radical Absorbing Capacity) nije imao povoljnu vrednost kao antioksidant *in vitro*.

Istraživanjima Leizer i sar. (2000) je potvrđen odnos 3:1 omega-6 i omega-3 masnih kiselina. Osim toga pronađene su značajne količine  $\beta$ -sitosterola,  $\gamma$ -tokoferola i fenola, koje se slažu sa dosada objavljenim podacima.

## 2.7.2. Osnovne karakteristike visoko-oleinskog suncokretovog ulja i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od najstarijih uljarica korištenih u Evropi i severnoj Americi. Suncokretovo ulje se najviše koristi u Evropi zbog nutricionističkih i senzornih vrednosti. Tradicionalno suncokretovo ulje sadrži najviše linolne (66–72%), a zatim oleinske kiseline (16–20%), pri čemu je sadržaj palmitinske kiseline oko 12%, a linolenske manje od 1%. Osim dobrog izvora linolne kiseline, ovo ulje je takođe i dobar izvor prirodnog vitamina E ( $\alpha$ -tokoferol) (Grompone, 2005).

Slični podaci su nađeni u literaturi za tokoferole u ulju suncokreta gajenog u Argentini, gde je sadržaj ukupnih tokoferola bio 700 mg/kg od čega 91%  $\alpha$ -tokoferola. Ovo ulje nema dobru održivost *in vitro* zbog visokog sadržaja linolne kiseline i  $\alpha$ -tokoferola. Nova generacija specijalnih ulja, dobijenih tretmanom običnog semena suncokreta hemijskim mutagenom (dimetilsulfatom) su tzv. visoko-oleinska i srednje-oleinska, sa posebnom namenskom upotrebom. Ova ulja, nasuprot tradicionalnom suncokretovom ulju, imaju veoma visok sadržaj oleinske kiseline (80-90%) i veoma nizak sadržaj PNMK, međutim nemaju povoljan odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina. Usled visokog sadržaja oleinske kiseline, ovo ulje ima mnogo veću oksidativnu stabilnost nego tradicionalno ulje (Grompone, 2005).

Visoko-oleinsko suncokretovo ulje (HOSO) ima izuzetno dobru oksidativnu stabilnost (OSI vrednost 16.5 h) i sadržaj  $\alpha$ -tokoferola, u poređenju sa drugim vrstama ulja, pogotovu uz dodatak antioksidanata (Merril *et al.*, 2008).

Ispitivanja hibrida suncokretovog semena koje daje visoko-oleinsko ulje u Argentini je pokazalo da je koncentracija tokoferola u tradicionalnim i HOSO vrstama zavisna od klime. Pri tome je od ukupnih tokoferola, sadržaj  $\alpha$ -tokoferola bio 90.8-97% (Nolasco *et al.*, 2006). Istraživanja pokazuju da sastav masnih kiselina ovog ulja predstavljaju dve najzastupljenije masne kiseline: oleinska (74-80%) i linolna (10-18%) (Sakuari and Pokorny, 2003; Guinda *et al.*, 2003). Visoko-oleinsko suncokretovo ulje ima najbolju oksidativnu stabilnost čak i pri višim temperaturama. Ovo ulje se može koristiti da stabilizuje polinezasićena biljna ulja, mešanjem (Guinda *et al.*, 2003).

Lampi i Kamal-Edin (1998) su ispitivali efekat  $\alpha$ -tokoferola i  $\gamma$ -tokoferola na termičku polimerizaciju visoko-oleinskog suncokretovog ulja. U ovom radu je upoređen efekat ova dva tokoferola u različitim koncentracijama na oksidativnu stabilnost ulja zagrejanog do 180°C i utvrđeno je da oba tokoferola kompletno inhibiraju reakciju polimerizacije ovog ulja, sve dok se tokoferoli potpuno ne potroše u reakciji. Potvrđeno je da je  $\gamma$ -tokoferol mnogo efikasniji od  $\alpha$ -tokoferola, pri bilo kojim koncentracijama i da pri dodavanju povećanih količina  $\alpha$ -tokoferola u prisustvu  $\gamma$ -tokoferola, nema korelacije u njegovoj efikasnosti u ulozi antioksidanta.

### **2.7.3. Osnovne karakteristike chia semena i njegov doprinos nutritivnim karakteristikama namaza**

Chia (*Salvia hispanica* L.) je jednogodišnja biljka iz porodice mente (*Labiatae*) i poreklom je iz južnog Meksika i severne Gvatemale. Ovu biljku su otkrili acetečki Indijanci i koristi se već vekovima za ishranu, kao pečeno i mleveno seme, i u tradicionalnoj medicini. Ova biljka je ponovo otkrivena pre nekoliko godina kao potencijalni sastojak hrane i komponenta u kozmetičkoj industriji. Istraživanja u ovoj oblasti su minimalna, te su malobrojni objavljeni istraživački radovi.

Chia seme je vrlo sitno, ovalnog oblika, prečnika manjeg od 1 mm i može se naći kao belo, sivo i crno, koje sadrži 25-40% ulja i 18-30% proteina. Brašno od chia semena je bogato proteinima i vlaknima i slično je lanenom i sojinom semenu, uz relativno nizak sadržaj vlage (oko 7%). Chia seme, ulje i brašno imaju visoku nutritivnu vrednost. Ulje sadrži polinezasićene masne kiseline, linolnu ( $\omega$ -6) u količini od 15-39% i pretežno  $\alpha$ -linolensku ( $\omega$ -3) u količini od 60-70%. Ovaj sadržaj  $\omega$ -3 masnih kiselina u ulju chia semena je veći ne samo od sadržaja ove masne kiseline u lanenom ulju, nego je veći od bilo kog do sada ispitanog ulja. Osim toga, chia seme sadrži mucilna vlakna (eng. mucilage) koja su rastvorljiva u vodi i pomažu kod omekšavanja stolice i sprečavanja konstipacije (Przybylski, 2005).

Ova vlakna usporavaju apsorpciju šećera iz digestivnog trakta, tako da

stabilizuju nivo šećera u krvi. Mucilna vlakna su polarni glikoproteini i eksopolisaharidi, koji rastvoreni u vodi izgledaju kao lepak. Mnoge biljke proizvode ova vlakna, kao npr. lan, a pogotovu biljke iz porodice kaktusa, kao što je aloe vera. Smatra se da ova materija pomaže biljci u skladištenju vode i klijanju semena i da pomaže ćelijskoj membrani u debljanju.

Ixtaina i sar. (2008) su ispitivali fizičke osobine chia semena koje je vrlo sitno (1000 zrna teži oko 1.3 g) i utvrdili da ima ovalni oblik i relativno visoku poroznost.

Jedan od prvih objavljenih radova koji je ispitivo chia seme, konkretno prisutne antioksidante, je bio od strane Taga i sar. (1984). Rezultati su pokazali da chia seme ima značajne količine fenola kao antioksidanata lipida.

Ayreza (1995) je ispitivao uticaj klime na sadržaj ulja i sastav masnih kiselina chia semena na pet lokacija u Argentini, u vremenskom periodu januar - juni. Istraživanja su pokazala da lokacija ima uticaj na sadržaj ulja u semenu, kao i na sastav masnih kiselina.  $\alpha$ -linolenska kiselina je bila dominantna u uzorcima sa svih lokacija i njen sadržaj je varirao od 52.0-63.4%. Tipičan sastav ostalih masnih kiselina ovog ulja je bio: linolna (19.8-20.8%), oleinska (7.3-8.2%), palmitinska (6.2-7.1%) i stearinska (3.1-3.7%).

Reyes-Caudillo i sar. (2008) su koristili dve vrste meksičkog chia semena da ispituju sadržaj vlakana i antioksidativnu aktivnost fenola. Ispitivanja su pokazala da je sadržaj ukupnih, rastvorljivih (Soluble Dietary Fibres-SDF) i nerastvorljivih dijetalnih vlakana (Insoluble Dietary Fibres-IDF) obe vrste semena bio približno isti. Kompletno enzimsko razlaganje nije bilo moguće zbog prisustva mucilnih vlakana. Sadržaj ukupnih dijetalnih vlakana je bio 36.97-41.41 g/100 g semena. Sadržaj rastvorljivih dijetalnih vlakana je bio mnogo niži (6.16-6.84 g/100 g) od sadržaja nerastvorljivih dijetalnih vlakana (32.8-34.9 g/100 g semena). Odnos između nerastvorljivih i rastvorljivih dijetalnih vlakana daje važnu informaciju o nutritivnoj vrednosti proizvoda. Američka asocijacija nutricionista preporučuje unos dijetalnih vlakana za odrasle u količini od 25-30 g/dan sa odnosom IDF/SDF od 3/1. Glavna komponenta nerastvorljivih dijetalnih vlakana je bila lignin, za koji se smatra da štiti nezasićene masne kiseline ulja chia semena gradeći čvrstu i otpornu strukturu. Zbog sposobnosti lignina da apsorbuje kiselinu iz žuči, njegova uloga je da utiče na snižavanje holesterola koji je povezan sa unošenjem dijetalnih vlakana. Sadržaj



fenola chia semena je bio 0.88-0.92 mg/g. Ova istraživanja su takođe potvrdila visoku antioksidantsku aktivnost fenola chia semena čiji je efekat bio upoređen sa komercijalnim antioksidantom (Trolox).

Chia seme sadrži i veoma značajne količine vitamina, kao što su niacin, riboflavin i tiamin u koncentracijama od 83, 2 i 14 µg/g semena, respektivno. Osim toga, utvrđeno je da je u semenu prisutan veoma visok sadržaj minerala kao što su kalcijum, kalijum, magnezijum i fosfor (Bushway *et al.*, 1981).

Peiretti i Gai (2009) su odredili sastav masnih kiselina, hemijski sastav i svarljivost chia semena u različitim fazama rasta i razvoja biljke. Ovim radom je utvrđeno da je sadržaj ALA bio 64.1%, a LA 18.8%, što je potvrdilo ranija istraživanja (Bushway *et al.*, 1984).

Od nedavno se na severno-američkom tržištu može naći ne samo chia seme, već i mnoštvo proizvoda u koje je dodato chia seme i prodaje se kao funkcionalna hrana, pri čemu se koristi belo seme i prodaje se sa deklaracijom da sadrži značajne količine omega-3 masnih kiselina, čak više nego ulje lososa. Ova hrana se promovise pod nazivom "super hrana" zbog visokog sadržaja proteina, vlakana i omega-3 masnih kiselina. U količini od 12 g chia semena nalazi se 2.5 g omega-3 masnih kiselina, 4.2 g vlakana i 2.6 g proteina. Prisutni antioksidansi u ovom chia semenu imaju ORAC indeks od 840, što je daleko više od mnogih biljaka koje se trenutno reklamiraju kao snažni antioksidansi (borovnica, brusnica, grožđe itd).

Izgled crnog chia semena je predstavljen na slici 10.

#### **2.7.4. Osnovne karakteristike zaslađivača i drugih dodataka i njihov doprinos senzornim i reološkim karakteristikama namaza**

Zaslađivači koji se obično dodaju u namaze su šećer, šećerni sirup i maltodekstrin. Šećer i šećerni sirup imaju jednostavnu ulogu zaslađivača, dok maltodekstrin ima i funkcionalnu ulogu. Osim toga, za bolji ukus se dodaje i so, koja doprinosi slatkom ukusu da dođe do izražaja i balansira celokupan profil ukusa. Takođe, so snižava aktivnost vode i time doprinosi boljoj održivosti namaza.

Maltodekstrini su proizvodi hidrolize skroba koji imaju DE vrednost (Dextrose Equivalent) nižu od 20. Oni predstavljaju smešu saharida sa širokim opsegom molekularnih masa između polisaharida i oligosaharida, a mogu se naći u obliku belog praha i koncentrovanih rastvora. Nasuprot prirodnim skrobovima, maltodekstrini su rastvorljivi u vodi. Neke važne funkcionalne karakteristike uključuju povećavanje zapremine, želiranje, sprečavanje kristalizacije, omogućavanje disperzibiliteta, kontrolu pri zamrzavanju i vezivanje. Pošto maltodekstrini sadrže linearne i razgranate molekule amiloze i amilopektina, sposobni su da formiraju termalno reverzibilne gelove. Maltodekstrini se koriste za zamenu masne faze u namazima sa niskim sadržajem masti i značajno doprinose osećaju masnoće u ustima, jer im je veličina molekula veoma slična veličini kristala masti. Ovaj osećaj proizilazi iz trodimenzionalne mreže čestica submikronske veličine u strukturnim slojevima vode, koja ima ulogu slojeva masti. Mreža je slabo vezana i čestice u gel strukturi imaju veliku površinu i prema tome visok stepen imobilizacije vode (Chronakis, 1998).

Istraživanjima je dokazano da se maltodekstrin dodaje u recepture namaza ne samo kao zaslađivač, već kao i poboljšivač teksture (hidrokolid), pri čemu može da utiče na bolju mazivost (Reddy *et al.*, 1999).

## **2.8. Karakteristike namaza pripremljenog upotrebom orašica i drugih sirovina**

### **2.8.1. Sastav i parametri proizvodnje namaza**

Pristupanje dizajniranju namaza treba da ima veoma jasno zacrtan krajnji cilj, tj. šta se zaista želi dobiti u smislu njegove funkcionalnosti, nutricionističke vrednosti, održivosti i roka trajanja, kategorije potrošača itd.

Fizičko stanje sirovina (tečnost ili prah), veličina čestica i njihova količina imaju presudnu ulogu u teksturi namaza, a stoga utiču i na njegov ukus.

Većina objavljenih radova koji opisuju sastav za pripremu namaza je na bazi kikirikija ili suncokreta.

Crippen i sar. (1989) su pomoću trofaktorskog eksperimenta na tri nivoa utvrdili uticaj veličine čestica, koncentracije soli i koncentracije šećera na teksturne osobine kikiriki maslaca, što je bilo potvrđeno senzornim testom. Autori su utvrdili da je optimalna veličina čestica 0.5 mm, koncentracija šećera 3% i soli 0.6 do 1.2%.

Santos i Resurreccion (1989) su ispitivali uticaj veličine čestica kikiriki namaza sa aromom sira, mesa, voća i čokolade, na boju i ukus namaza, pri čemu je boja bila tamnija i uzorak adhezivniji što su čestice bile sitnije (1-2 mm), a ukus je bio nedovoljno intenzivan.

Dimić i sar. (2006) su utvrdili da je za namaz pripremljen korišćenjem pogače semena uljane tikve golice, veličina čestica od 0.40-0.62 mm proizvela gladak namaz. U ovom radu je takođe varirana i količina dodate soli. Količina dodatog ulja je bila 40, 45 i 50%, računato na masu mlevene pogače i dala je namaz zadovoljavajuće mazivosti, ali je došlo do izdvajanja ulja. Metoda pripreme namaza je bila dvostepena homogenizacija izmerenih sastojaka pomoću miksera, pri sobnoj temperaturi, nakon čega je namaz bio upakovan.

## 2.8.2. Aditivi za sprečavanje izdvajanja ulja iz namaza

Za dobru stabilnost namaza, tj. sprečavanje razdvajanja faza i izdvajanja ulja, koriste se emulgatori i stabilizatori, tako što smanjuju međufazni napon. Emulgatori omogućavaju finu i stabilnu disperziju ulja i vodene faze, čime omogućavaju homogenu teksturu proizvoda sa dobrim funkcionalnim i mikrobiološkim osobinama (Bot *et al.*, 2003).

Najčešće korišćeni emulgatori su destilovani mono- i digliceridi koji se dobijaju iz rafinisanog ulja kao što su suncokretovo, palmino, repičino i sojino. Ove supstance se generalno koriste kao emulgatori za opšte upotrebe da stabilizuju disperziju i spreče sinerezu u aerisanim i hidriranim sistemima, kao i da pomognu uklapanje ostalih sastojaka u uljanu fazu. Stabilizatori imaju ulogu u kristalizaciji lipida, pri čemu stabilizuju strukturnu mrežu kristala, pri temperaturama višim od sobne temperature. To se postiže dodatkom stabilizatora sa visokom tačkom topljenja (oko 70°C), pri čemu njihova dodata količina ima veliku ulogu u sprečavanju izdvajanja, odnosno raslojavanja faza. Ukoliko je disperzija manje stabilna i pokazuje jače izdvajanje ulja, znači da je potrebno dodati veću količinu stabilizatora sa visokom tačkom topljenja. Na tržištu se može naći nekoliko tipova stabilizatora pod različitim imenom, pri čemu uglavnom imaju vrlo sličan ili isti sastav smeše čvrstih triglicerida (hidrogenizovana biljna ulja), a prodaju se u obliku praha, što u mnogome pojednostavljuje proces proizvodnje namaza. Preporučena količina stabilizatora je od 1-2%, što se naravno mora utvrditi eksperimentalno (Young and Wassel, 2008).

Poznato je da kikiriki maslac bez upotrebe stabilizatora ispoljava problem izdvajanja ulja na površini kao i formiranje čvrstog sloja na dnu ambalaže. Prvi stabilizatori korišćeni za sprečavanje izdvajanja ulja su bili smeša jednakih količina ulja kikirikija, hidrogenovanog ulja kikirikija i soli (Singleton and Freeman, 1950). Stabilizatori koji se obično koriste za proizvodnju kikiriki maslaca u današnje vreme su smeša hidrogenovanog repičinog i pamukovog ulja. Upotreba stabilizatora u kikiriki maslacu i drugim namazima na bazi ulja je veoma važna da bi omogućila čvrstu, ali mazivu konzistenciju i teksturu bez izdvajanja ulja u toku određenog roka trajanja datog proizvoda, pri čemu izbor stabilizatora ima presudnu ulogu.

Ispitivanjem grupe potrošača je utvrđeno da je stabilizovani kikiriki maslac

dobio najvišu ocenu, pri čemu je njegova tekstura opisana kao glatka i uniformna, bez izdvajanja ulja (McWatters and Young, 1978).

How i Young (1985) su testirali tri vrste kikiriki maslaca (veličina čestica-tekstura) na grupi od 320 potrošača i utvrdili da 85% degustatora nije povoljno ocenilo izdvajanje ulja na površini, a čak 71% je nepovoljno ocenilo njihovu adhezivnost (lepljivost).

Uloga stabilizatora je da započne kristalizaciju ulja i masti, pri čemu se u isto vreme omogućava i povećava prostorno raspoređivanje proteina. To je zbog toga što je tačka topljenja komercijalnog stabilizatora (smeša hidrogenovanog repičinog i pamukovog ulja) između 71-74°C, što omogućava stabilizaciju kikiriki maslaca putem formiranja mreže kristala masti, koja drži čvrste materije u suspenziji. Takođe je ispitan uticaj dodatka palminog ulja (0, 15. i 2.5%) kao stabilizatora za sprečavanje izdvajanja ulja u kikiriki maslacu, pri čemu su rezultati pokazali da palmino ulje nije dobar stabilizator (Aryana *et al.*, 2000). Ovaj zaključak je potvrđen nešto kasnije poređenjem efekta palminog ulja i komercijalnog stabilizatora na izdvajanje ulja u toku skladištenja pri različitim temperaturama (Aryana *et al.*, 2003).

Ranijim ispitivanjima, Hinds i sar. (1994) je predviđeno da bi sadržaj od 2-2.5% palminog ulja bio efektan stabilizator za kikiriki namaz pripremljen dodatkom brašna od kikirikija mlevenom kikirikiju (skladišten pri 21-24°C u toku godinu dana), bez izdvajanja ulja. Međutim, ovo ispitivanje je bilo zasnovano na praćenju stabilnosti namaza u toku 2 nedelje, tzv. ubrzanom metodom određivanja roka održivosti, pri povišenim temperaturama.

Smeša hidrogenovane biljne masti i tečnog ulja je takođe ispitana kao stabilizator namaza (modifikovani puter sa smanjenim sadržajem masti) pri čemu je ispitivan efekat maltodekstrina na mazivost i razdvajanje faza (Reddy *et al.*, 1999).

Ispitivanjima stabilizovanog i nestabilizovanog kikiriki maslaca (hidrogenovano biljno ulje i palmino ulje u različitim koncentracijama), senzornim ispitivanjima je utvrđeno da je najprihvatljiviji namaz bio onaj koji je sadržao hidrogenovano biljno ulje kao stabilizator. Iako je ovaj namaz imao najveću tvrdoću i adhezivnost, pokazao je najmanje izdvajanje ulja i najbolju mazivost (Gills and Resurreccion, 2000).

Utvrđeno je da proteini, kao sastavni deo disperzije, mogu da reaguju sa

lipidima na taj način što utiču na stabilnost rastvora/disperzije i njihovo ponašanje na dodirnim površinama. Postoje mnogobrojna istraživanja na temu vezivanja vode od strane proteina. Vezivanje uzrokuje ispravljanje molekula proteina i povećanje njegove hidrofobnosti, što dovodi do povećanog afiniteta ka površini. Ovaj "ispravljeni" molekul proteina može da bude mnogo više "rastvorljiv u uljima" od prirodnog oblika. Dejstvo između emulgatora i proteina je upravljano elektrostatičkim ili hidrofobnim interakcijama, ili je proizvod njihove kombinacije. Za emulgatore koji imaju nisku rastvorljivost u vodi (polarni lipidi), interakcija sa proteinima uglavnom zavisi od strukture faze nakon njegovog dodavanja. U zavisnosti od tipa emulgatora, vezivanje može da dovede do stabilizacije strukture proteina pri niskim koncentracijama i nižem odnosu količina emulgatora i proteina (Nylander *et al.*, 2008).

### **2.8.3. Analitičke metode ispitivanja kvaliteta namaza**

Analitičke metode ispitivanja kvaliteta namaza mogu da obuhvate sledeće fizičko-hemijske analize: boju, sadržaj vlage, aktivnost vode, pH vrednost, mikrobiološki profil, količinu i sastav proteina, količinu lipida i sastav masnih kiselina uljne faze, sastav i količinu minerala i vitamina, sastav i količinu tokoferola uljne faze, nutritivni sastav za deklaraciju, instrumentalni TPA, viskozitet i senzornu ocenu. Ukoliko se pri tome prati i rok trajanja proizvoda, određuju se proizvodi oksidacije najčešće putem peroksidnog broja kao i sadržaja slobodnih masnih kiselina. Oksidativna stabilnost početnih ulja se najčešće određuje Rancimat testom i može da predvidi potencijalni rok trajanja proizvoda. Izdvajanje ulja na površini je takođe važna analiza.

Uticaj sadržaja vode na kvarljivost hrane je poznat vekovima. Značajno interesovanje za uticaj aktivnosti vode ( $a_w$ ) na kvalitet i stabilnost prehrambenih proizvoda je počelo pedesetih godina prošlog veka. Odnos između ukupne vlage materije i stabilnosti proizvoda je posmatran sa teoretskog aspekta, a analize nisu bile konzistentne. Kao rezultat mnogobrojnih istraživanja u poslednjih nekoliko

decenija, zaključeno je da aktivnost vode (rađe nego ukupan sadržaj vlage) kontroliše razvoj, razmnožavanje, preživljavanje, sporulaciju i proizvodnju toksina različitih mikroorganizama. Definicija aktivnosti vode je zasnovana na termodinamičkoj ravnoteži vode u stanju ekvilibrijuma, tj. slabog rastvora bez osobina promena sa vremenom, tj. u slučaju zasićene pare, kada je parcijalni pritisak čiste vode manji od parcijalnog pritiska vodene pare, aktivnost vode je jednaka jedinici.

Drugim rečima, aktivnost vode ( $a_w$ ) je odnos pritiska vodene pare poreklom iz hrane ( $p$ ) prema pritisku zasićene vodene pare ( $p_o$ ) pri istoj temperaturi, pri čemu je ERH ekvilibrijum relativne vlažnosti:

$$a_w = p/p_o = \text{ERH (\%)/100} \quad (1)$$

Regulativnim normama je u nekim zemljama utvrđena maksimalna vrednost aktivnosti vode iznad koje proizvod više nije mikrobiološki bezbedan za upotrebu (Labuza and Altunakar, 2007). Zadovoljavajući mikrobiološki profil može da se postigne niskim sadržajem vlage (ispod 2%), niskom vrednošću aktivnosti vode ( $a_w < 0.4$ ), pri čemu pH vrednost ne igra značajnu ulogu kod namaza koji ne sadrže mleko (Yeh *et al.*, 2003). Felland i Koehler (1997) su ispitivali uticaj povećane aktivnosti vode na senzorne, hemijske i fizičke promene kikiriki maslaca u toku skladištenja. Primećeno je da aktivnost vode opada sa dužinom vremena skladištenja i da je u uzorku bez dodate vode ova vrednost bila oko 0.3, što je omogućilo bolju održivost namaza. Poznato je da je kikiriki kao sirovina, pošto je poreklom iz zemljišta, podložan razvoju *Salmonelle spp.*, koja ako se ne ukloni u toku prerade (pečenja), prelazi u proizvod, koji time postaje neupotrebljiv. Poznate su mnogobrojne epidemije (salmoneloze) izazvane ovom patogenom bakterijom na svim kontinentima, usled upotrebe mikrobiološki neispravnog kikiriki maslaca.

Burnett i sar. (2000) su inokulirali (32 kolonija/g) različite vrste kikiriki maslaca sa pet serotipova *Salmonella enterica* i ispitivali uticaj temperature skladištenja u toku 24 nedelje na mikrobiološki profil namaza. Ispitivanja su pokazala da iako su svi namazi imali  $a_w$  vrednost od 0.20-0.33 i pH vrednost 6.1-6.4, uzorci čuvani na

temperaturi od 21°C nisu bili pozitivni nakon završetka testa, što nije bio slučaj sa uzorcima skladištenim pri 5°C. To je objašnjeno naknadnom kontaminacijom proizvoda u toku pakovanja. Veoma bitan faktor u ovom eksperimentu je izuzetno niska vrednost aktivnosti vode ( $a_w < 0.2$ ) u namazu, zbog koje je vremenom bio sprečen razvoj i razmnožavanje ovih bakterija, do njihovog potpunog eliminisanja.

Osim ovih analiza, ispituju se i oksidativne promene, analizama koje su opisane ranije.

#### **2.8.4. Senzorno ocenjivanje namaza**

Senzorno ocenjivanje je naučna disciplina koja se koristi da izazove, meri, analizira i interpretira reakcije na karakteristike prehrambenih proizvoda koje se doživljavaju čulima vida, ukusa, mirisa, dodira i sluha. Spoljašnji izgled ima veliki uticaj na to kako će osoba koja testira proizvod doživeti njegov ukus. Prema definiciji, senzornom ocenom se mere i ocenjuju vidljive i opipiljive osobine hrane, dok se žvakanjem ocenjuje aroma i tekstura proizvoda (Stone, 2004).

Spoljašnji izgled je jedna od vrlo važnih karakteristika prehrambenih proizvoda u njihovoj selekciji pri kupovini, kao i pre samog konzumiranja hrane. Stoga su boja, spoljašnji izgled u smislu izgleda površine, i konzistencija (razdvajanje faza) veoma važne pri izboru namaza. Smatra se da su sledeća četiri faktora kvaliteta presudna u senzornoj oceni prehrambenih proizvoda:

1. Izgled (vizuelna ocena: boja, oblik, veličina, sjaj)
2. Aroma (ukus, miris)
3. Senzorna ocena teksture (čula dodira kao i osećaj u toku žvakanja, kao što je lako žvakanje, gutanje, lepljenje za nepce, suv osećaj – teško gutanje) i instrumentalna TPA



4. Nutricionistička vrednost glavnih nutrijenata namaza (sadržaj proteina, lipida, ugljenih hidrata), kao i minornih nutrijenata (minerali, vitamini, vlakna, itd.) (Bourne, 2002).

Pri senzornom ocenjivanju, percepcija teksture obuhvata interakciju hrane sa zubima, jezikom, nepcem i pljuvačkom. Pri tome se promene osećaju skoro sa svakim zalogajem, naime kako se veličina zalogaja smanjuje tako se i hrana omekšava u toku žvakanja. Ako se pri tome u isto vreme žvaću dve vrste hrane, one mogu međusobno reagovati i dati utisak potpuno drugačije teksture, nego ako se testiraju odvojeno. Na primer, ako se testira namaz koji se namaže na hleb ili kreker, mogu se izvući pogrešni zaključci o teksturi i aromi namaza jer su maskirani teksturom i aromom nosioca (hleb ili kreker). Zbog toga je senzorna analiza vrlo subjektivna i teško se može ponoviti sa istim rezultatima (reproducibilnost testa je niska). Žvakanjem se oslobađaju aroma i miris, koji bi trebalo da utiču na osećaj uživanja u hrani (Heath, 1999).

Senzorno ocenjivanje je vrlo kompleksno i treba da bude dobro isplanirano pre nego što se pristupi samom testu od strane ispitivača (panela), bilo da su eksperti za određeni proizvod, individualci ili ciljne grupe, ili obični (trenirani ili netrenirani) potrošači.

Procedura za senzorno ocenjivanje je veoma važna i treba da uključi sve detalje, kao što su: metoda senzorne ocene, mesto ocenjivanja, treniranje ocenjivača, obeležavanje i veličina uzoraka, kontrolni uzorci, način konzumiranja uzorka, način opisa ispitivanih karakteristika, formular za korišćenje pri testiranju, broj ljudi prisutnih u isto vreme, broj uzoraka testiranih u isto vreme, broj ponavljanja testa kao i statističku metodu obrade podataka. Svi ovi faktori utiču na kompleksnost ispitivanja i moraju se uzeti u obzir pri planiranju.

Senzorno ocenjivanje se može sprovesti različitim metodama, kao na primer pomoću formulara koji koristi deskriptivnu tehniku i klaster analizu (grupe atributa), hedonsku skalu sa ocenom 0-9, formulara koji opisuju dopadljivost u različitim gradacijama, formulara koji opisne attribute rangiraju ocenom, itd.

Senzorno ispitivanje se mora obraditi statistički (analiza varijanse) da bi se uporedile individualne ocene atributa i izveli pravilni zaključci. Ciljne grupe se obično koriste kada je potrebno ustanoviti pozitivne i negativne attribute proizvoda.

Na osnovu rezultata ciljnih grupa koje su razvile formular za opisnu ocenu kikiriki maslaca (McNeill *et al.*, 2000), i deskriptivne analize 42 vrste kikiriki maslaca (McNeill *et al.*, 2002), koja je omogućila razdvajanje istih u grupe, bilo je moguće sprovesti testiranje kikiriki maslaca od strane velike grupe potrošača.

Resurreccion (1988) je ispitivala senzorne ocene arome namaza na bazi kikirikija klaster analizom i nakon analize varijanse je bilo moguće utvrditi najpovoljniji metod pripreme namaza da bi se postigla najviša senzorna ocena.

Strugell (1995) je sproveo anketu (senzorno ocenjivanje mazivosti) među potrošačima i uporedio rezultate instrumentalne metode analize teksture (tvrdoće) na osam različitih namaza i došao do zaključka da između ove dve analize postoji dobra korelacija.

## **2.9. Skladištenje i rok trajanja ulja i namaza na bazi ulja**

Poznavanje oksidativne stabilnosti je veoma važno, da bi se utvrdilo vreme tokom kojeg se ulja mogu sačuvati bez bitnih promena kvaliteta, kao i radi definisanja roka upotrebe ulja. Iako zakonskim propisima održivost nije definisana, ona je sve traženiji parameter kvaliteta u prometu jestivih ulja. Određivanju održivosti, tj. definisanju roka upotrebe jestivih nerafinisanih ulja treba pristupiti krajnje oprezno i odgovorno. Održivost jestivih ulja se najčešće sagledava preko oksidativne stabilnosti i predstavlja vreme za koje se ulje može sačuvati od jače izražene oksidacije (užegnuće). Poznavanje održivosti je posebno važno i radi definisanja roka upotrebe ulja (Dimić *et al.*, 2009).

Testiranje proizvoda i ambalaže na uslove skladištenja je obavezan deo procesa razvoja novog prehrambenog proizvoda, pa tako i ulja i namaza na bazi ulja. Testirani proizvod se skladišti pod uslovima koji se preporučuju za dati proizvod, pri čemu se prati njegov kvalitet po unapred utvrđenim kriterijumima. Periodično određivanje oksidativnih promena lipida se vrši određivanjem količine i tipa stvorenih oksidacionih produkata hemijskim metodama kao što su peroksidni broj i

sl., zatim i senzorna ocena ulja i namaza na bazi ulja, uključujući i utvrđivanje promene boje.

Održivost ulja dobijenih presovanjem zavisi od mnogobrojnih faktora, kao što je već objašnjeno ranije, a oksidativna stabilnost tikvinog ulja zavisi u prvom redu od specifičnog sastava tokoferola, fenola, fitosterola i karotenoida prisutnih u ulju. Ovo ulje je jedno od najstabilnijih ulja na tržištu, uprkos činjenici da sadrži hlorofil koji u toku procesa ceđenja prelazi u ulje, što mu daje tipičnu, tamno-zelenu nijansu boje.

Poznato je da je hlorofil materija koja može da započne oksidaciju lipida u prisustvu svetlosti (fotosenziter) i učestvuje u oksidaciji lipida. To je razlog da se tikvino ulje pakuje u tamno zelene boce i čuva na tamnom mestu, pri nižim temperaturama skladištenja. Stabilnost tikvinog ulja je veoma važna za rok trajanja i bolji plasman na tržištu, kao i za izvoz. Pod odgovarajućim uslovima skladištenja, rok trajanja ulja semena tikve golice je oko 12 meseci. Ukoliko se ulje tikve golice izloži uticaju svetlosti i počne da se kvari usled fotooksidacije, ono brzo počinje da gubi dihiroizam (dvobojnost) zbog razgradnje pigmenata i postaje svetlo žuto i užeglo. Zbog toga je praćenje boje takođe jedan od kriterijuma za brzo i jednostavno utvrđivanje kvaliteta ovog ulja (hemometrijska kontrola kvaliteta upotrebom UV/VIS spektara) (Fruhirth and Hermetter, 2008).

Prema Pravilniku o kvalitetu jestivih ulja (2006), sadržaj slobodnih masnih kiselina mora da bude ispod 2% (računajući na oleinsku kiselinu), a peroksidni broj ispod 7.5 mmol/kg (15 meq O<sub>2</sub>/kg) za jestiva nerafinisana ulja.

Indeks oksidativne stabilnosti (OSI) određuje stabilnost ulja, pa ulja sa višim vrednostima (indukcioni period meren u satima) imaju duži rok trajanja. Parry i sar. (2006) su ispitivali oksidativnu stabilnost ulja raznih biljaka Rancimat metodom pri 80°C i utvrdili da je za tikvino ulje vrednost bila 61.7 h, što je bila najviša vrednost od svih ispitivanih uzoraka. Isti autori su utvrdili snažnu aktivnost komponenata ulja tikve na eliminisanje slobodnih radikala. Romanić i sar. (2009) su ispitivali održivost ulja Rancimat metodom pri 100°C i dobili vrednosti indukcionog perioda od 18.3 h za hladno ceđeno i 22.8 h za devičansko ulje semena tikve golice sorte Olinka (*Cucurbita pepo* L.).

Murković i Pfannhauser (2000) su utvrdili da stabilnost ulja semena tikve golice (ispitivanje Rancimat metodom pri 120°C) prvenstveno zavisi od odnosa linolne i

oleinske kiseline, pri čemu vitamin E nije pokazao nikakvu korelaciju. Naprotiv, kada je vitamin E bio dodat tikvinom ulju, bio je primećen jak pro-oksidativni efekat.

Prema objavljenim literaturnim podacima (Dimić *et al.*, 2009a), upotrebom Rancimat testa i praćenjem peroksidnog i anisidinskog broja, utvrđeno je da je devičansko ulje tikve golice imalo oko dva puta veću oksidativnu stabilnost i održivost od hladno presovanog ulja.

Istraživanjem održivosti hladno presovanog ulja semena uljane tikve golice koje je praćeno tokom perioda od dve godine, je utvrđen stabilan senzorni kvalitet ulja u periodu od 12 meseci, nakon čega je ulje počelo da gubi kvalitet. Uprkos tome, postignut je zadovoljavajući hemijski kvalitet po zakonskim propisima za period od dve godine. Na osnovu ovog istraživanja, preporučen rok trajanja hladno ceđenog ulja semena tikve golice vrhunskog kvaliteta je bio 12 meseci (Dimić *et al.*, 2008).

Proizvod ne bi trebalo da se nalazi na tržištu i konzumira u slučaju da znatno izgubi svoj prvobitni kvalitet. Gubitak kvaliteta uključuje neprihvatljiv pad nutritivne vrednosti, nepoželjnu promenu u aromi ili boji, ili razvoj neželjene teksture, obično očvršćavanje ili izdvajanje faza. Užeglost, kao rezultat oksidacije lipida je jedan od najčešćih uzroka kvarenja i neprijatnog ukusa i mirisa hrane, kako ulja, tako i namaza na bazi ulja.

Što se tiče promena fizičko-hemijskih i senzornih karakteristika namaza na bazi uljarica tokom skladištenja, kao što su kikiriki maslac ili maslac dobijen preradom drugih orašica, istraživanja su vrlo oskudna. Objavljenja istraživanja ukazuju na promene u teksturi namaza na bazi uljarica, kao što je slučaj kod obogaćenog kikiriki maslaca tokom skladištenja pri različitim temperaturama. Promena je bila identifikovana instrumentalnom analizom teksture (TPA), ali ne i senzornim ocenjivanjem namaza od strane ocenjivačkog tima. Promene na namazima su praćene u toku tri meseca pri čemu nisu primećene oksidativne promene. Promena arome je bila glavni znak gubitka kvaliteta namaza u toku skladištenja pri različitim temperaturama (Yeh *et al.*, 2002).

Uticaoj sadržaja vlage, količine šećera, antioksidanata i dužine skladištenja na kikiriki maslac je bio proučavan od strane Abegaz i sar. (2004), pri čemu je određivan peroksidni broj. Utvrđeno je da vreme skladištenja znatno doprinosi

promeni ne samo arome, već i kvaliteta namaza. Uzorci koji su imali dodati šećer (4 g/100 g uzorka) su imali niži peroksidni broj nego oni bez dodatog šećera. Vreme skladištenja je imalo značajan uticaj na peroksidni broj. Uzorci bez dodatog konzervansa su zadržali kvalitet do perioda od 32 nedelje, nakon čega je peroksidni broj naglo počeo da raste.

Namaz na bazi niskog sadržaja sojinog ulja, uz dodatak konzervansa i mleka u prahu, imao je superiornu mazivost, a održivost mu je bila 3 meseca pri niskim temperaturama (u hladnjaku) (Patel and Gupta, 1988).

Istraživanja oksidativne stabilnosti namaza na bazi hladno ceđenog ulja kameline i suncokretovog ulja, uz dodatak hladno ceđenog ulja kukuruza, susama i maslinovog ulja, su pokazala da je u toku 16 nedelja skladištenja (temperatura od 4 do 8°C), došlo do povećanja Pbr u namazima na bazi ulja kameline, dok su namazi na bazi suncokretovog ulja imali povoljnu senzornu ocenu (Eidhin *et al.*, 2003).

## **2.10. Optimizacija procesa proizvodnje u prehrambenoj industriji**

### **2.10.1. Eksperimentalni dizajn i metoda odzivnih površina**

Eksperimentalni dizajn i metoda odzivnih površina (RSM) se široko koriste u optimizaciji procesa u prehrambenoj industriji da definišu odnos između odziva i nezavisnih promenljivih, preko matematičkog modela (polinomnih jednačina). Metodologija eksperimentalnog dizajna se sastoji od četiri faze: faza planiranja, faza dizajna, izvođenje eksperimenta i faza analize dobijenih rezultata. U fazi planiranja, treba tačno definisati problem, odlučiti se za odzivne funkcije, izabrati promenljive (parametre) dizajna koje se mogu kontrolisati, odrediti nivoe promenljivih, odlučiti se za broj promenljivih i njihovu interakciju. Od izbora svih navedenih parametara će zavisiati veličina eksperimenta (Jiju, 2003).

Veoma je važno poboljšati učinak i povećati prinos procesa, bez povećanja

troškova. Metoda korišćena za ovu svrhu se zove optimizacija. Pri određivanju optimalnih uslova procesa, neki parametri procesa se održavaju konstantnim, dok se drugi menjaju. RSM je grupa statističkih i matematičkih tehnika vrlo korisna u razvoju, poboljšanju i optimizaciji procesa, u kojoj je odzivna funkcija od interesa pod uticajem više promenljivih. RSM ima važnu upotrebu u dizajnu i formulaciji novih proizvoda, kao i poboljšanju već postojećeg dizajna ili procesa. Model koji se koristi u RSM je obično potpuna kvadratna jednačina drugog stepena (Bas and Boyaci, 2007), a prikazan je jednačinom (2):

$$Y(x) = b_o + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{j=2}^k \sum_{i=1}^{j-1} b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2 + e \quad (2)$$

pri čemu su:  $Y(x)$  odzivna funkcija,  $X_i$  prva promenljiva,  $X_j$  druga promenljiva, a  $b_o$ ,  $b_i$ ,  $b_j$ ,  $b_{ii}$ ,  $b_{ij}$  i  $b_{ji}$  su koeficijenti regresije. Sistem jednačina se rešava metodom najmanjih kvadrata. Regresiona analiza se koristi da bi se odredila međusobna zavisnost promenljivih. Prednosti RSM metode, u poređenju sa klasičnim metodama optimizacije, su da pruža veliki broj informacija iz malog broja eksperimenata i omogućava posmatranje efekta interakcije nezavisnih promenljivih na odziv. Jednačine modela jasno ukazuju na ove efekte za binarne kombinacije nezavisnih parametara. Može se reći da je RSM veoma uspešna metoda za optimizaciju hemijskih i biohemijskih procesa (Bas and Boyaci, 2007).

Da bi eksperimenti bili statistički značajni, rade se obično dva ponavljanja. Eksperimentalni faktorski dizajn je uspešno korišćen u prošlosti za modelovanje procesa i optimizaciju sastava i uslova proizvodnje namaza, pri čemu je izvršena optimizacija namaza na bazi ulja u kojem su varirana tri faktora na dva nivoa (Wilkinström and Sjöström, 2004). Osim toga, izvršena je uspešna optimizacija namaza na bazi suncokreta primenom faktorskog ekperimenta od 4 faktora na dva nivoa, među kojima je testiran i stabilizator (Dritex C) pri čemu su pokazali da tvrdoća namaza jako zavisi od količine dodatog stabilizatora i da ova količina ne bi trebalo da bude niža od 1.6%. Najbolja formulacija, potvrđena senzornom analizom, je sadržala 7% šećera, 1.1% soli i 1.8% stabilizatora (Lima and Guraya,

2005).

Stabilizator i sadržaj ulja, uz dodatak aditiva, su korišteni kao promenljive procesa u trofaktorskom eksperimentu pri čemu je praćena instrumentalna TPA na kikiriki namazu sa niskim sadržajem masti. Optimalna kombinacija sastojaka je bila 1% soli, 6% kukuruznog sirupa u prahu i 2.6% emulgatora. Dobijeni rezultati su uspešno predvideli teksturu dobijenih namaza (Shieh *et al.*, 1996).

RSM metoda je takođe uspešno primenjena u radovima Chu i Resurrecction (2004) kao i Chu i Resurrecction (2005), pri čemu su optimizirani namazi na bazi kikirikija i čokolade, upotrebom trofaktorskog eksperimentalnog dizajna na tri nivoa.

Osim toga, RSM je korišćena za optimizaciju obogaćenog namaza na bazi kikirikija (dodati vitamini, minerali, pečeno sojino seme i obezmašćeno mleko u prahu) čime je bilo potvrđeno da je RSM veoma pogodna metoda za optimizaciju količine masti i stabilizatora u formulaciji kikiriki namaza, pri ispitivanju izdvajanja ulja i teksture namaza. Ovim radom su identifikovani optimalni uslovi za minimiziranje adhezivnosti, tvrdoće i izdvajanja ulja, pri čemu su dobili željenu stabilnost i teksturu sličnu kikiriki maslacu (Yeh *et al.*, 2003).

Trofaktorski eksperimentalni dizajn na 5 nivoa je bio upotrebljen da se optimizuje modifikovani kikiriki maslac sa smanjenim sadržajem masti, pri čemu je namaz dobijen tako što je brašno od kikirikija pomešano sa vodom. RSM metodom je uspešno predviđena instrumentalna TPA (adhezivnost i tvrdoća) i izdvajanje ulja (Lima *et al.*, 2000).

## 2.10.2. Tehnološki proces proizvodnje namaza na bazi uljarica

Jednostavnost tehnološkog procesa proizvodnje namaza na bazi uljarica je glavna prednost ove tehnologije u odnosu na tehnologije proizvodnje drugih proizvoda, koje mogu da budu vrlo kompleksne i da obuhvataju mnoštvo sastojaka i vrlo komplikovanu kontrolu parametara procesa proizvodnje.

Komercijalni postupak proizvodnje kikiriki maslaca obuhvata sledeće osnovne korake: pečenje kikirikija, hlađenje, suvo blanširanje, sortiranje, prvi stepen mlevenja uz zagrevanje, odmeravanje sastojaka, mešanje, drugi stepen mlevenja uz zagrevanje i pakovanje. Pri tome je jedini kontrolisani parametar proizvodnje temperatura zagrevanja smeše, koja je iznad 77°C, a svrha joj je topljenje stabilizatora i pasterizacija proizvoda (Muego *et al.*, 1990; Gills and Resurreccion, 2000a; Aryana *et al.*, 2003). Kao posledica ovako jednostavnog procesa, primećena je i prihvaćena činjenica da uljna faza počinje da se razdvaja iz ovog namaza gotovo neposredno po završetku pakovanja. U SAD se na proizvodu jednostavno deklarise da je izdvajanje ulja iz kikiriki maslaca normalna pojava, a prema USDA (United States Department of Agriculture) Pravilnikom o deklarisanju namirnica je dozvoljeno 0.5 ml izdvojenog ulja po tegli kikiriki maslaca nakon 24 sata proizvodnje mereno pri temperaturi od 30°C (Gills and Resurreccion, 2000).

Za ostale namaze na bazi uljarica ovo pravilo ne važi, pa potrošači prema tome očekuju stabilan proizvod, bez vidljivog izdvojenog ulja na površini. Zbog toga je važno utvrditi optimalni tip i količinu dodatih aditiva koji će sprečiti izdvajanje ulja, tj. razdvajanje faza. Na osnovu pregleda literature se može zaključiti da je optimizacija procesa proizvodnje namaza na bazi uljarica još uvek na eksperimentalnom nivou i da je jednostavnim postupkom zagrevanja aditiva (stabilizatora i emulgatora) u ulju, iznad njihove tačke topljenja, moguće dobiti stabilne namaze. Dosadašnja objavljena istraživanja na temu optimizacije tehnološkog procesa proizvodnje namaza na bazi uljarica se uglavnom bave tematikom optimizacije sastava namaza, pri čemu vrsta i količina ulja i dodatog stabilizatora imaju presudnu ulogu na kvalitet dobijenog namaza (Dubost *et al.*, 2003; Chu and Resurreccion, 2004). Proces proizvodnje namaza na bazi pogače tikve ili brašna uljarica je malo komplikovaniji, jer zahteva prethodno mlevenje i



prosejavanje pogače kao i drugih sastojaka da bi se postigla uniformna veličina čestica, pre samog mešanja. Međutim, proces se i dalje svodi na jednostavno zagrevanje smeše ili posebno stabilizatora u ulju, a zatim sledi homogenizacija sastojaka uz zagrevanje i konačno pakovanje.

### 3. EKSPERIMENTALNI DEO

#### 3.1. Materijal i metode rada

##### 3.1.1. Materijal

U okviru ove doktorske disertacije, sa ciljem proizvodnje namaza sa visokim sadržajem omega masnih kiselina i optimizacije recepture i njegovog tehnološkog procesa, pažljivo su odabrane i korištene samo one sirovine koje imaju funkcionalni ili nutritivni značaj za ovu vrstu proizvoda. Pripremljeno je devet različitih uzoraka namaza, prema dvofaktorskom planu eksperimenata na pet nivoa, sa jednakim razmacima promenljivih.

**Pogača od semena tikve golice** (*Cucurbita pepo* L.), nusproizvod pri proizvodnji devičanskog ulja, je dobijena od jednog malog pogona, koji još uvek koristi tradicionalnu slovenačku tehnologiju ceđenja ulja. Po toj tehnologiji se suvom i samlevenom semenu tikve golice dodaju voda i so, prema recepturi koja obezbeđuje dobijanje mekane pulpe. Posle mešenja, ova se smeša peče u plitkoj posudi, oko 60 minuta pri temperaturi od 90-100°C, što rezultira koagulacijom frakcije proteina i omogućava relativno lako izdvajanje ulja presovanjem, korišćenjem hidraulične prese pri pritisku od oko 20 MPa. Pogača, kao nusproizvod, se posle hlađenja obično čuva u plastičnim vrećama i koristi na farmi za ishranu životinja. U eksperimentima u okviru ovog rada pogača je skladištena na sobnoj temperaturi u polietilenskim vrećama, do upotrebe.

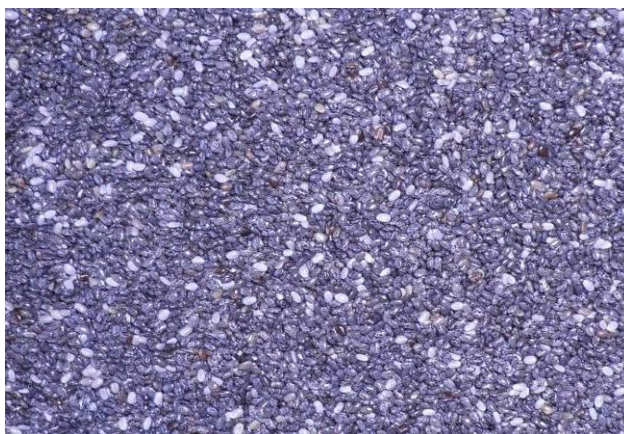
Na slici 9 je prikazan izgled pogače od semena uljane tikve golice dobijene postupkom presovanja na hidrauličnoj presi.



**Slika 9.** Izgled pogače od semena uljane tikve golice

**Hladno presovano konopljino ulje** (*Cannabis sativa* L.) (HO) je nabavljeno od prerađivačke kompanije "Hemp Oil Canada Inc." (Manitoba, Canada).

**Crno chia seme** (*Salvia hispanica* L.) je dobijeno od distribucione kompanije "C.K. Foods" (Toronto, Canada), a poreklom je iz Argentine. Na slici 10 je prikazan izgled chia semena.



**Slika 10.** Izgled crnog chia semena

**Visoko-oleinsko suncokretovo ulje** (*Helianthus annuus* L.) (HOSO), pod komercijalnim nazivom "Trisun 80", je predstavljalo jestivo rafinisano ulje.

**Komercijalni stabilizatori i emulgatori** korišćeni u ovom radu su bili sledeći:

- **komercijalni stabilizator "Dritex RC"** (smeša hidrogenovanog repičinog i pamukovog ulja),
- **komercijalni emulgator/stabilizator** (Myvatex Monoset K, smeša destilovanih monoglicerida i hidrogenovanog repičinog, pamukovog i palminog ulja) i
- **maltodekstrin** (Star DR 100).

Svi ovi aditivi su nabavljeni neposredno od distribucione kompanije.

Od ostalih aditiva korišćeni su morska so i šećer komercijalnog kvaliteta, koji su nabavljeni sa tržišta.

Kao kontrolni uzorak, radi upoređenja kvaliteta novih namaza na bazi pogače semena tikve golice, nabavljen je industrijski proizveden, komercijalni kikiriki maslac sa tržišta slučajnim izborom.

### **3.1.2. Laboratorijski postupak proizvodnje namaza**

#### **Preliminarne formule i metod pripreme polaznih sirovina i namaza**

Usled vrlo oskudnih literaturnih podataka za pripremu namaza na bazi pogače tikve uz dodatak ulja, bilo je neophodno izvršiti preliminarna istraživanja i utvrditi recepturu i postupak pripreme glatkog i mazivog namaza, prijatnog ukusa, bez izdvajanja ulja. Konačna osnovna receptura i način pripreme namaza su uspešno dobijeni nakon 25 pokušaja, pri čemu su varirane vrednosti količine svih sastojaka i postupak pripreme dok se nije dobio zadovoljavajući proizvod, kako u senzornom, tako i u nutricionističkom kvalitetu. Na osnovu ove recepture je postavljen dvofaktorski plan eksperimenta na pet nivoa, što je prikazano u sledećem potpoglavlju.

a) *Priprema smeše osnovnih praškastih sastojaka*

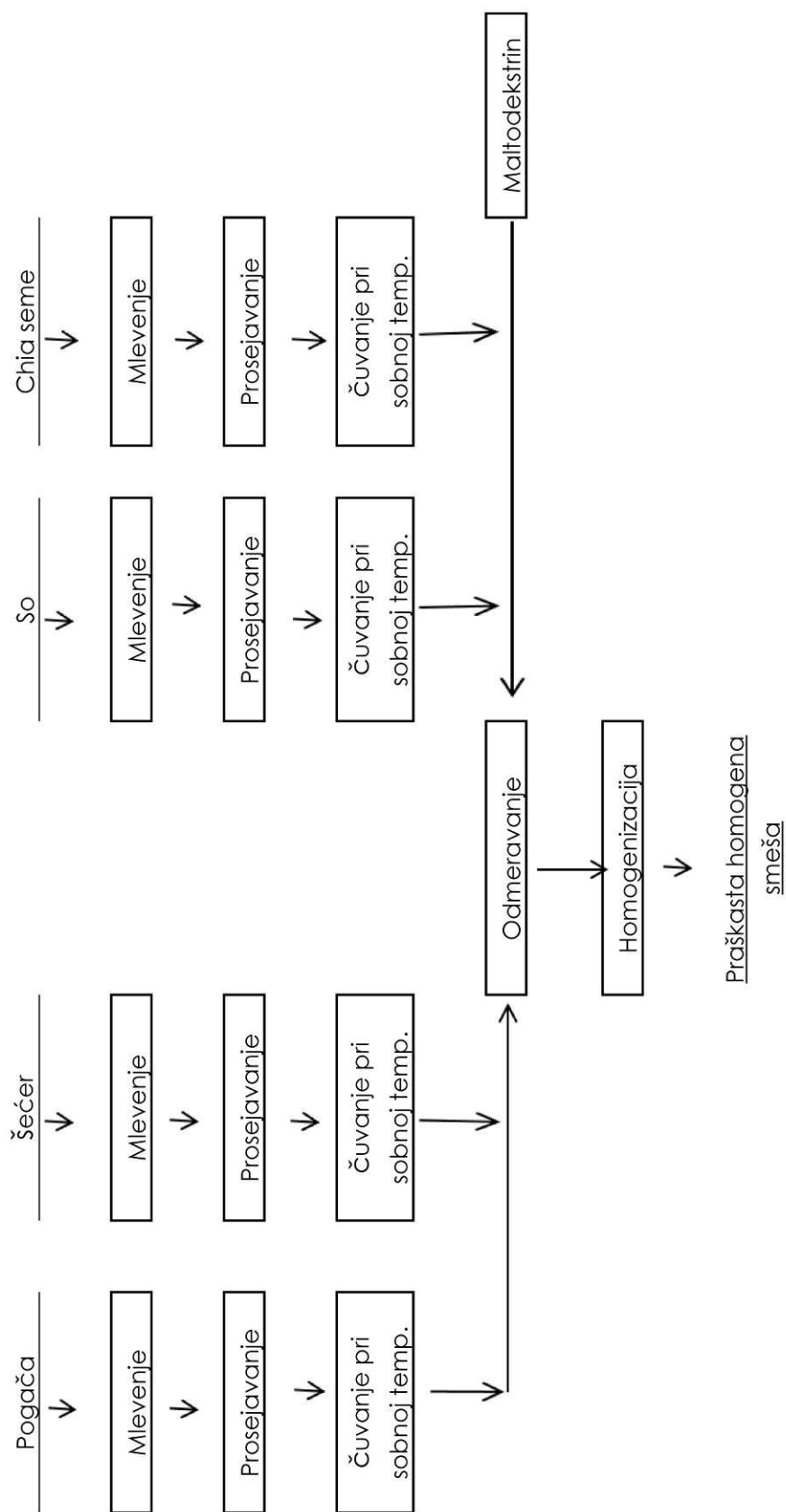
Na slici 11 je prikazana tehnološka šema pripreme smeše praškastih sastojaka. Svi suvi sastojci (brašno pogače, šećer, chia seme i morska so) su bili samleveni pomoću mlina za kafu (Grind Central, Cuisinart, model DCg-12BCC), a zatim prosejani kroz sito veličine otvora 500  $\mu\text{m}$  i čuvani u zatvorenim polietilenskim vrećicama pri sobnoj temperaturi do dalje upotrebe. Veličina čestica maltodekstrina je bila manja od 500  $\mu\text{m}$ , tako da isti nije bio prosejavan.

Procedura pripreme smeše osnovnih praškastih sastojaka upotrebom pogače semena tikve golice je bila sledeća: mešavina suvih sastojaka koji su sačinjavali 64% (m/m) ukupne mase recepture namaza, je dobro izmešana pomoću laboratorijskog miksera (Kitchen Aid, USA), pri najnižoj brzini u toku 15 minuta.

Na ovaj način pripremljeno je ukupno 13 pojedinačnih smeša sledećeg sastava:

- samlevena pogača semena tikve golice 54.8%;
- maltodekstrin 1.6%;
- šećer 3.2%;
- so 0.6% i
- samleveno chia seme 4.2%.

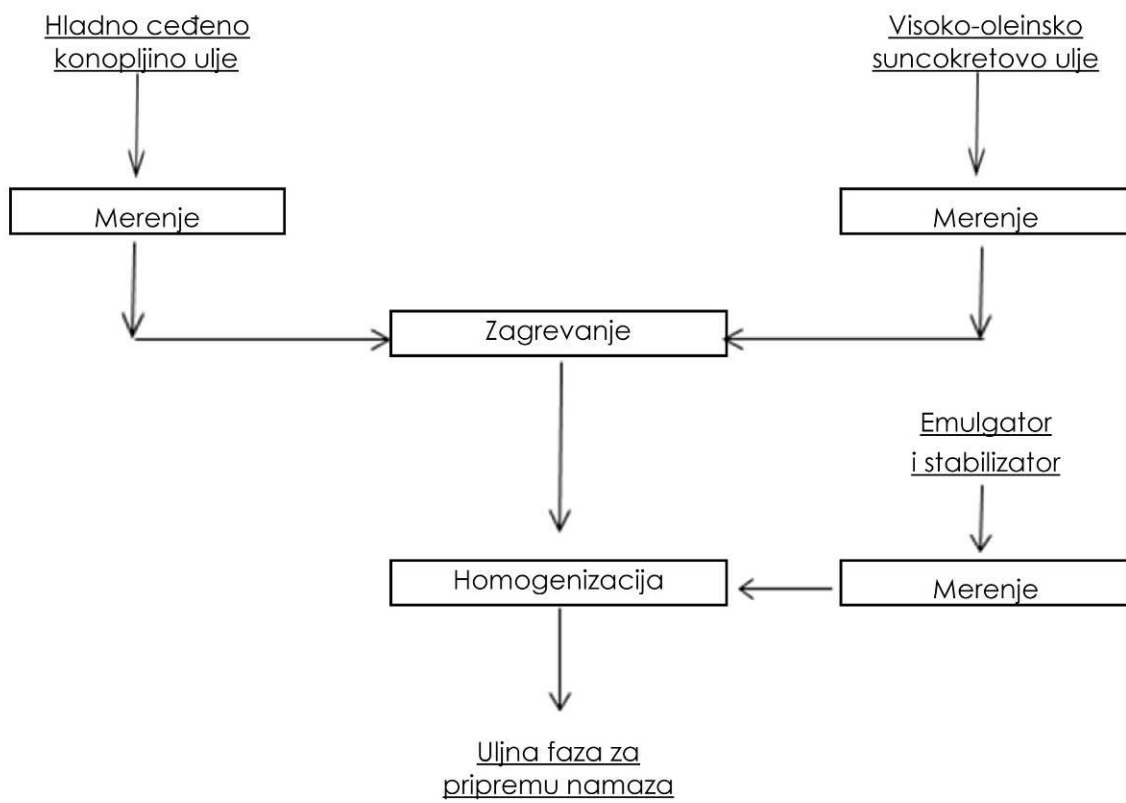
Smeše, koje su bile identičnog sastava za sve uzorke namaza, posle mešanja, su čuvane pri sobnoj temperaturi 24 h u zatvorenim polietilenskim vrećicama.



**Slika 11.** Tehnološka šema pripreme praškaste faze

## b) Priprema uljne faze

Uljna, odnosno tečna faza, se sastojala od konopljinog (HO) i visoko-oleinskog suncokretovog ulja (HOSO) u različitim odnosima, u zavisnosti od eksperimentalnog dizajna (tabela 7) i sačinjavala je 33.7% (m/m) ukupne mase recepture namaza. Količina HO ulja je bila promenljiva koja je uticala na izabrane odzivne funkcije, dok je HOSO bilo drugo dodato ulje da bi dopunilo količinu potrebnog ulja (do 33.7%) za proizvodnju namaza. Komercijalni stabilizator Dritex RC (0.8-1.6%, m/m) i emulgator Myvatex Monoset K (0.7%, m/m) su bili dodati u smešu ulja, pri temperaturi 70-80°C. Ulje sa aditivima je zagrevano u mikrotalasnoj pećnici (1000 W) u toku 20 sekundi, dok se dodaci nisu potpuno rastvorili. Tehnološka šema pripreme uljne faze je prikazana na slici 12.












**Slika 12.** Tehnološka šema pripreme uljne faze



c) Priprema namaza

Sve šarže namaza (u količini od po 1 kg svaka) su bile pripremljene prema eksperimentalnom dizajnu (tabela 7).

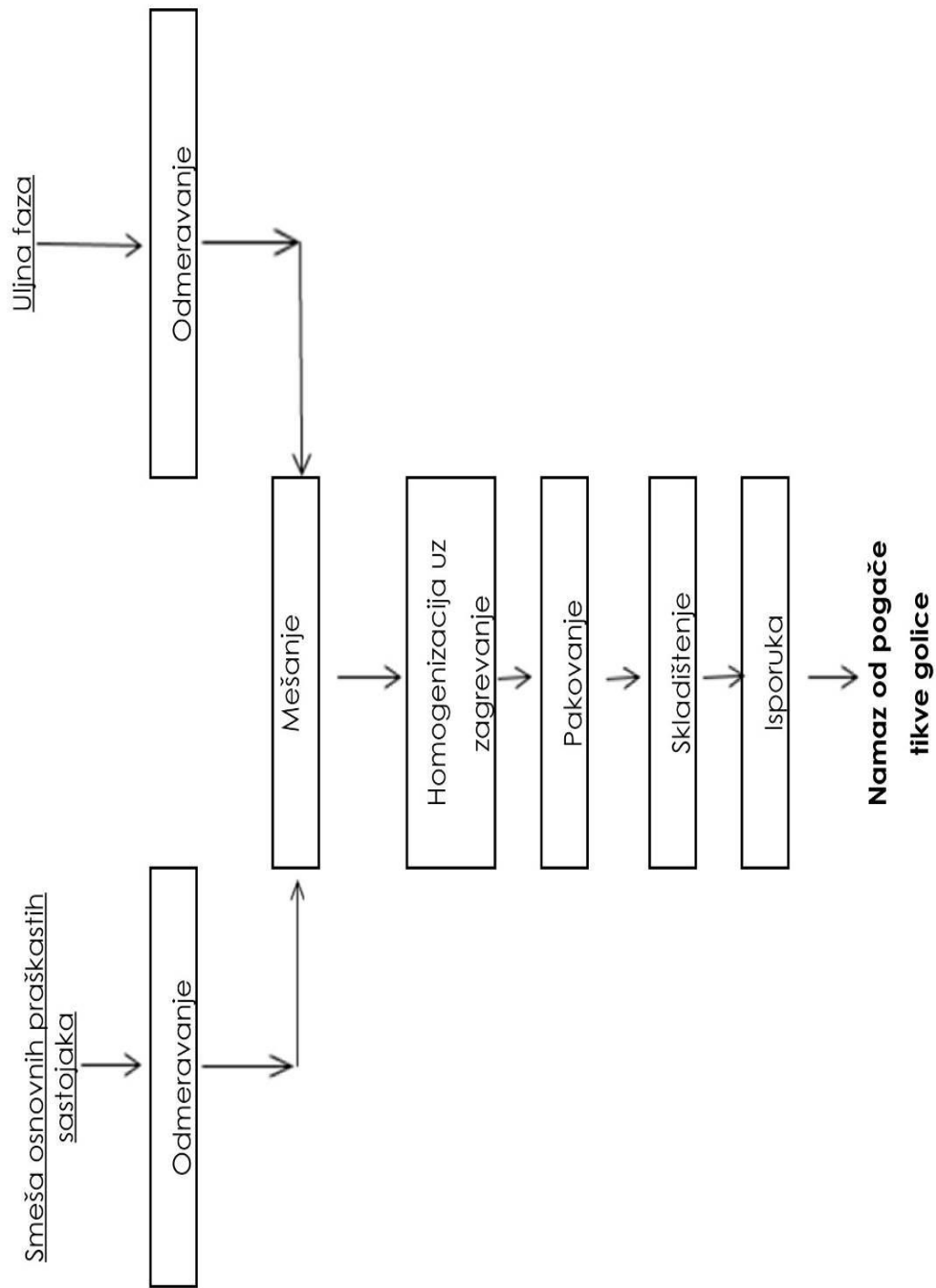
**Tabela 7.** Centralno kompozitni, nerotirajući dvofaktorski experimentalni dizajn na pet nivoa za pripremu namaza

<p>X<sub>1</sub></p> <p>Sadržaj dodatog stabilizatora (% m/m)</p>	1.6			 <p>6</p>		
	1.4		 <p>2</p>		 <p>4</p>	
	1.2	 <p>7</p>		 <p>9</p>		 <p>8</p>
	1.0		 <p>1</p>		 <p>3</p>	
	0.8			 <p>5</p>		
		20	40	60	80	100
		<p>X<sub>2</sub></p> <p>Sadržaj konopljinog ulja (u masnoj fazi proizvoda) (% m/m)</p>				

Tečna (uljna) faza, sa rastopljenim emulgatorom i stabilizatorom, je polako dozirana u suhu smešu i homogenizovana je električnim mikserom u toku 4 minuta pri brzini od 800 o/min (slika 13). Namazi su homogenizovani u otvorenom duplikatoru pri konstantnoj temperaturi od 80°C (koja je održavana pomoću tople vode). Homogenizacija je vršena pomoću miksera sa velikim brojem obrtaja (Black and Decker Power Pro).

Polipropilenske posudice (150 g) su bile napunjene vrućim namazom odmah po završetku homogenizacije i blago protrešene kružnom vibracijom, da bi se eliminisali mehurići vazduha inkorporirani u namazu u toku homogenizacije, pre zatvaranja istih plastičnim poklopcem. Uzorci su bili čuvani pri sobnoj temperaturi (21°C), na tamnom mestu.

Veoma je važno istaći da su svi pripremljeni uzorci bili naizgled vrlo slični kikiriki maslacu i da nijedan od sveže pripremljenih namaza nije pokazao vidljivo izdvajanje ulja na površini.



**Slika 13.** Tehnološka šema pripreme namaza

### 3.2. Dizajn i plan eksperimenta

Za istraživanja u ovom radu je korišćen centralno kompozitni, nerotirajući dvofaktorski eksperimentalni dizajn na pet nivoa sa  $\alpha=2$ . Varirani faktori su bili sadržaj dodatog stabilizatora ( $X_1$ ) i sadržaj konopljinog ulja ( $X_2$ ), kako je prikazano u tabeli 8, kodiranim vrednostima.

**Tabela 8.** Kodirani i stvarni nivoi nezavisno promenljivih faktora u eksperimentima pripreme namaza od pogače fikve golice

	Kodirani nivoi promenljivih faktora				
Promenljiva	-2	-1	0	+1	+2
$X_1$ (% m/m)	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
$X_2$ (%)	20	40	60	80	100

$X_1$ = sadržaj dodatog stabilizatora - Dritex (% m/m)

$X_2$ = sadržaj konopljinog ulja (% od mase ukupne količine ulja)

U tabeli 9 su prikazane kodirane i stvarne vrednosti nezavisno promenljivih faktora za svaki pojedinačno pripremljeni namaz. Svaki uzorak je pripremljen posebno, prema redosledu kako je predloženo na osnovu podataka dobijenih pomoću softvera korišćenog za ovu svrhu, da bi se izbegla pristrasnost u izvođenju eksperimenata.

**Tabela 9.** Eksperimentalni dizajn proizvodnje namaza od pogače tikve golice

Uzorak namaza	Nezavisne promenljive			
	Kodirane vrednosti		Stvarne vrednosti	
	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	Sadržaj dodatog stabilizatora (%)	Sadržaj konopljinog ulja (% mase ukupne količine ulja)
1	-1	-1	1.0	40
2	+1	-1	1.4	40
3	-1	+1	1.0	80
4	+1	+1	1.4	80
5	-2	0	0.8	60
6	+2	0	1.6	60
7	0	-2	1.2	20
8	0	+2	1.2	100
9 <sup>1</sup>	0	0	1.2	60
10	0	0	1.2	60
11	0	0	1.2	60
12	0	0	1.2	60
13	0	0	1.2	60

<sup>1</sup> Sastav uzorka koji je uzet kao kontrolni

Nasumice određeni eksperimenti su rezultirali u 13 kombinacija zadatih faktora, uz dva ponavljanja.

Nezavisne promenljive, čiji je sadržaj varirao prema postavljenom eksperimentu, su bile količina stabilizatora X<sub>1</sub> (mas. % od ukupne mase) i količina dodatog konopljinog ulja X<sub>2</sub> (mas. % od ukupne količine dodatog ulja). Ove promenljive su kodirane na nivoima -2, -1, 0, +1 i +2. Opseg vrednosti promenljivih je bio utvrđen na osnovu zaključaka preliminarnih istraživanja. Kombinacije su uključile recepturu sa srednjim vrednostima (centralna tačka) obe promenljive,

koja je ponovljena četiri puta, što je korišćeno da bi se odredila varijansa metode. Eksperimenti su randomizirani da bi se minimizirala sistematska pristrasnost u posmatranju dobijenih odziva usled spoljašnjih faktora i da bi se povećala preciznost. Redosled eksperimenata je, prema broju uzorka (na osnovu tabele 9), bio sledeći: 6, 10, 1, 9, 11, 2, 12, 3, 8, 7, 13, 4 i 5.

Zavisne promenljive, tj. odzivne funkcije kvaliteta namaza su bile:

1. Senzorni kvalitet
  - a. ukupna senzorna ocena namaza
  - b. količina izdvojenog ulja
2. Nutritivni kvalitet
  - a. masnokiselinski profil
  - b. sadržaj vitamina E
3. Oksidativna stabilnost
  - a. peroksidni broj
  - b. indukcioni period
4. Teksturalna i reološka svojstva
  - a. instrumentalne metode ispitivanja teksture namaza
  - b. viskozitet.

### **3.3. Analitičke metode ispitivanja**

Za sva analitička ispitivanja su upotrebljene standardne metode AOAC (Assosiation of Official Analytical Chemists) ili AOCS (American Oil Chemists Society) koje su podeljene u tri grupe: (1) analitičke metode ispitivanja ulja, (2) analitičke metode ispitivanja pogače (brašna) i određivanje kvaliteta proteina i (3) analitičke metode ispitivanja namaza. Svi reagensi su bili analitičkog kvaliteta.

Sva analitička određivanja su urađena u tri ponavljanja. Vrednosti su izražene kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija. Svi uzorci su bili ispitani u roku od 7 dana od dana pripreme.

### **3.3.1. Analitičke metode ispitivanja sastava i kvaliteta ulja**

#### **Sastav masnih kiselina**

Sastav masnih kiselina ulja korišćenog za pripremu namaza, kao i ekstrahovanog ulja iz namaza, je bio određen metodom gasne hromatografije. Prethodno pripremljeni metilestri masnih kiselina uzoraka su analizirani na sledeći način: uzorak zapremine 0.7 µl je ubrizgan u injekcioni blok (temperature 270°C) gasnog hromatografa (model Hewlett-Packard 6890 series II, Hewlett-Packard, Santa Clarita, CA), koji je bio opremljen plamenim jonizacionim detektorom (temp. 300°C) i integratorom. Razdvajanje masnih kiselina je vršeno na kapilarnoj koloni (WCOT pakovana silika kolona, dimenzija 50 m X 0.25 mm ID, obloženoj sa filmom CP-SIL 88, CP7488 i debljinom filma od 0.2 µm, VARIAN Inc. - Lake Forest, CA). Gas-nosač je bio vodonik pri linearnoj brzini kretanja od 31.9 cm/s. Identifikacija pojedinačnih masnih kiselina je izvršena upoređenjem dobijenih pikova (na bazi retencionog vremena) sa komercijalnim standardima. Sastav masnih kiselina je izražen kao maseni udeo ulja.

#### **Peroksidni broj (Pbr)**

Ulje iz namaza je ekstrahovano prema modifikovanoj metodi Gills i Resurrection (2000a). Oksidacija lipida je merena određivanjem peroksidnog broja (AOCS, Cd 8-53, 1997) koji je izražen u meq peroksida po kg ulja ili uzorka. Nizak peroksidni broj ukazuje na odsustvo proizvoda oksidacije. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i upotrebljeni za optimizaciju oksidativne stabilnosti namaza.

#### **Kiselost ulja – sadržaj slobodnih masnih kiselina**

Kiselost ulja je određena merenjem sadržaja slobodnih masnih kiselina da bi se utvrdio stepen hidrolize kako polaznih ulja tako i ulja iz namaza i time pratio

kvalitet proizvoda u toku skladištenja. Kiselost je određena modifikovanim AOCS metodom (Ca 5a-40, 1997) i izražena kao maseni procenat oleinske kiseline (% oleinske kiseline). Male vrednosti kiselosti ukazuju na odsustvo proizvoda hidrolize ulja.

### **Sastav i sadržaj tokoferola**

Tokoferoli su određeni metodom koju je opisao Carpenter (1979). Korišten je HPLC hromatograf (Waters Alliance Liquid chromatograph) opremljen softverom, sa Resolve Silica kolonom (5  $\mu\text{m}$  veličina čestica, 3.9x150 mm) (Waters Corp. Milford, MA, USA) i fluorescentnim detektorom (BAS Model FL45A, Bioanalytical Systems, West Lafayette, IN). Razdvajanje je obavljeno pri 25°C na fluorescentnom detektoru sa talasnim dužinama pobuđivanja i emisije od 290 nm i 325 nm, respektivno. Pokretna faza se sastojala od smeše heksana i izopropanola (99.5:0.5 v/v) pri protoku od 1.0 ml/min. Uzorci ulja su bili rastvoreni u heksanu (5 g/100 ml heksana), filtrirani kroz membranski filter veličine pora 0.45  $\mu\text{m}$ , nakon čega je bio ubrizgan uzorak u količini od 100  $\mu\text{l}$ . Standardi tokoferola (Sigma- Aldrich, Inc., St. Louis, MO, USA) su korišteni za identifikaciju i izračunavanje pojedinačnih količina ( $\mu\text{g/g}$ ) svake vrste tokoferola u uzorcima ulja.

### **Aktivnost vode**

Aktivnost vode je određena pomoću higrometra Rotronic (Instrument Corp., Hanppange, NY, USA) pri temperaturi 25°C. Ispitivana količina uzorka se unese u specijalni plastični sud (2/3 zapremine) koji pripada aparatu i koji se potom zatvori i postavi u aparat za određivanje aktivnosti vode (higrometar), koji automatski odredi aktivnost vode, čija se vrednost očitava sa digitalnog displeja.



## **pH Vrednost**

pH vrednost namaza je utvrđena aparatom pH series 1100 (Hygrolab 3, Oaktron Instruments, Vermon Hills, USA). Ispitivana količina uzorka (10 g) se unese u stakleni sud. Doda se 10% destilovane vode od ispitivane količine uzorka i meša staklenim štapićem dok se ne dobije homogena suspenzija bez grudvica. Potom se uranjanjem elektroda izmeri pH vrednost koja se očitava sa digitalnog displeja.

## **Oksidativna stabilnost ulja – Rancimat test (indukcioni period)**

Rancimat test se bazira na ubrzanom kvarenju ulja pri povišenim temperaturama i prodivavanju vazduha kroz uzorak (autooksidacija), pri čemu se indukcioni period određuje na osnovu količine izdvojenih nižemolekularnih isparljivih kiselina. Oksidativna stabilnost ulja je praćena određivanjem indukcionog perioda (h) na Rancimat 670 aparatu, pri 100°C, uz protok vazduha od 18 l h<sup>-1</sup>. Uzorci ulja u količini od 2.5 g su odmereni u svaku od šest reakcionih posuda i istovremeno analizirani. Duži indukcioni period ukazuje na bolju održivost ulja. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i upotrebljeni za optimizaciju održivosti namaza.

### **3.3.2. Analitičke metode ispitivanja mlevene pogače i određivanje kvaliteta proteina**

#### **Sadržaj ulja**

Sadržaj ulja u mlevenoj pogači i chia semenu je određen ekstrakcijom po Soxhlet-u sa petroletrom u trajanju od 24 časa upotrebom standardne metode (AOAC, 1990).

#### **Sadržaj vlage**

Sadržaj vlage je određen standardnom metodom, sušenjem do konstantne mase pri temperaturi od  $105\pm 1^{\circ}\text{C}$  (AOAC, 1990).

#### **Sirova vlakna**

Sirova vlakna su određena standardnom metodom (AOAC, 1990), vlažnim spaljivanjem. Uzorak je najpre obrađen ključalim rastvorom 1.25% sumporne kiseline zagrevanjem u toku 1 sata, koji je potom profiltriran, i ponovo kivan 1 sat u ključajućem rastvoru 1.25% NaOH. Uzorak je ispran destilovanom vodom i profiltriran, a zatim sušen do konstantne mase pri temperaturi od  $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ .

#### **Sadržaj pepela**

Sadržaj pepela je određen standardnom metodom (AOAC, 1990). Odmeren je uzorak mase oko 1 g koji je spaljen u peći pri  $550^{\circ}\text{C}$  u toku 4 sata, zatim je određena masa ostatka nakon hlađenja u eksikatoru.

## **Sadržaj minerala**

Sadržaj minerala je određen pomoću savremene ICP-AES metode (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) upotrebom aparata Perkin Elmer, model Optima 3000DV ICP AEOS. Uzorak je prethodno razložen azotnom kiselinom mokrim spaljivanjem, nakon čega je razblažen (1:10) i direktno analiziran pomoću ICP-AES uređaja (Glew *et al.*, 2006). Sadržaj minerala je određen poređenjem dobijenih rezultata sa standardnim rastvorima poznatih koncentracija minerala koji su analizirani u isto vreme.

## **Sadržaj ugljenih hidrata**

Ugljeni hidrati su određeni računski kada je zbir procentualnih masenih udela vlage, pepela, sirovih vlakana, ulja i proteina (izražen u %) oduzet od vrednosti 100.

## **Sadržaj azota i proteina**

Sadržaj azota i proteina je određen modifikovanom Kjeldahl metodom (AOCS, Ba 4d-90, 1997). Sadržaj proteina je izražen množenjem dobijenih vrednosti procenta azota sa faktorom 6.25.

## **Indeks rastvorljivosti azota (NSI)**

Indeks rastvorljivosti azota (eng. Nitrogen Solubility Index) je određen prema metodi Bhagya i Sastry (2003), rastvaranjem 1 g brašna u 20 ml vode, pri čemu je pH suspenzije bila podešena do 7 sa 1M rastvorom HCl ili 1M NaOH. Suspenzija je potom mešana uz pomoć električne mešalice (broj obrtaja 75/min) u toku 1 h na sobnoj temperaturi. Zatim je tečnost centrifugirana pri 5000 o/min u toku 20

minuta. Nakon toga je pomoću Kjeldhal metode određen rastvoreni azot u bistrom supernatantu i vrednost izražena kao procenat ukupnog azota u uzorku.

### **Sastav aminokiselina proteina**

Sastav aminokiselina je određen metodom gasne hromatografije, na sledeći način: uzorak je hidrolizovan sa 10 ml 6M HCl pri temperaturi od 110 °C u toku 24 h, uz strujanje azota. Alikvot od 2 µl je ubrizgan u kolonu (Acquity UPLC BEH C18 (2.1 mm x 10cm, temperature 48°C; Waters Acquity UPLC Gradient) gasnog hromatografa snabdevenog detektorom (Waters Acquity TUV Detector pri 254 nm; vreme proticanja 6 min.) i Waters Empower 2 softverom, uz korišćenje standardnih rastvora (Rerce Amino Acid Standard H). Uzorak za analiziranje cisteina i triptofana je bio pripremljen po metodi Glew i sar. (2006).

#### **3.3.2.1. Određivanje kvaliteta proteina**

Parametri kvaliteta proteina su određeni računskim putem. Kvalitet proteina čini nekoliko važnih parametara, kao što su: indeks iskorišćenja proteina, hemijska ocena, indeks esencijalnih amino kiselina, biološka vrednost i nutritivni indeks.

**Indeks iskorišćenja proteina** (Protein Efficiency Ratio - PER) je izračunat prema regresionoj jednačini Alsmeyer-a, koja je citirana od strane El-Adaway i Taha (2001), korišćenjem formule (3):

$$\text{PER} = - 0.468 + 0.454 (\text{leucin}) - 0.105 (\text{tirozin}) \quad (3)$$

**Hemijska ocena** (Chemical Score - CS) je izračunata prema jednačini (4) (FAO/WHO, 1973), pri čemu je kao standard uzet protein celog jajeta.

$$CS = \frac{\text{g esencijalne amino kiseline u testiranom proteinu}}{\text{g ukupne esencijalne amino kiseline u jajetu}} \times 100. \quad (4)$$

**Indeks esencijalnih amino kiselina** (The Essential Amino Acid Index - EAAI) je izračunat prema jednačini 5 po Oser-u (1951), koristeći sastav amino kiselina celog jajeta, objavljen od strane Lasztity i Hidvégi (1985).

$$EAAI = 10^{\log EAA} \quad (5)$$

gde je  $\log EAA = 0.1 [\log (a_1/a_{1s} \times 100) + \log (a_2/a_{2s} \times 100) + \dots + \log (a_n/a_{ns} \times 100)]$ , pri čemu je:

$a_1, \dots, a_n$  sadržaj amino kiselina uključujući prisutne esencijalne amino kiseline lizin, metionin+cistein, treonin, izoleucin, triptofan, valin, leucin, histidin i fenilalanin+tirozin u uzorku proteina, dok su  $a_{1s}, \dots, a_{ns}$  sadržaji ovih amino kiselina u standardnom proteinu (celog jajeta).

**Biološka vrednost** (eng. Biological value - BV) je izračunata prema Oser-u (1951) (jednačina 6):

$$BV = 1.09 (\text{EAA indeks}) - 11.7 \quad (6)$$

**Nutritivni indeks** (Nutritional Index - NI) je izračunat koristeći formulu (7) (citirana od Bhagya i Sastry (2003):

$$NI = \text{EAAI indeks} \times \% \text{ proteina} / 100 \quad (7)$$

### 3.3.2.2. Određivanje funkcionalnih osobina mlevene pogače

#### Indeks apsorpcije vode i indeks rastvorljivosti u vodi

Indeks apsorpcije vode (eng. Water Absorption Index - WAI) i indeks rastvorljivosti u vodi (eng. Water Solubility Index – WSI) su određeni po metodi Anderson-a, citirane od strane Shirani i Ganesharanee (2009). Indeks apsorpcije vode (WAI) je definisan kao masa (g) taloga dobijena po gramu čvrste materije (ukupni sadržaj čvrste materije u prvobitnom uzorku je korigovan za gubitak čvrste materije u supernatantu). Indeks rastvorljivosti u vodi je definisan kao čvrsta frakcija rastvorljiva u vodi izražena kao procenat suvog uzorka (s.m.).

Samleveno brašno pogače (0.5 g) je rastvoreno u 10 ml destilovane vode u staklenoj čaši i ostavljeno da stoji na sobnoj temperaturi 30 minuta, pri čemu je suspenzija dobro promešana svakih 5 minuta. Nakon toga je uzorak prebačen u plastične, tarirane tube za centrifugiranje. Tube su podvrgnute centrifugiranju (4000 o/min) u toku 15 minuta. Supernatant je dekantiran i osušen, a istaloženi deo izmeren, kao ostatak nakon taloženja. WAI i WSI su izračunati prema jednačinama (8) i (9), respektivno:

$$\text{WAI} = \text{masa istaloženog sedimenta} / \text{masa suve materije} \times 100 \quad (8)$$

$$\text{WSI} = \frac{\text{masa rastvorene čvrste materije u supernatantu}}{\text{masa suve materije}} \times 100 \quad (9)$$

**Indeks apsorpcije ulja** (Oil Absorption Index - OAI) je određen po metodi Lin i sar. (1974). Samleveno brašno pogače (0.5 g) je rastvoreno u 10 ml kukuruznog ulja u plastičnoj tubi za centrifugiranje i ostavljeno da stoji na sobnoj temperaturi tokom 30 minuta, pri čemu je suspenzija dobro promešana svakih 5 minuta. Nakon toga je uzorak prebačen u plastične, tarirane tube za centrifugiranje. Tube su podvrgnute centrifugiranju (4000 o/min) u toku 15 minuta. Supernatant je dekantiran i osušen, a istaloženi deo izmeren, kao ostatak nakon taloženja.

Rezultat (OAI) je izražen kao količina (masa u g) ulja vezanog po 1 g uzorka (mlevene pogače).

### **3.3.3. Metode ispitivanja namaza**

#### **Određivanje boje**

Merenje boje polaznih ulja i površine namaza je izvršeno upotrebom Minolta CR-400 kolorimetra (Ramsey, NJ, USA) opremljenog softverom koji obezbeđuje izveštaj sa svim očitanim CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) vrednostima boje ( $L^*$ ,  $a^*$  i  $b^*$ ). Intenzitet boje po Hunteru ( $L^*$ ) predstavlja stepen svetloće boje (belo = 100; crno = 0). Vrednost  $a^*$  ukazuje na intenzitet boje i predstavlja udeo crvene nijanse (pozitivne vrednosti indiciraju naginjanje ka crvenoj boji, dok negativne vrednosti indiciraju naginjanje ka zelenoj boji). Vrednost  $b^*$  takođe ukazuje na intenzitet boje i predstavlja udeo žute nijanse (pozitivne vrednost indiciraju naginjanje ka žutoj boji, dok negativne vrednosti indiciraju naginjanje ka plavoj boji).

Instrument je bio kalibrisan uz pomoć standardne bele pločice ( $L^* = 97.75$ ,  $a^* = -0.49$  i  $b^* = 1.96$ ). Izvor svetlosti je bila pulsirajuća, difuzna iluminirajuća (D65) lampa sa zeonom, sa tri detektora.

#### **Rok trajanja - održivost**

Rok trajanja namaza, u smislu oksidativne stabilnosti, je bio praćen mesečno, određivanjem Pbr i kiselosti namaza, kao i senzornom ocenom na užeglost (miris i ukus), jednom nedeljno, u toku 9 meseci skladištenja. Senzorna ocena mirisa i ukusa je obuhvatila testiranje svih uzoraka pri čemu je korištena sledeća skala intenziteta: ocena "0" koja je označavala miris i ukus bez tragova

užeglosti; ocena "1 - 2" je bila indikator blage (1) do primetne (2) užeglosti; ocena "2 - 3" je korištena da označi prisustvo jače užeglosti; ocena "4" je bila indikator veoma jake užeglosti, dok je ocena "5" označavala neprihvatljivu užeglost, tj. nejestivi proizvod. Rezultati praćenja roka trajanja uzoraka su predstavljeni tromesečno, da bi se utvrdio optimalni rok trajanja, prema Pravilniku o kvalitetu ulja i masti.

### **Izdvajanje ulja (separacija faza)**

Procenat izdvajanja ulja je bio određen merenjem izdvojenog ulja na površini namaza i preračunavanjem ove količine na ukupnu početnu masu uzorka (m/m). Izdvojeno ulje je uklonjeno sa površine namaza apsorpcijom pomoću filter papira. Izdvajanje ulja je praćeno nedeljno, u toku 9 meseci skladištenja. Osim toga, mesečno je praćena i tekstura svih uzoraka pomoću instrumentalne TPA u toku 3 meseca.

### **3.4. Instrumentalna metoda ispitivanja teksture namaza (TPA)**

Za instrumentalnu metodu ispitivanja teksture namaza (TPA) je upotrebljen aparat Texture Analyzer CT3 (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Middleboro, MA, USA), sa kompresionom deformacijom i dva ciklusa kompresije za merenje krivi deformiteta (sila-vreme). Za ovu vrstu ispitivanja teksture (namaza) je preporučen kompresioni režim i odabran je kao takav jer najbolje opisuje zagriz i tvrdoću/mekoću namaza. Kompresioni test meri deformaciju nastalu kao razdaljina koju hrana pređe kada je pritisnuta određenom silom do određene dužine.

Tačna procedura izvođenja instumentalnog TPA merenja je sprovedena kako je preporučeno u Brookfield-ovom uputstvu za upotrebu. Aparat Texture Analyzer je imao opterećenje od 4.5 kg i aplikacioni softver za prikazivanje



podataka i štampanje izveštaja (Brookfield Texture PRO CT®). Na svakom uzorku su rađena tri uzastopna merenja (svako merenje se sastojalo od dva kompresiona ciklusa). Dobijene krive deformiteta (sila-vreme) su analizirane na sledeće osobine profila teksture (odzivne funkcije): tvrdoća, kohezivnost, elastičnost, adhezivnost, guminoznost, žvakljivost, dužina istezanja i indeks elastičnosti.

Pribor koji je upotrebljen za sva merenja je bio od akrilika, konusnog oblika (TA2/100, 14g sa uglom od 45°). Uzorak je bio direktno meren u originalnoj posudi u kojoj je upakovan namaz (cilindričnog oblika: 30 mm dubine i 86 mm unutrašnjeg prečnika) pri brzini kretanja probe od 1 mm/s i završnoj dubini prodiranja od 20 mm. Početno opterećenje je bilo 4.0 g, pre-test brzina 2 mm/s, a frekvencija merenja podataka 100 tačaka/s. Nakon dva kompresiona ciklusa, proba se automatski vraćala u početnu tačku i Texture Analyzer je bio resetovan za sledeći test. Sve analize su izvedene pri sobnoj temperaturi. U toku svakog kompresionog i dekompresionog ciklusa su dobijene krive deformacije. Svi rezultati merenja (krive deformacije) su bili izračunati pomoću softvera. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i upotrebljeni za optimizaciju teksture namaza.

### **3.5. Reološka merenja – viskozitet namaza**

Viskozitet formulisanih namaza je određen pomoću Brookfield viskozimetra (Model DV-I, Brookfield Engineering Laboratories, Middleboro, Mass., U.S.A.) sa mernim priborom (cilindrični klip oznake 7) koji se koristi za merenje viskoziteta polutečne hrane, pri brzini od 2 o/min i sobnoj temperaturi (21°C). Uzorci su analizirani u originalnim pakovanjima, a klip je bio uronjen u proizvod na dubinu od 5 cm. Rezultat je očitán nakon 30 sekundi. Istraživanja u ovom delu rada su usmerena na ispitivanje trenutnog viskoziteta formulisanih namaza, kako bi se odredio efekat uticaja količine komercijalnog stabilizatora i konopljinog ulja na reološke osobine (relativni viskozitet). Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i upotrebljeni za optimizaciju teksture namaza.

### 3.6. Senzorno ocenjivanje namaza

Panel za senzorno ocenjivanje namaza se sastojao od dve grupe ocenjivača: prva grupa od pet eksperata i druga grupa od pet potrošača. Pre nego što je pristupljeno ocenjivanju, obe grupe su imale kratku obuku od pola sata, pri čemu su ukratko objašnjeni termini ocenjivanja, a prema formularu koji je korišćen od strane ocenjivača (formular za senzorno ocenjivanje namaza, prilog broj 1).

Da bi se što bolje objasnio proces ocenjivanja namaza i opis karakteristika, pripremljeni su uzorci namaza sa nedostatkom, kao i kontrolni uzorak, koji su kao sastavni deo obuke bili predloženi ocenjivačima pre samog testiranja namaza. Atributi koji su opisivali namaze su bili prodiskutovani sa ocenjivačima. Svi uzorci su bili kodirani sa tri nasumice odabrane cifre i prezentirani ocenjivačima bez ikakvog utvrđenog redosleda. Veličina uzorka za testiranje je bila oko jedne kafene kašike, koji je bio razmazan pomoću plastičnog noža na neslani kreker.

Jedan uzorak je bio namenjen samo za posmatranje i ocenjivanje spoljašnjeg izgleda (površina, boja, izdvojena faza) u originalnom pakovanju. Drugi originalni uzorak je bio namenjen za testiranje. Uzorci oznake 1-9 su prezentirani i testirani pojedinačno, jedan za drugim i svaki je posebno opisan na formularu. Ocenjivačima je bila obezbeđena obična voda, i bilo im je preporučeno da isperu usta i progutaju gutljaj, da bi neutralizovali ukus između testiranja uzoraka namaza. Ocenjivanje za svaki pojedinačni parametar kvaliteta je bilo u opsegu ocena od 0 do 5, sa detaljnim objašnjenjem kriterijuma ocene i atributa za svaku kategoriju. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni i upotrebljeni za optimizaciju senzorne ocene namaza.

Senzorno ocenjivanje namaza tokom čuvanja je sprovedeno prema sledećoj metodi: svi uzorci namaza su senzorno testirani na pojavu užeglosti jednom nedeljno, u toku 9 meseci. Uzorci su testirani na miris i ukus prema skali u rasponu ocena od 0 (bez tragova užeglosti) do 5 (izuzetno izražena užeglost – neprihvatljivo). Miris namaza je ocenjen odmah po otvaranju posude sa

namazom, a ukus testiranjem male količine namaza (pola kafene kašike) direktnim žvakanjem.

### **3.7. Nutritivna vrednost namaza**

Nutritivna vrednost namaza je određena pomoću specijalnog softvera Genesis® R&D SQL (ESHA Research, Inc., Salem, OR, USA) za izračunavanje nutritivne vrednosti prehrambenih proizvoda. Za sve sastojke koji su upotrebljeni za pripremu namaza, unete su njihove prave vrednosti (određene odgovarajućim metodama) u bazu podataka i, na osnovu njih, izračunate nutritivne vrednosti i predstavljene u obliku koji se, prema propisima o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (Pravilnik, 2004), može staviti na ambalažu proizvoda. Nutritivne izjave, određene na ovaj način su za sve uzorke predstavljene u obliku tabela (tabela 21- 25), koje su u skladu sa Pravilnikom o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (Pravilnik, 2004).

### **3.8. Statistička obrada rezultata**

Statistički značaj parametara jednačina (interakcije promenljivih) je određen za svaki uzorak pomoću analize varijanse (ANOVA). Regresionom analizom je ispitana zavisnost između ove dve promenljive, kao i uticaj promene jedne na promenu druge promenljive. Ovom se analizom dobija odgovor na uticaj komponenata prvog ili drugog stepena za svaki faktor pojedinačno, kao i njihova interakcija, za potpuno sagledavanje uticaja komponenata.

Za optimizaciju sastava i tehnološkog procesa proizvodnje je korišćena metoda odzivnih površina (eng. Response Surface Methodology) upotrebom centralno kompozitnog eksperimentalnog dizajna. RSM je primenjena na dobijene eksperimentalne podatke korišćenjem komercijalnog statističkog paketa Design-

Expert®, version 7.1 software for Design of Experiments (Stat- Ease, Inc., Minneapolis, MN, USA) za dobijanje odzivnih površina. Eksperimentalni podaci su zamenjeni u matematički model drugog stepena (10):

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_{12}X_1X_2 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 \quad (10)$$

pri čemu su:  $Y_i$  odzivna funkcija,  $X_1$  prva promenljiva (sadržaj dodatog stabilizatora),  $X_2$  druga promenljiva (sadržaj konopljinog ulja), a  $b_0, b_1, b_2, b_{11}, b_{22}$  i  $b_{12}$  su koeficijenti regresije. Sistem jednačina je rešen metodom najmanjih kvadrata. U ovom radu je takođe primenjena višestepena regresiona analiza upotrebom istog softvera koji je korišćen za dizajn eksperimenata. Odzivne površine i konturni dijagrami su za sve modele bili predstavljeni kao funkcije dve promenljive, kao što je prethodno objašnjeno. Podaci su dobijeni kao srednja vrednost  $\pm$  standardna devijacija (SD) za svaki uzorak koji je analiziran u tri ponavljanja.

Statistički značaj modela je testiran analizom varijanse i upotrebom Fišerovog testa (F-test), pri  $p$  vrednosti  $\leq 0.05$ . Ostale vrednosti verovatnoće su takođe uzete u obzir ( $p \leq 0.01$  i  $p \leq 0.001$ ), s tim da je verovatnoća od 95% bila minimum za prihvatanje hipoteze na osnovu statistički značajnih razlika između uzoraka. U ovom radu je za zavisne promenljive, koje mogu da se opišu polinomnim modelom, korišten kriterijum koeficijenta korelacije  $R^2 \geq 0.80$ . Dakle, samo su razmatrane vrednosti modela koje su ispunile ovaj zahtev, stoga su neke jednačine redukovane (postale linearne). Studentov t-test je korišćen da se odredi značaj individualnih faktora i njihov efekat za svaki izračunati koeficijent.

Dobijeni statistički obrađeni rezultati za sve odzive su upoređeni sa rezultatima instrumentalne TPA za komercijalni kikiriki maslac, koji je korišćen kao kontrolni uzorak, da bi se na kraju izveli pravilni zaključci.

## 4. PRIKAZ I DISKUSIJA REZULTATA

### 4.1. Karakteristike polaznih sirovina

#### 4.1.1. Sastav, karakteristike i kvalitet konopljinog, visoko-oleinskog suncokretovog i tikvinog ulja

Rezultati analiza ulja upotrebljenih u ovom radu za pripremu namaza, kao i ulja pogače tikve golice i chia semena u smislu osnovnog hemijskog kvaliteta, nutritivne vrednosti i održivosti, su predstavljeni u tabeli 10.

Na osnovu dobijenih rezultata se vidi da svako od ovih ulja može imati vrlo specifičnu ulogu u doprinosu nutritivnoj vrednosti, tvrdoći i mazivosti, boji, kao i oksidativnoj stabilnosti namaza, usled različitog sastava masnih kiselina i kvaliteta.

Za ispitano tikvino i konopljino ulje se može reći da su to ulja koja su izuzetno bogata linolnom kiselinom. Oba ulja su sadržala približno istu količinu linolne omega-6 masne kiseline (51.04-55.13%), što je rezultiralo i u visokom sadržaju ove masne kiseline u namazu. Za razliku od njih, visoko-oleinsko suncokretovo ulje je u svom sastavu sadržalo minimalnu količinu ove esencijalne masne kiseline (6.71%). Slične rezultate masno-kiselinskog sastava ulja (odnos oleinske i linolne kiseline) je objavio i Lazos (1986) ispitujući ulje semena tikve *C. pepo* gajene u Grčkoj.

S druge strane, visoko oleinsko suncokretovo ulje nije uopšte sadržalo linolensku masnu kiselinu, ali je imalo visoku koncentraciju  $\alpha$ -tokoferola, što doprinosi nutritivnoj i potencijalno visokoj antioksidativnoj vrednosti (*in vivo*) ulja.

Konopljino ulje je posedovalo relativno visok sadržaj  $\alpha$ -linolenske omega-3 masne kiseline (17.75%), dok je chia seme bilo izuzetno bogato ovom kiselinom (61.12%). To znači da njihov dodatak izuzetno doprinosi dobroj nutritivnoj vrednosti namaza i, što je posebno važno, balansu između omega-6 i omega-3 masnih kiselina (njihov idealan odnos 3:1). Osim toga, kako tikvino, tako i konopljino ulje su sadržali veoma visoke količine  $\gamma$ -tokoferola (704 i 777 mg/kg, respektivno), dok je konopljino ulje sadržalo i izvesne količine  $\delta$ -tokoferola (7.84 mg/kg), koji su najjači antioksidansi. Visok sadržaj  $\gamma$ -tokoferola može doprineti dobroj oksidativnoj

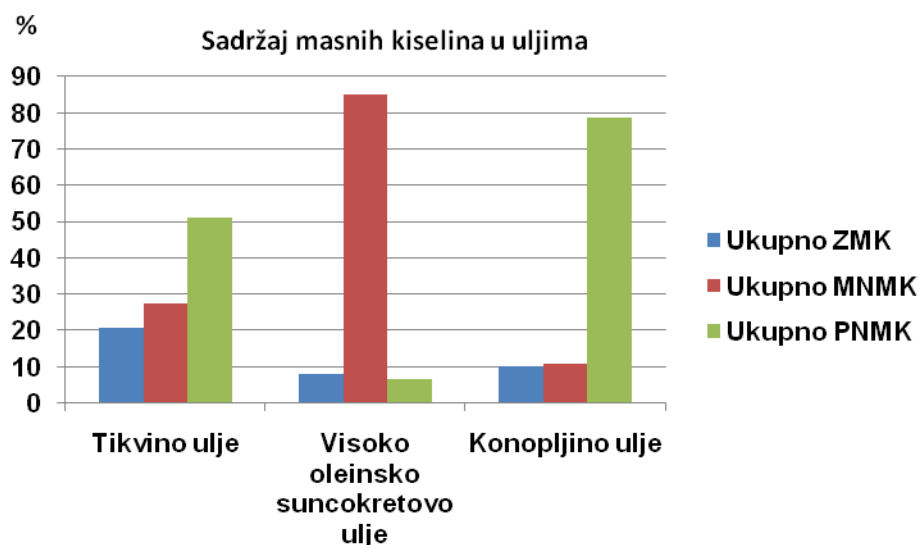
stabilnosti ulja u namazima.

**Tabela 10.** Fizičko-hemijske karakteristike, kvalitet i održivost ulja prisutnih u sastavu namaza

Parametar	Tikvino ulje <sup>a</sup>	Visoko oleinsko suncokretovo ulje	Konopljino ulje	Chia ulje <sup>b</sup>
Sadržaj vlage (%)	0.20	0.05	0.15	0.04
Kiselost (% oleinske kiseline)	0.79	0.03	0.50	0.004
Peroksidni broj (meq O <sub>2</sub> /kg)	3.20	0.90	0.60	4.41
Boja po CIE L* a* b*				
L* (%)	32.74	51.32	36.89	-
a*	5.69	-0.24	3.96	-
b*	-3.03	1.20	3.02	-
Sastav masnih kiselina (% m/m)				
Stearinska kiselina (C18:0)	6.74	3.17	2.40	3.35
Palmitinska kiselina (C16:0)	13.29	3.36	6.19	6.84
Oleinska kiselina (C18:1) (ω-9)	27.05	84.86	9.89	7.47
Linolna kiselina (C18:2) (ω-6)LA	51.04	6.71	55.13	20.13
α-Linolenska kiselina (ω-3)(C18:3)(ALA)	n.d.	n.d.	17.75	61.12
γ-Linolenska kiselina (ω-6)(C18:3) (GLA)	n.d.	n.d.	4.52	-
Ukupno <i>trans</i> MK	0.17	0.17	0.17	n.d.
Jodni broj (po Wijs' u) (g/100g)	109.7	90.0	-	192.7
Indukcioni period pri 100 °C (h)	13.9	20.1	<1	-
Tokoferoli (mg/kg)				
α	11.3	513	6.2	-
β	4.3	n.d.	n.d.	-
γ	704	3.5	777	-
δ	1.97	n.d.	7.84	-
Ukupno tokoferola	721.57	516.	791	-

<sup>a</sup>u sastavu pogače, <sup>b</sup>dobijeno ekstrakcijom iz semena, n.d. – ispod granice detekcije

Odnos zasićenih, mono- i polinezasićenih masnih kiselina ispitanih uzoraka ulja je prikazan grafički na slici 14.



**Slika 14.** Sadržaj ukupno zasićenih, mono- i polinezasićenih masnih kiselina tikvinog, konopljinog i visoko-oleinskog suncokretovog ulja

Sadržaj *trans* masnih kiselina u ispitivanim uljima je bio zanemarljiv (0.00-0.17%). Ispitivano konopljino ulje je također sadržalo značajne količine  $\gamma$ -linolenske kiseline (4.53 %), što je u skladu sa objavljenim literaturnim podacima (Leizer *et al.*, 2000).

Osim dodatih stabilizatora, najveći doprinos tvrdoći namaza može dati i prisustvo stearinske (6.74%) i palmitinske kiseline (13.29%) iz ulja tikve zaostalog u pogači, što je oko 2-3 puta više u odnosu na ulje suncokreta, konoplje i chia semena.

Test oksidativne stabilnosti (Rancimat test) je pokazao da dodatak HOSO ulja može značajno da doprinese željenom roku trajanja namaza (najmanje 3 meseca), jer mu je indukcioni period najviši od svih ispitivanih ulja (20.1h). Ovaj rezultat je u skladu sa ispitivanjima Romanić i sar. (2009) i Dimić i sar. (2008).

Medjutim, treba reći da je dobijeni indukcioni period za konopljino ulje bio znatno niži (<1 h) od indukcionog perioda ove vrste ulja dobijenog ispitivanjima Dimić i sar. (2008). Naime, po njihovim rezultatima indukcioni period se kretao od 6.4 do 7.6 časova, u zavisnosti od sorte konoplje.

Rezultati odredjivanja parametara boje po CIEL\*a\*b\* sistemu su pokazali da

je tikvino ulje bilo najtamnije boje ( $L^* = 32.74\%$ ) uz jače prisustvo crvene nijanse ( $a^* = 5.69$ ) i nešto slabije prisustvo plave boje ( $b^* = -3.03$ ). HOSO ulje je bilo najsvetlije, uz blago prisustvo zelene nijanse ( $a^* = -0.24$ ) i nešto jače prisustvo žute boje ( $b^* = 1.2$ ). Konopljino ulje je takodje imalo pigmente koji doprinose crvenoj ( $a^* = 3.96$ ), ali takodje i žutoj boji ( $b^* = 3.02$ ).

Početna kiselost, kao i peroksidni broj svih ulja su bili u granicama vrednosti propisanih Pravilnikom o kvalitetu za jestiva ulja (Pravilnik o kvalitetu, 2006).

#### **4.1.2. Fizičko-hemijske karakteristike mlevene pogače i chia semena i kvalitet proteina pogače**

Pogača i chia seme su bili samleveni i prosejani kroz sito veličine otvora 0.5 mm i kao takvi korišteni za pripremu namaza i fizičko-hemijske analize. Dobijeni rezultati su prikazani u tabeli 11. Sadržaj proteina u pogači je bio veoma visok (50.21%), što je u skladu sa objavljenim literaturnim podacima (Dimić *et al.*, 2006; Zdunczyk *et al.*, 1999). Sadržaj zaostalog ulja u pogači (31.35%) je bio viši u poredjenju sa objavljenim literaturnim podacima za pogaču dobijenu cedjenjem ulja prema Dimić i sar. (2006). Osnovni razlog za to je način cedjenja, pri čemu je količina zaostalog ulja u pogači uvek veća ukoliko se koriste hidraulične prese, kao što je slučaj sa pogačom korišćenom u ovim istraživanjima. U pogači dobijenoj cedjenjem ulja na pužnoj presi, usled većeg stepena dejstva prese i boljeg iskorišćenja, količina zaostalog ulja je mnogo niža.

Aktivnost vode (0.258), sadržaj vlage (3.52%) i pH vrednost (6.01) brašna pogače ukazuju na potencijalno dobru mikrobiološku održivost namaza. Brašno je bilo relativno svetle boje ( $L^* = 68.67$ ) sa crvenom nijansom ( $a^* = 4.58$ ) i mnogo jačim intenzitetom žute boje ( $b^* = 5.84$ ) (tabela 11).

Nasuprot brašnu pogače, chia seme je bilo vrlo tamno sive-braon boje ( $L^* = 42.35$ ), uz približno isto prisustvo crvene ( $a^* = 6.53$ ) i žute nijanse ( $b^* = 5.84$ ), što je



uticalo na pojavu braon boje. Zbog relativno male količine u sastavu namaza, chia seme nije bitno uticalo na njegovu boju.

**Tabela 11.** Fizičko-hemijske karakteristike mlevene pogače i chia semena

Pokazatelj	Mlevena pogača tikve golice <i>C. pepo</i> L.	Mleveno chia seme
Sadržaj vlage i isparljivih materija (%)	3.52±0.05	8.19±0.03
Sadržaj ulja (%)	31.3±0.10	32.8±0.08
Sadržaj sirovih proteina (%)	50.21±0.13	20.7±0.10
Sadržaj rastvorljivih proteina (%)	8.05±0.08	-
Indeks rastvorljivosti proteina (NSI)	13.92±0.05	-
Sadržaj ugljenih hidrata (%)	4.82±0.42	1.0±0.35
Sadržaj sirovih vlakana (%)	3.51±0.03	41.2±0.11
Sadržaj ukupnog pepela (%)	6.64±0.11	5.2±0.07
Energetska vrednost Kcal/100g	502	330
KJ/100g	2095	1381
pH vrednost	6.01±0.04	6.49±0.01
Aktivnost vode ( $a_w$ )	0.258±0.00	0.305±0.00
Boja po CIE L*a*b*		
L* (%)	68.67±1.84	42.35±0.46
a*	4.58±0.14	6.53±0.18
b*	21.38±0.66	5.84±0.32

## Kvalitet proteina pogače i chia semena

Proteini pogače tikve golice su ispitani hemijski, a na osnovu sastava aminokiselina proteina su računskim putem određeni odnos iskorišćenja proteina, hemijska ocena proteina, indeks esencijalnih amino kiselina, biološka vrednost i nutritivni indeks. Dobijeni rezultati su upoređeni sa literaturnim podacima za brašno pogače tikvi raznih sorti, kao i proteini chia semena sa proteinima jajeta. Proteini jajeta se smatraju najkvalitetnijim proteinima (najviša biološka vrednost), te se sva poredjenja proteina obično vrše u skladu sa ovim referentnim proteinima.

Kao što se može videti na osnovu vrednosti sadržaja amino kiselina (tabela 12), dominantne amino kiseline su glutaminska kiselina i arginin od neesencijalnih, a leucin i valin od esencijalnih amino kiselina, što je u skladu sa podacima za tikvu *C. pepo* koje su objavili Glew i sar. (2006) i El-Adawy i Taha (2001). Poredjenjem dobijenih rezultata sa literaturnim podacima (tabela 2) se može zaključiti da sadržaj amino kiselina u semenu ili pogači tikve u mnogome zavisi od sorte tikve i regiona (klime) u kojem se gaji. Međutim, odnos esencijalnih i neesencijalnih amino kiselina je bio vrlo približan i kretao se od 0.49 do 0.55 za sortu tikve *C. pepo*. Kod većine ispitivanih proteina, prva limitirajuća amino kiselina je bila lizin, a zatim izoleucin. U ispitivanom uzorku u ovom istraživačkom radu prva limitirajuća amino kiselina je bila triptofan, a druga lizin. Sadržaj triptofana je u ovom uzorku (tabela 12) mnogo niži u odnosu na objavljene literaturne podatke (tabela 2). Usled vrlo niskog sadržaja ove amino kiseline, hemijska ocena proteina je bila svega 9. Da triptofan nije bio određivan, kao što nije u mnogim objavljenim istraživanjima, hemijska ocena bi bila 39, a prva limitirajuća amino kiselina lizin. Sadržaj rastvorljivih proteina je bio 8.05%, a indeks rastvorljivosti proteina 13.92, što je bilo u skladu sa do sada objavljenim istraživanjima (Dimić *et al.*, 2006).

**Tabela 12.** Sastav amino kiselina proteina pogače tikve golice i chia semena

Amino kiselina (mg/100 g)	Mlevena pogača tikve golice <i>C. pepo</i> L.	Chia seme
Alanin (Ala)	4.3±0.06	4.3±0.04
Arginin (Arg)	17.1±0.06	8.9±0.06
Asparginska kis. (Asp+Asn)	9.4±0.05	7.6±0.06
Cistein* (Cys)	1.4±0.06	1.5±0.03
Fenilalanin* (Phe)	4.8±0.07	4.7±0.06
Glicin (Gly)	4.8±0.05	4.2±0.05
Glutaminska kiselina (Glu+Gln)	20.4±0.06	12.4±0.06
Histidin (His)	2.5±0.06	2.6±0.05
Izoleucin* (Ile)	3.9±0.06	3.2±0.06
Leucin* (Leu)	7.1±0.06	5.9±0.06
Lizin* (Lys)	2.3±0.05	4.4±0.06
Metionin* (Met)	2.2±0.07	0.4±0.03
Prolin (Pro)	3.7±0.06	4.4±0.05
Serin (Ser)	4.7±0.06	4.9±0.05
Tirozin* (Tyr)	3.7±0.07	2.7±0.06
Treonin* (Thr)	2.7±0.07	3.4±0.05
Triptofan* (Trp)	0.1±0.06	1.3±0.04
Valin* (Val)	4.9±0.06	5.1±0.06
Ukupno esencijalnih amino kiselina EAK (%)	33.1	27.5
Ukupno neesencijalnih AK (%)	66.9	72.5
Odnos EAK/AK	0.49	0.38

\* Esencijalne amino kiseline

Ispitivani uzorak pogače je, osim za količinu lizina, treonina i triptofana, poredjen po svetskim merilima (WHO i FAO) sa idealnim proteinima (tabela 3), imao veći sadržaj ostalih esencijalnih amino kiselina. Izračunat je i indeks idealnog proteina uzorka prema metodi Glew i sar. (2006), pri čemu su osim za lizin i treonin, vrednosti idealnog proteina ispitivanog uzorka bile vrlo približne vrednostima dobijenim njihovim istraživanjem (tabela 13).

**Tabela 13.** Nutritivna vrednost amino kiselina i vrednost proteina mlevene pogače (prema WHO i FAO)

Amino kiselina - AK	% od ukupnih amino kiselina	Sadržaj u pogači (mg/g)	AK/ Idealan prot. x 100 (%)
Ile	3.9	24.6	139
Leu	7.1	45.2	107
Lys	2.3	14.4	39
Met+Cys	3.6	23.1	144
Met	-	2.2	-
Cys	-	1.4	-
Phe+Tyr	8.5	8.5	135
Phe	-	4.8	-
Tyr	-	3.7	-
Thr	2.7	17.1	79
Trp	0.1	0.6	9
Val	4.9	31.6	140
Hys	-	16.0	-

Biološka vrednost proteina pogače tikve je vrlo visoka i u skladu sa oskudnim literaturnim podacima (Mansour *et al.*, 1993). Indeks esencijalnih amino kiselina, odnos iskorišćenja proteina, kao i nutritivna vrednost proteina ispitivanog uzorka (tabela 14) je bila viša od vrednosti uzoraka citiranih u literaturi (El-Adawy and Taha, 2001).

Odnos leucina i izoleucina treba da je manji od 4.6, i što je manji, protein je kvalitetniji i izbalansiraniji, jer je dokazano da višak leucina u hrani negativno utiče na usvajanje izoleucina. Osim toga, višak leucina utiče negativno na usvajanje lizina, a što je upoređeno sa proteinima jajeta i sojinog zrna (Sharma *et al.*, 1986). Ispitivani uzorak je imao odnos leucina i izoleucina 1.8, a odnos leucina i lizina 3.1. Istraživanja Esuoso i sar. (1998) ukazuju na mogućnost upotrebe tikvinog brašna za oplemenjivanje hrane, usled relativno visokog sadržaja esencijalnih amino kiselina i odsustva toksičnih metala u pepelu.

Za proteine ispitivanog uzorka pogače tikve golice se može reći da su izuzetno kvalitetni i generalno nutritivno bolji od upoređenih proteina drugih vrsta tikvi (Sharma *et al.*, 1986; Mansour *et al.*, 1993; Zdunczyk *et al.*, 1999; El-Adawy and

Taha, 2001).

Chia seme je sadržalo vrlo značajne količine lizina (4.4 mg/100 g) što je bilo skoro duplo više od proteina semena tikve i u tom smislu ovo seme može doprineti boljoj nutritivnoj vrednosti proteina namaza.

**Tabela 14.** Kvalitet proteina mlevene pogače semena tikve golice

Pokazatelj	Pogača <i>C. pepo</i> L.- golica
BV -Biološka vrednost	83.2
EEAI Indeks esencijalnih amino kiselina po Oser-u (1951)	87.1
Hemijska ocena Prva limitirajuća amino kiselina	9* Triptofan
Hemijska ocena Druga limitirajuća amino kiselina	39 Lizin
PER Indeks iskorišćenja proteina	2.36
NI Nutritivni indeks	43.7
Odnos leucina/izoleucina	1.8
Odnos leucina/lizina	3.1

\* Mnogi autori ne navode analizu triptofana koji je prva limitirajuća amino kiselina u ispitivanom uzorku

## Sadržaj i sastav minerala mlevene pogače i chia semena

Sadržaj pepela mlevene pogače tikve je relativno visok, i potiče uglavnom od minerala prisutnih u pogači (tabela 15). Sastav minerala i njihov sadržaj ukazuju na veoma širok spektar prisutnih minerala, od kojih su neki esencijalni (mikro elementi) zastupljeni u vrlo visokim količinama. Od navedenih ukupno 13 esencijalnih elemenata (isključujući natrijum i hloride koji obično potiču od dodate kuhinjske soli), a koji su neophodni za normalan rast i razvoj tkiva i organizma, samo se dva mogu naći u namazima prisutnim na tržištu (kontrolni uzorak - kikiriki maslac) i to u manjim količinama od ukupnih dnevnih potreba (gvoždje 2% i magnezijum 8%). Količine esencijalnih minerala (kalcijum, bakar, gvoždje, kalijum, magnezijum, mangan, natrijum, fosfor i cink) prisutne u mlevenoj pogači (tabela 15) su uporedive sa podacima objavljenim u literaturi (tabela 5). Slične rezultate su objavili Juranović i sar. (2003) ispitivanjem tikve *C. pepo* L. tipa golica gajene u Austriji.

Za ispitani uzorak pogače tikve se može reći da je izuzetno bogat svim navedenim esencijalnim mineralima i kao takav poseduje vrlo visoku nutritivnu vrednost i može se koristiti kao funkcionalna hrana, ili za oplemenjivanje drugih sastojaka prehrambenih proizvoda. Širok spektar minerala i njihov visok sadržaj u pogači može obezbediti njihovo značajno prisustvo u namazima.

**Tabela 15.** Sastav i sadržaj minerala mlevene pogače semena tikve i chia semena

Sastav i sadržaj minerala (mg/ 100 g s.m.)	Mlevena pogača semena tikve golice <i>C. pepo</i> L.	Chia seme
Al	15.8±0.05	2.0±0.00
B	18.7±0.00	1.4±0.00
Ca	89.8±0.00	714±0.00
Cu	10.9±0.00	0.2±0.00
Fe	17.8±0.05	16.4±0.00
K	685.1±0.05	700±0.05
Mg	608.1±0.05	390±0.05
Mn	5.9±0.00	2.3±0.00
Na	252.7±0.05	2.1±0.00
P	1482.7±0.05	1067±0.05
Zn	15.8±0.05	3.7±0.05

### **Funkcionalne osobine mlevene pogače**

Indeks apsorpcije vode, indeks rastvorljivosti u vodi i indeks apsorpcije ulja mlevene pogače semena tikve su prikazani u tabeli 16. Upoređeni sa malobrojnim literaturnim podacima (Giami and Bekebain, 1992; Giami and Isichei, 1999) se može videti da su oba indeksa (OAI i WAI) približno iste vrednosti i niži od vrednosti dobijenih za *C. pepo* istraživanjem El-Adaway i sar. (2001). Medjutim, ovde treba uzeti u obzir činjenicu da ispitivani uzorak sadrži oko 30% ulja, dok su literaturni podaci dati za obezmašćene uzorke i stoga su vrednosti indeksa apsorpcije više. Istraživanja su pokazala da tikvino brašno može da se upotrebi za oplemenjivanje i poboljšanje zapremine hleba (El-Soukkary, 2001) kao i u stabilizaciji koloidnih sistema usled mogućnosti stvaranja gela (Olaofe et al., 1994).

**Tabela 16.** Funkcionalne karakteristike mlevene pogače semena tikve golice

Karakteristike pogače	Mlevena pogača* tikve golice <i>C. pepo</i> L.
OAI (Indeks apsorpcije ulja) (g ulja/g uzorka)	1.10±0.07
WSI (indeks rastvorljivosti u vodi) (g uzorka/g s.m.)	7.88±0.17
WAI (indeks apsorpcije vode) (g vode/g uzorka)	1.63±0.04

\* potpuno obezmaščena pogača

#### 4.2. Priprema i karakteristike namaza

Devet različitih uzoraka namaza je pripremljeno primenom dvofaktorskog plana eksperimenata na pet nivoa, pri čemu je variran **sadržaj dodatog stabilizatora (X<sub>1</sub>) i sadržaj dodatog konopljinog ulja (X<sub>2</sub>)** (tabela 7). Obrada rezultata primenom konturnih dijagrama i metode odzivnih površina je izvršena za sledeće zavisne promenljive eksperimenata (odzivne funkcije):

1. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja i stabilizatora na senzornu ocenu spoljašnjeg izgleda namaza
2. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu polinezasićenih masnih kiselina namaza
3. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-3 masnih kiselina namaza
4. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-6 masnih kiselina namaza



5. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu vitamina E u namazu
6. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja i stabilizatora na ukupnu senzornu ocenu namaza
7. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na oksidativnu stabilnost namaza
8. Uticaj količine dodatog stabilizatora na procenat izdvojenog ulja na površini namaza
9. Instrumentalna TPA - Uticaj količine dodatog konopljinog ulja i stabilizatora na sledeće osobine teksture namaza:
  - a. Tvrdoća/mazivost
  - b. Rad penetracije
  - c. Kohezivnost
  - d. Elastičnost
  - e. Adhezivnost
  - f. Guminoznost
  - g. Žvakljivost
  - h. Dužina istezanja
  - i. Indeks elastičnosti
  - j. Sila adhezije
10. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja i stabilizatora na viskozitet namaza.

Svaki od navedenih odziva je predstavljen prema grupama ispitanih karakteristika u posebnim potpoglavljima.

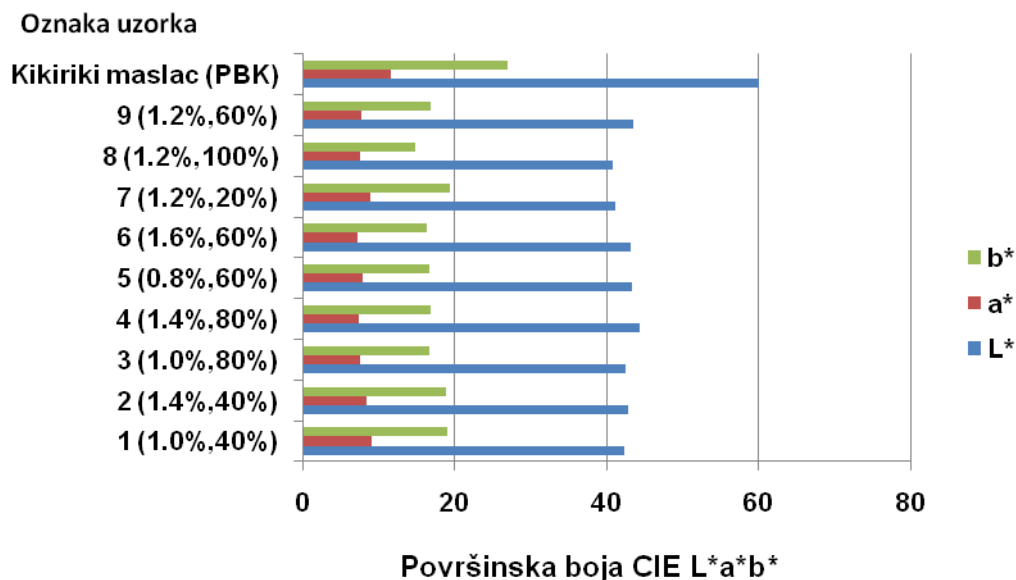
Na slici 15 je prikazan karakterističan izgled namaza pripremljen opisanim tehnološkim postupkom.



**Slika 15.** Izgled namaza pripremljen upotrebom mlevene pogače semena tikve golice

#### **4.2.1. Spoljašnji izgled namaza**

Spoljašnje osobine namaza prvenstveno karakterišu boja i izgled (glatkoća) površine, a zatim i vidljivo izdvajanje ulja (separacija faza) na površini. Boja, sadržaj vlage, aktivnost vode i pH vrednost su određene u svežim uzorcima. Ove promene nisu praćene tokom skladištenja namaza. Razlike izmedju uzoraka u boji, sadržaju vlage, aktivnosti vode i pH vrednosti su bile minimalne, tako da za optimizaciju ovi parametri nisu upotrebljeni kao odzivne funkcije. Rezultati ispitivanja parametara boje, sadržaja i aktivnosti vode u namazima su predstavljeni na slikama 16, 18 i 19.



**Slika 16.** Boja površine namaza u poredjenju sa kikiriki maslacem (kontrolni uzorak)

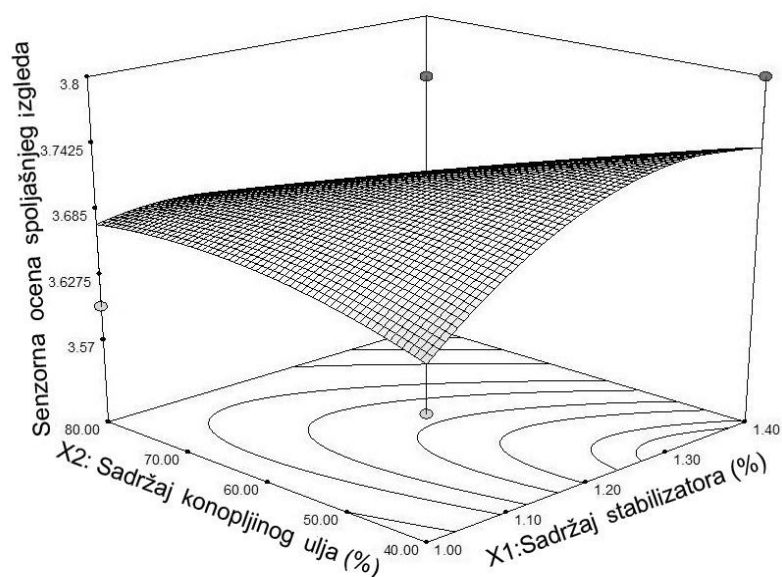
Na bazi parametara instrumentalnog određivanja boje (CIE  $L^*a^*b^*$  sistem) se jasno vidi (slika 16), da su razlike u boji površine među uzorcima bile minimalne. Intenzitet boje ("svetloća") ( $L^*$ ) je zavisio od količine dodatog konopljinog ulja i smanjivao se sa porastom njegove količine. Uzorci sa većim sadržajem konopljinog ulja (uzorak oznake 4, 5, 6 i 9) su bili za nijansu svetliji (svetloća boje,  $L^*$  vrednost je bila 44.27%, 43.29%, 43.09% i 43.57%, respektivno). Kontrolni (uporedivi) uzorak - kikiriki maslac je imao nešto svetliju boju ( $L^* = 60.6\%$ ), sa većim učešćem žute nijanse ( $b^* = 27.04$ ). Senzornom ocenom površine konstatovano je da su uzorci, u poredjenju sa kikiriki maslacem, bili tamniji i imali žuto-branon boju, međutim ove razlike nisu smatrane kao bitne za prihvatanje namaza. Svi ispitivani uzorci namaza su po površinskoj boji bili slični kikiriki maslacu i imali visok udeo žute nijanse ( $b^*$  vrednost u rasponu od 14.78 do 19.32) u ukupnoj instrumentalnoj analizi boje.

Pri senzornom ocenjivanju boje namaza od strane grupe eksperata i potrošača, razlike u boji između uzoraka nisu bile značajne, niti identifikovane od strane obe grupe ocenjivača. Takođe nije bilo pomenuto od strane ni jedne grupe ocenjivača da su uzorci tamniji od kikiriki maslaca. Međutim, sjajna

površina, koju je imala većina uzoraka, je bila poželjnija u odnosu na "mat" površinu bez sjaja. Santos i sar. (1987) su pokazali da je ocenjujući namaz na bazi kikirikija i sira, grupa eksperata ocenjivača uočila razlike u boji između uzoraka, dok grupa potrošača nije, i ova ocena je bila u korelaciji sa instrumentalnim merenjima boje. Namaz na bazi suncokreta, koji je bio ispitan od strane Lima i Guraya (2005) je imao boju veoma sličnu uzorcima ispitivanim u ovom radu ( $L^* = 38.8$  do  $43.1$ ), ali sa mnogo većim udelom žute nijanse ( $b^* = 33.4$  do  $35.0$ ).

Na slici 17 je prikazan uticaj količine dodatog konopljinog ulja na senzornu ocenu boje (određenu od strane odabranog panela) i izgleda površine uzoraka namaza. Svi uzorci su imali glatku površinu, bez rupica i izdvajanja ulja. Ujednačena boja i glatka površina namaza potiču od uniformne i relativno male veličine svih čestica (sastojaka), kao i dobre homogenizacije faza.

Veoma je važno napomenuti da nijedan uzorak, nakon pripreme, kao ni nakon mesec dana skladištenja pri sobnoj temperaturi, nije pokazao vidljive znake izdvajanja ulja na površini.



**Slika 17.** Uticaj sadržaja konopljinog ulja i stabilizatora na senzornu ocenu spoljašnjeg izgleda namaza

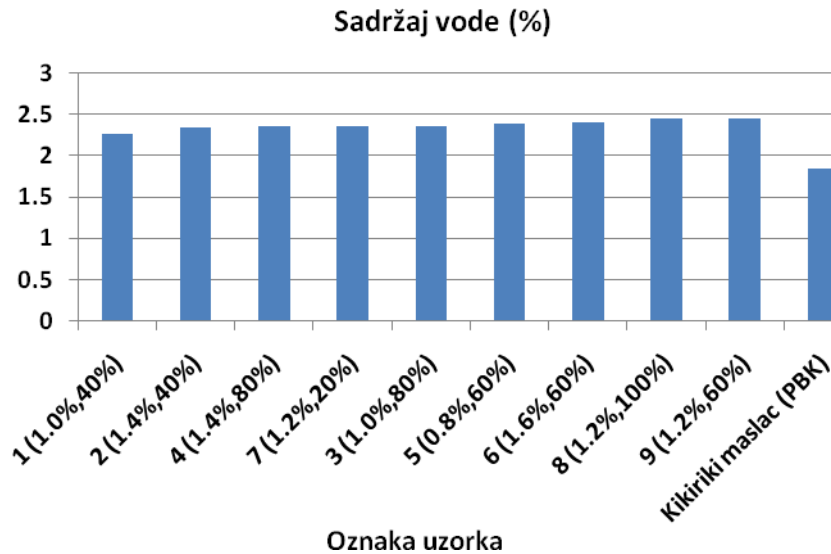
Spoljašnji izgled svih pripremljenih namaza, koji je ispitan i putem senzorne ocene, je uzet kao karakteristika za optimizaciju. Regresiona analiza (minimum nivo značajnosti od 95%, nivo praga značajnosti  $\alpha = 0.05$ ) pokazuje statistički značajne razlike izmedju uzoraka (F-vrednost za model je 6.84;  $p < 0.01$  i  $R^2 = 0.83$ ), što potvrđuje da je predviđeni model značajan (jednačina 11).

$$\text{Senzorna ocena spoljašnjeg izgleda} = 3.70 - 0.05 X_2 - 0.05 X_1 X_2 - 0.038 X_1^2 \quad (11)$$

U ovom slučaju su sadržaj konopljinog ulja (uticaj na boju) i kvadratni efekat količine stabilizatora (uticaj na tvrdoću i izdvajanje ulja, sjajnost površine) bili značajni za model. Senzorna ocena spoljašnjeg izgleda je bila viša sa povećanjem količine dodatog stabilizatora i smanjenjem količine konopljinog ulja. Uzorci namaza sa većim sadržajem konopljinog ulja i manjim sadržajem stabilizatora su imali sjajniju površinu. Jedino je uzorak oznake 6 imao vrlo "mat" površinu, i po tome se negativno izdvajao od ostalih uzoraka.

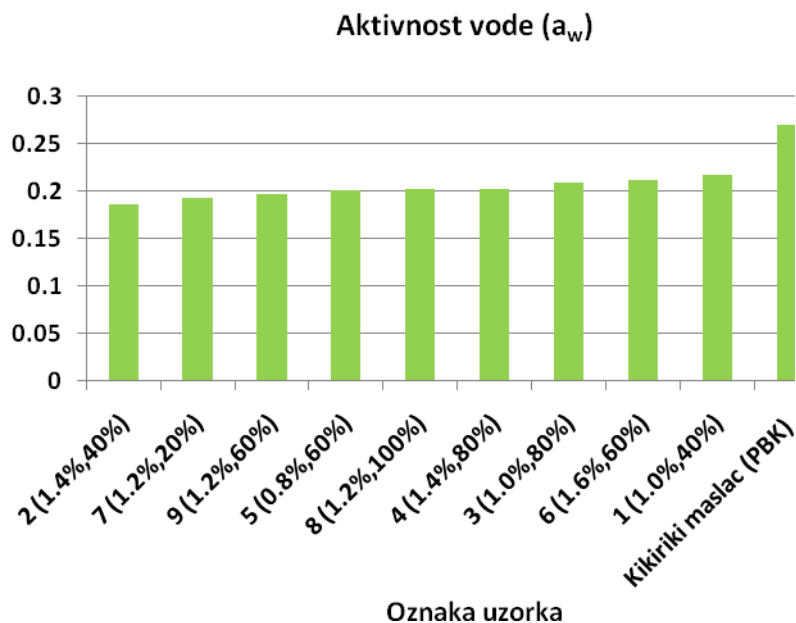
#### 4.2.2. Fizičko-hemijske osobine namaza

**Sadržaj vode** u uzorcima namaza je bio vrlo ujednačen i niži od 2.5%, što u svakom slučaju pozitivno utiče na održivost namaza u smislu sprečavanja hidrolitičkog kvarenja, tj. povećanja kiselosti ulja i mikrobiološke ispravnosti. Sadržaj vode je prikazan na slici 18 i bio je uporediv sa kontrolnim uzorkom, čiji je sadržaj vode bio nešto niži (1.85%).



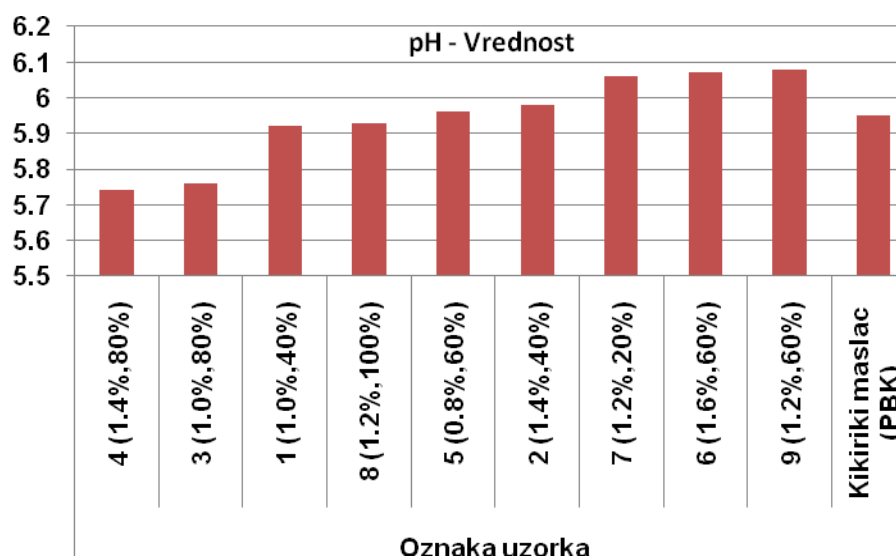
**Slika 18.** Sadržaj vode u uzorcima namaza

**Aktivnost vode** je značajna za utvrđivanje uslova za rast i razmnožavanje patogenih mikroorganizama kao i mikroorganizama uzročnika kvarenja hrane. Neophodni uslovi za prevenciju rasta patogenih bakterija ukazuju na bezbednu oblast ove vrednosti ispod 0.8. Istraživanja Daltona i sar. (2006) su pokazala da je aktivnost vode u namazima bogatim omega-3 masnim kiselinama bila od 0.39-0.40, što je obezbedilo stabilan - održiv proizvod. Svi ispitivani namazi su imali vrednost aktivnosti vode ispod 2.5 (u granicama od 0.186 do 0.217) (slika 19), što uz vrlo nizak sadržaj vode (<2.5%), garantuje mikrobiološki dobar proizvod za duže vreme skladištenja (najmanje 3 meseca). Proizvod ovakvih karakteristika ne zahteva hlađenje, odnosno niže temperature skladištenja. Kontrolni uzorak (PKB) je imao veću  $a_w$  vrednost od svih pripremljenih uzoraka (0.270). Ovi podaci su u skladu sa ispitivanjima Santos i sar. (1989) čiji je proizvod bio imitacioni namaz sira na bazi kikirikija koji je imao sadržaj vlage od 4.2-4.6% i aktivnost vode 0.42.



**Slika 19.** Aktivnost vode u uzorcima namaza

**pH vrednost** namaza je bila u rasponu od 5.74 do 6.07 i u skladu je sa vrednošću koju je imao kontrolni uzorak (5.95). Ovako visoka pH vrednost ne utiče preventivno na usporavanje rasta i razmnožavanje mikroorganizama, ali sa druge strane podržava nisku kiselost i može da doprinese boljoj održivosti namaza. Dobijene pH vrednosti su predstavljene grafički na slici 20.

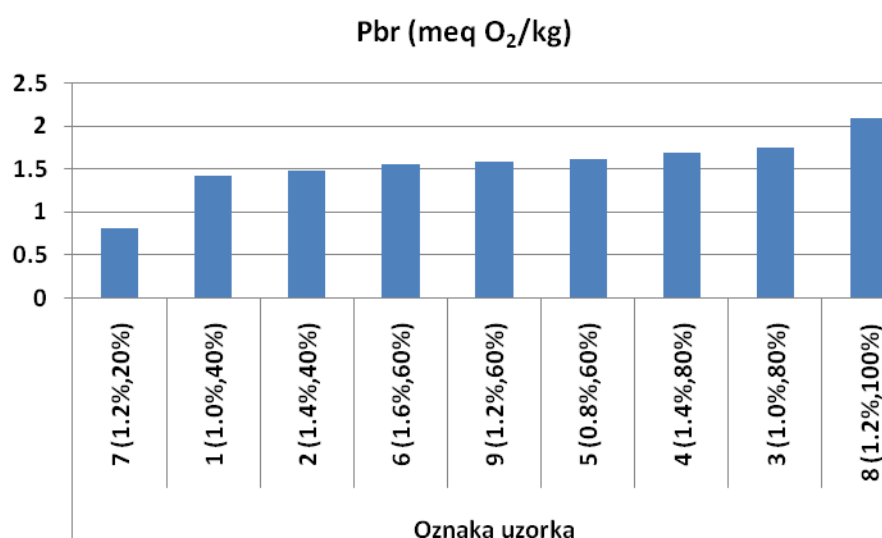


**Slika 20.** pH - vrednost u uzorcima namaza

## Oksidativna stabilnost – rok trajanja

**Oksidativna stabilnost** namaza je određena neposredno nakon pripreme namaza, a zatim je praćena mesečno u toku 9 meseci skladištenja. Optimizacija procesa je uradjena na osnovu rezultata nakon 3 meseca skladištenja i biće diskutovana kasnije. Oksidativna stabilnost je posebno važna, pre svega zbog značajnog udela masne faze, a posebno zbog prisustva konopljinog ulja u sastavu namaza. Zbog visokog sadržaja PNMK, kao i prisustva  $\alpha$ -linolenske omega-3 masne kiseline, oksidativna stabilnost je vrlo bitan faktor kvaliteta. Oksidativna stabilnost ujedno uslovljava u najvećoj meri i rok trajanja proizvoda ovakvog tipa. Početne vrednosti oksidativnih promena namaza, kao što su peroksidni broj, kiselost i vrednosti indukcionog perioda su prikazane na slikama 21-23.

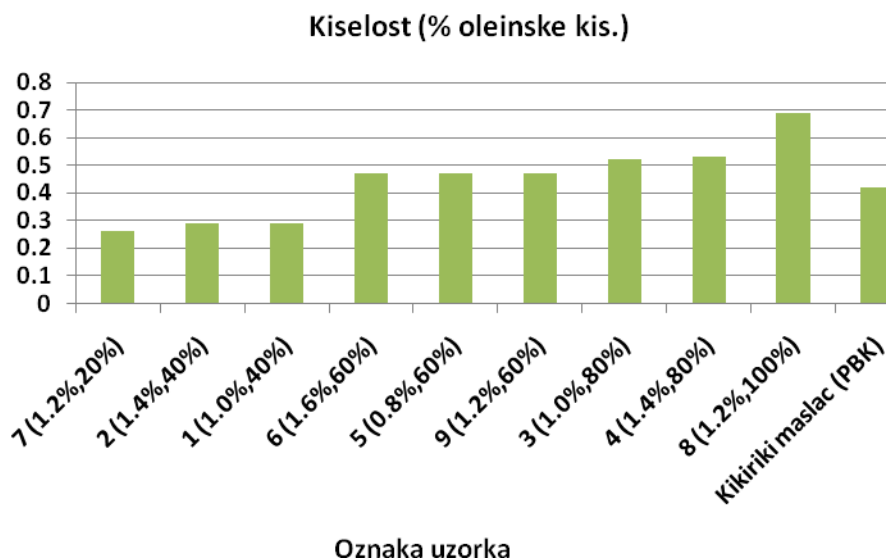
**Peroksidini broj** masne faze je bio ispod maksimalnih vrednosti koje propisuje Pravilnik o kvalitetu jestivih ulja (Pravilnik, 2006), odnosno, kod svih uzoraka vrednost Pbr je bila ispod 2.5 meq O<sub>2</sub>/kg. Sa slike 14 se može videti da je moguće predvideti ponašanje uzoraka sa vremenom, pri čemu je očigledno konopljino ulje, usled veoma visokog sadržaja PNMK, imalo najveći uticaj na oksidativne promene (užegnuće) namaza.



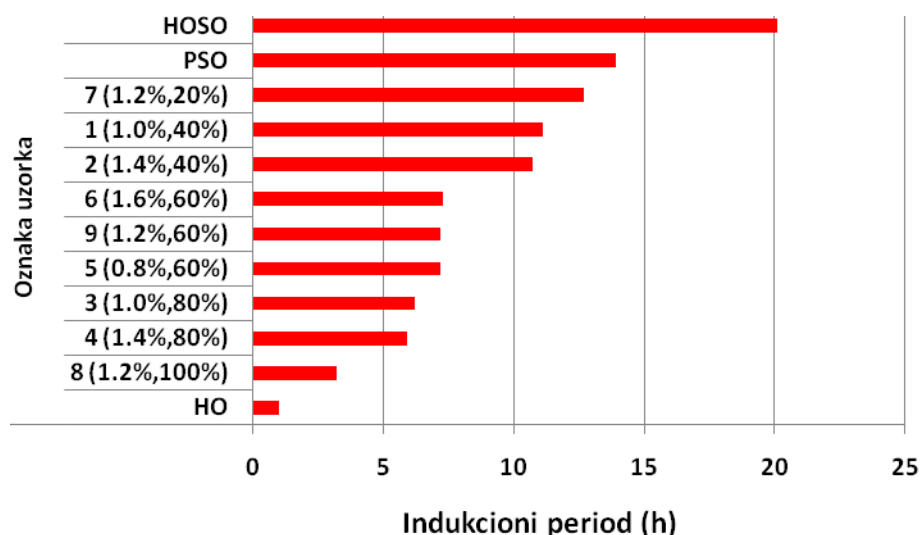
**Slika 21.** Peroxidni broj svežih uzoraka namaza



Što se tiče **kiselosti** uzoraka (indikatora stepena hidrolitičkog kvarenja ulja), izražene u procentima oleinske kiseline, primećen je sličan trend (slika 22) u smislu korelacije sadržaja konopljinog ulja i stepena kiselosti. Kiselost je, takodje bila daleko ispod granice utvrđene Pravilnikom o kvalitetu jestivih ulja i masti (Pravilnik, 2006).



**Slika 22.** Sadržaj slobodnih masnih kiselina u uzorcima svežih namaza



HOSO: Visoko - oleinsko suncokretovo ulje  
 PSO: Ulje semena tikve golice  
 HO: Hladno cedjeno konopljino ulje

**Slika 23.** Indukcioni period u uzorcima svežih namaza

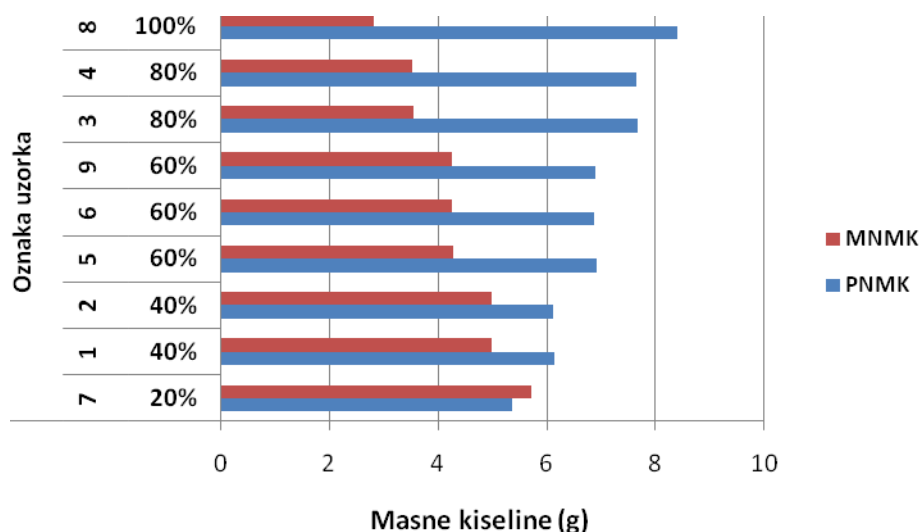
Na osnovu rezultata indukcionog perioda prema Rancimat testu (slika 23) bi se moglo zaključiti da će oksidativna stabilnost namaza sa većim sadržajem konopljinog ulja (koje ima najlošiju oksidativnu stabilnost), biti proporcionalno manja. Stoga se na osnovu ovih rezultata može predvideti održivost namaza i ranija pojava užeglosti kod uzoraka sa većim sadržajem konopljinog ulja u njihovom sastavu. Ovde treba istaći činjenicu da iako su ispitivana ulja u ovom radu bila najmanje mesec dana stara, imala su niži indukcionu period (devičansko ulje tikve golice) upoređeno sa literaturnim podacima u odnosu na sveža ulja koja su ispitivali drugi autori (Romanić *et al.*, 2009; Dimić *et al.*, 2006). Osim toga ispitivana ulja u ovom radu su imala niži indukcionu period za hladno ceđeno konopljino ulje od vrednosti koje su dobili Dimić i sar. (2009) za sveže ceđena ulja. Prema rezultatima Dimić i sar. (2009a), ispitivanja stabilnosti ulja tikve golice nakon 10 i 20 dana pri temperaturi od  $63\pm 2^{\circ}\text{C}$  su pokazala da indukcionu period drastično opada sa vremenom, tako da je devičansko ulje tikve golice nakon 10 dana imalo indukcionu period od 18.2 h, a nakon 20 dana 13.6 h, dok je ulje dobijeno presovanjem srednje pečenog semena imalo indukcionu period od 2.35 h nakon 20 dana. Devičansko ulje tikve golice ispitivano u ovom radu je imalo indukcionu period od 13.9 h.

#### **4.3. Statistička obrada podataka i optimizacija procesa**

Svi eksperimenti su izvedeni prema utvrđenom i detaljno objašnjenom planu (tabela 9). U sledećim potpoglavljima (4.3.1-4.3.9) su prikazani rezultati optimizacije eksperimenata sa diskusijom i zaključcima, zasnovanim na regresionoj analizi i analizi varijanse.

#### 4.3.1. Uticaj dodatka konopljinog ulja na količinu mononezasićenih masnih kiselina namaza

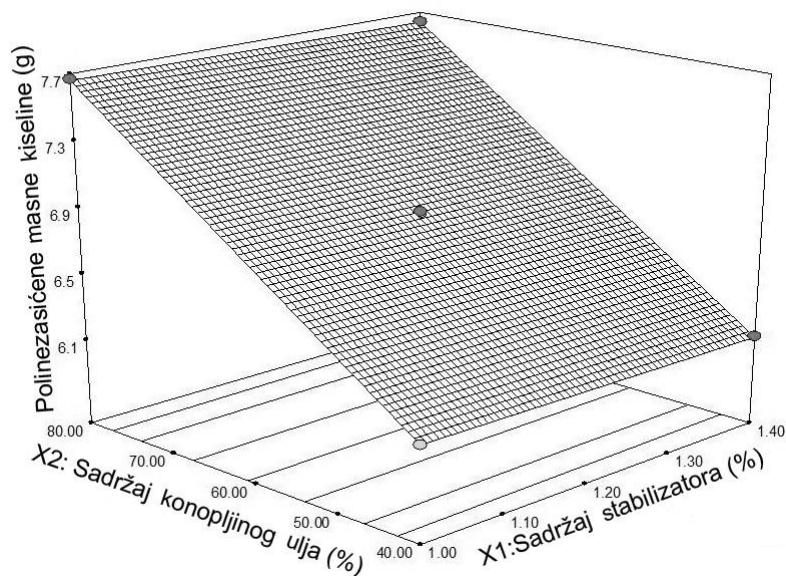
Cilj ovih istraživanja je bio da se dobije namaz sa što većim sadržajem esencijalnih omega-3 i omega-6 masnih kiselina, što praktično znači da se postigne što veći ukupan sadržaj PNMK. Na osnovu analiza sastava masnih kiselina (tabela 10) se može zaključiti da je glavni izvor MNMK visoko-oleinsko suncokretovo ulje koje doprinosi oksidativnoj stabilnosti namaza, tako da je očigledan negativan uticaj veće količine dodatog konopljinog ulja na sadržaj MNMK u namazima. Prema tome, sa aspekta nutritivne vrednosti, količina MNMK, kao odzivna funkcija, nije od posebne važnosti za istraživanje u ovom radu. Na slici 24 je prikazan odnos udela MNMK i PNMK u namazima, pri čemu se jasno uočava obrnuta proporcionalnost odnosa.



**Slika 24.** Odnos mono - i polinezasićenih masnih kiselina u namazima

### 4.3.2. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu polinezasićenih masnih kiselina namaza

Sadržaj PNMK u namazima ima poseban značaj, budući da neposredno utiče na njihovu oksidativnu stabilnost, tj. peroksidni broj i Rancimat test. Sadržaj PNMK je bio je u direktnoj korelaciji sa povećanjem peroksidnog broja i smanjenjem indukcionog perioda. Optimizacijom eksperimenta je utvrđeno da je model za sadržaj PNMK značajan (F - vrednost  $12.1 \times 10^5$ ;  $p < 0.0001$ ), kao i oba ispitivana faktora, s tim da je uticaj faktora  $X_2$  (sadržaj konopljinog ulja) bio mnogo veći od uticaja faktora  $X_1$  (sadržaj stabilizatora) (F - vrednost za  $X_1 = 65.58$ ; F - vrednost za  $X_2 = 2.43 \times 10^5$ ). Sa slike 25 se može videti da je uticaj sadržaja konopljinog ulja na odzivnu funkciju (sadržaj PNMK) bio linearan i da se sadržaj PNMK povećavao sa porastom dodate količine konopljinog ulja u uzorcima. Koeficijent korelacije je bio 1.



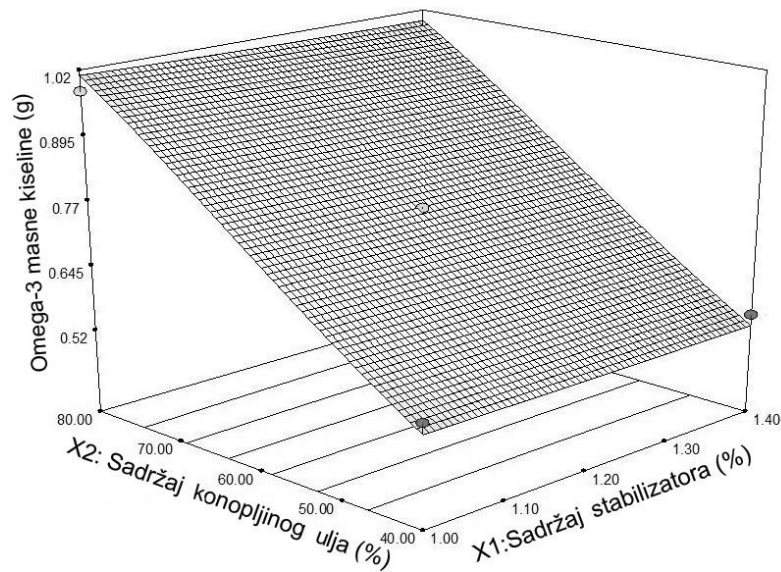
**Slika 25.** Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu polinezasićenih masnih kiselina namaza

$$\text{PNMK (g)} = 6.89 - 0.013 X_1 + 0.76 X_2 \quad (12)$$

Odzivna funkcija (jednačina 12) je linearna. Najveći sadržaj PNMK je imao uzorak oznake 8 (8.41 g), zatim slede uzorci oznake 3 (7.67 g) i 4 (7.64 g), dok je najmanji sadržaj ovih kiselina imao uzorak oznake 7 (5.37 g).

#### **4.3.3. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-3 masnih kiselina namaza**

Sadržaj omega-3, kao i sadržaj omega-6 masnih kiselina u namazima je bio jedan od najvažnijih faktora analize eksperimenata i ciljeva ovog istraživanja. Kako omega-3 masne kiseline potiču najvećim delom iz dodatog konopljinog ulja, a manjim delom iz chia semena (zbog mnogo manje količine semena u sastavu namaza), očigledno je da je veći sadržaj konopljinog ulja u namazima obezbedio i veći sadržaj omega-3 esencijalnih masnih kiselina. Najveći sadržaj omega-3 masnih kiselina je imao uzorak oznake 8 (1.18 g), zatim slede uzorci oznake 3 (0.98 g) i 4 (0.97 g), dok je najmanji sadržaj ovih kiselina imao uzorak oznake 7 (0.34 g), što je prema sastavu dodatog ulja bilo i za očekivati. Na slici 26 je prikazan dijagram odzivne površine sa kojeg se može videti očigledan uticaj dodatka konopljinog ulja na ukupan sadržaj omega-3 masnih kiselina namaza.



**Slika 26.** Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-3 masnih kiselina namaza

Količina dodatog konopljinog ulja ( $X_2$ ) je imala veoma značajan uticaj na odzivnu funkciju, mnogo jači nego količina dodatog stabilizatora ( $X_1$ ), koji je imao negativan linearan efekat. To je bilo i za očekivati, budući da stabilizator ne sadrži omega-3 masne kiseline u svom sastavu. Višestruki regresioni model za predviđanje sadržaja omega-3 masnih kiselina u sastavu namaza je mogao da predvidi 99.94% od posmatranih varijacija ( $R^2$  je bio 0.9994).

Jednačina 13 opisuje zavisnost sadržaja omega-3 masnih kiselina u funkciji količine dodatog konopljinog ulja u masnoj fazi namaza.

$$\text{Omega-3 MK (g)} = 0.76 - 8.33E-004X_1 + 0.21X_2 \quad (13)$$

Na osnovu regresione analize i analize varijanse se može zaključiti da je predloženi model značajan (F - vrednost 35608.86;  $p < 0.0001$ ), pri čemu je  $R^2 = 0.9943$ . U ovom slučaju, model opisuje značaj faktora  $X_2$  (količina dodatog konopljinog ulja) kao jedinog faktora važnosti, bez interakcije sa drugim faktorom. F - vrednost za  $X_2$  je bila 17408.31, a  $p < 0.0001$ . Pošto u Srbiji trenutno ne postoji

propis o deklaraciji sadržaja omega masnih kiselina na ambalaži, u ovom radu je upotrebljen nutricionistički pravilnik koji se koristi u Kanadi (Canadian Nutrition Guide, CFIA, 2009) da bi se kvalitet namaza mogao uporediti sa internacionalnim propisima.

Sadržaj omega-3 masnih kiselina u svim namazima je, u skladu sa kanadskim propisima, bio na nivou pri kojem se minimum od 0.3 g po konzumnoj jedinici (15 g) može deklarirati kao "izvor omega-3 polinezasićenih masnih kiselina".

Dalton i sar. (2006) su svojim istraživanjem pripremili namaz na bazi ribljeg brašna koji je sadržao 0.3 g omega-3 masnih kiselina po konzumnoj jedinici, i bio deklarisan kao "bogat omega-3 masnim kiselinama". Sadržaj omega-3 masnih kiselina u pripremljenim uzorcima u okviru ovih istraživanja je uporediv sa rezultatima gore navedenih autora, pri čemu je većina namaza imala mnogo veći sadržaj ovih masnih kiselina po konzumnoj jedinici (0.55-1.18 g) u odnosu na literaturne podatke.

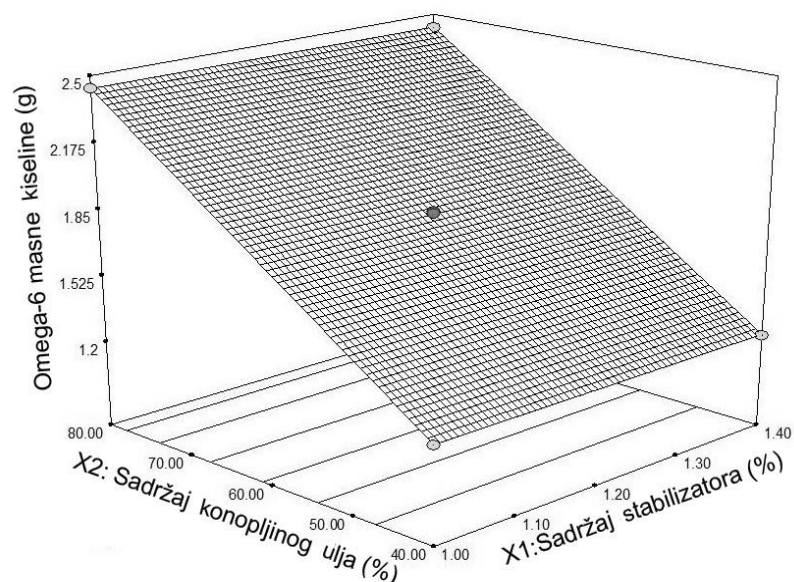
#### **4.3.4. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-6 masnih kiselina namaza**

Omega-6 masne kiseline potiču i iz zaostalog ulja tikve u pogači i iz dodatog konopljinog ulja. U ovom slučaju, predviđeni model je optimiziran prema sadržaju omega-6 masnih kiselina iz dodatog ulja, dok je nutricionistička vrednost namaza obuhvatila sve sastojke namaza. Na slici 20 je prikazana odzivna površina, a linearnom jednačinom (14) predstavljena zavisnost ispitivanih faktora na odzivnu funkciju.

$$\text{Omega-6 MK (g)} = 1.84 + 0.029 X_2 \quad (14)$$

F - vrednost modela je  $53.3 \times 10^3$  što znači da je model vrlo značajan ( $R^2 = 0.9999$ ;  $p < 0.0001$ ). Za model je jedino faktor  $X_2$  bio od važnosti, bez interakcije sa drugim faktorom. Sa slike 27 se može videti linearna zavisnost izmedju sadržaja omega-6

masnih kiselina i sadržaja konopljinog ulja, kao što je bilo i u slučaju uticaja količine dodatog konopljinog ulja na omega-3 masne kiseline.

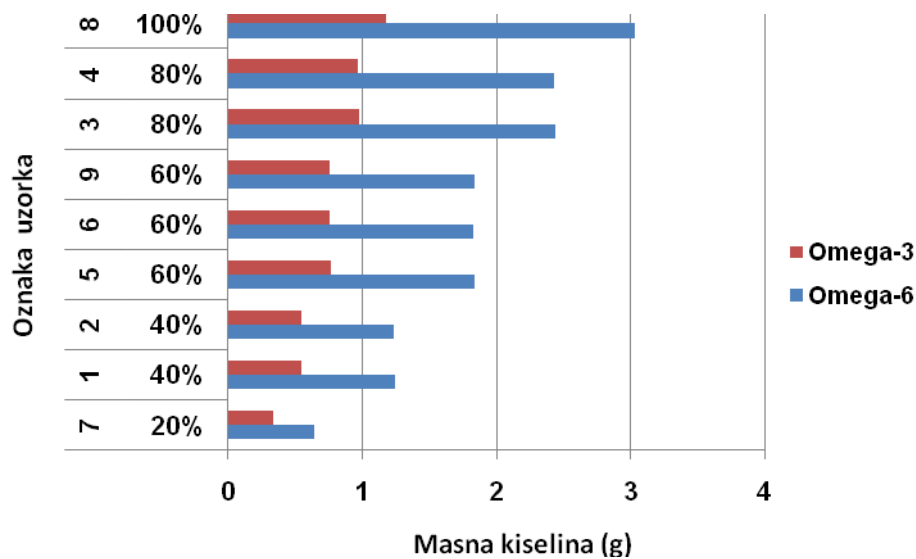


**Slika 27.** Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu omega-6 masnih kiselina namaza

Uzorak oznake 8 (najveća količina dodatog konopljinog ulja) je imao najveću količinu omega-6 masnih kiselina (3.03 g), a za njim su sledili uzorci oznake 3 (2.44 g) i 4 (2.43 g). Uzorak oznake 7 je imao najmanju količinu omega-6 masnih kiselina. Optimalna vrednost je bila maksimizirana i iznosila je za faktor  $X_2$  100% sadržaja dodatog konopljinog ulja.

Na slici 28 je prikazan uticaj količine dodatog konopljinog ulja na odnos omega-3 i omega-6 masnih kiselina namaza. HOSO je, kao što je već naglašeno, najvećim delom sadržalo oleinsku kiselinu, dok je PSO sadržalo linolnu kiselinu. Omega-3 kiseline potiču iz chia semena i konopljinog ulja. Odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina u namazima je prikazan u tabeli 17.





**Slika 28.** Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na odnos omega-3 i omega-6 masnih kiselina namaza

Minimalni sadržaj od 2 g omega-6 masnih kiselina po konzumnoj jedinici (15 g) u nekim namazima (uzorci oznake 3, 4 i 8) je u skladu sa kanadskim propisima, i bio je na nivou pri kojem se može deklarirati kao namirnica koja je „izvor omega-6 polinezasićenih masnih kiselina“. Što se tiče kontrolnog uzorka - kikiriki maslaca, on uopšte nije sadržao omega-3 masne kiseline, dok je sadržaj omega-6 masnih kiselina bio višestruko veći nego u uzorcima pripremljenih namaza.

**Tabela 17.** Odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina u namazima

	Oznaka uzorka								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Odnos Omega-6 : Omega-3	2.25	2.23	2.49	2.50	2.39	2.41	1.88	2.57	2.42

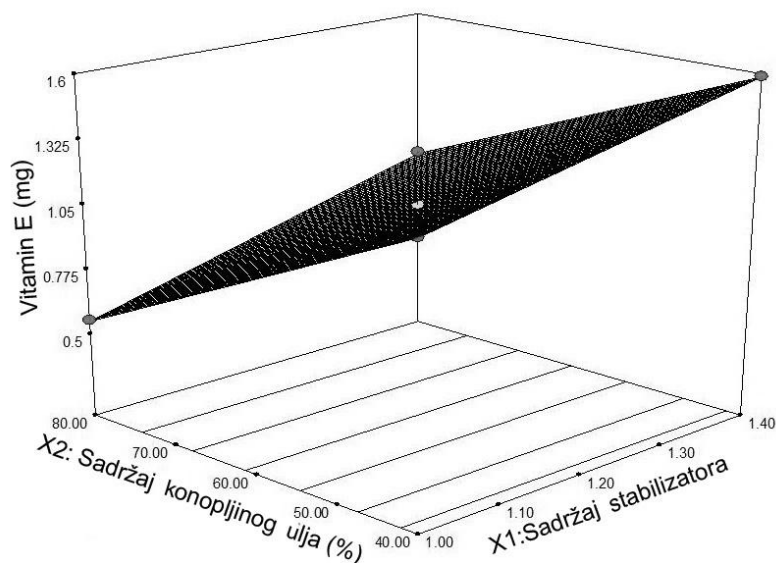
Prema zahtevima savremene ishrane i objavljenim literaturnim podacima (Simopoulos, 2002a; Geabauer *et al.*, 2005), optimalni odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina bi trebalo da bude 2-3:1 da bi se njihovim unosom obezbedio povoljan efekat na zdravlje, kao što je opisano ranije. Svi uzorci, osim uzorka oznake 7, su imali odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina u optimalnom odnosu, izmedju 2.23 i 2.57.

#### **4.3.5. Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu vitamina E u namazu**

Vitamin E (a-tokoferol) u namazima potiče isključivo od dodatog suncokretovog ulja. Na sl. 19 je dat grafički prikaz ove odzivne funkcije (jednačina 15) kao faktorskog eksperimenta. Funkcija je linearna i pokazuje isključivi uticaj dodatog konopljinog ulja, bez interakcije sa drugim faktorom. Predvidjeni model je vrlo značajan (F - vrednost je  $45.197 \times 10^3$ ;  $p < 0.0001$ ). Koeficijent regresije je 0.9999, a stvarne vrednosti ispitivanja su gotovo identične sa predvidjenim vrednostima. Matematički model je predstavljen jednačinom (15):

$$\text{Vitamin E (mg/15 g)} = 1.07 - 0.026 X_2 \quad (15)$$

Sa slike 29 se može videti da se povećanjem sadržaja konopljinog ulja sadržaj vitamina E linerano smanjuje. Najveći sadržaj vitamina E po konzumnoj jedinici (1 supena kašika, 15 g) je imao uzorak oznake 7 (2.11 mg), potom uzorci oznake 1 (1.6 mg) i 2 (1.59 mg), dok je uzorak oznake 8 imao najmanji sadržaj ovog vitamina (0.03 mg). Optimalna vrednost za faktor  $X_2$  je bila 20% konopljinog ulja.



**Slika 29.** Uticaj količine dodatog konopljinog ulja na količinu vitamina E u namazu

#### 4.3.6. Ispitivanja teksture namaza instrumentalnom metodom (TPA)

Eksperimentalni dizajn i rezultati dobijeni na osnovu krivi deformiteta (sila-deformacija) u toku instrumentalne TPA su prikazani u tabeli 13. U pojedinim slučajevima, prezentovani su redukovani modeli i to ukoliko neka promenljiva nije bila značajna za model, a na osnovu regresione i ANOVA analize, pri čemu je minimalni nivo značajnosti bio 95% ( $\alpha = 0.05$ ).

Prema tvrdnji Szczesniak (1995), instrumentalnom analizom se žvkljivost definiše kao proizvod tvrdoće, kohezivnosti i elastičnosti. Guminoznost je definisana kao proizvod tvrdoće i kohezivnosti (polutečna hrana ne podleže permanentnoj deformaciji i ne poseduje elastičnost). Prema tome, žvkljivost se odnosi na čvrstu, a guminoznost na polučvrstu hranu. Osim toga, takodje je bilo

naglašeno da isti proizvod može posedovati obe osobine, i žvakljivost i guminoznost, ukoliko čvrsta hrana postane polutečna u toku njenog žvakanja u ustima. Na osnovu ove teorije, obe vrednosti namaza, određene pomoću instrumentalne TPA analize (žvakljivost i guminoznost), su predstavljene i diskutovane, kako bi se moglo odrediti kojoj kategoriji hrane pripadaju pripremljeni namazi.

U tabeli 18 su predstavljeni rezultati instrumentalne TPA za sve pripremljene i kontrolne uzorke, a u tabeli 19 su prikazani rezultati statističke analize i značajnosti regresionih modela.

Svrha instrumentalnog TPA ispitivanja je da se predvidi tekstura uzoraka, naročito mazivost u slučaju namaza, pogotovu ako su uzorci slični, pa se senzorno ne razlikuju dovoljno da bi se mogli pravilno oceniti subjektivnim posmatranjem od strane ocenjivača.

Mnogi autori smatraju veoma uspešnim onaj model koji predviđa osobinu teksture proizvoda pri pragu značajnosti od  $\alpha = 0.05$ , dok je u ovom istraživanju u svim slučajevima osim ispitivane tvrdoće, ova vrednost bila  $\alpha = 0.01$ . Di Monaco i sar. (2008) su uspešno potvrdili model instrumentalne teksture proizvoda za mazivost.

**Tabela 18.** Rezultati<sup>a</sup> instrumentalne TPA – analize uzoraka namaza

Oznaka uzorka	X <sub>1</sub> <sup>b</sup>	X <sub>2</sub> <sup>c</sup>	Y <sub>1</sub> (g)	Y <sub>2</sub> (mJ)	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub> (mm)	Y <sub>5</sub> (mJ)	Y <sub>6</sub> (g)	Y <sub>7</sub> (mJ)	Y <sub>8</sub> (mm)	Y <sub>9</sub>	Y <sub>10</sub> (x10 <sup>3</sup> Pa.s)
PBK <sup>d</sup>	-	-	451.33 ±13.05	32.9 ±1.22	0.32 ±0.02	8.32 ±0.27	4.33 ±0.35	144.1 ±6.1	11.76 ±0.88	4.25 ±0.33	0.42 ±0.02	1.23 ±0.005
1	1.0	40	581.00 ±8.41	38.4 ±1.36	0.18 ±0.02	9.33 ±1.46	3.80 ±0.82	104.33 ±10.52	9.64 ±2.37	6.70 ±1.00	0.46 ±0.07	1.31 ±0.000
2	1.4	40	1000.50 ±36.01	67.2 ±1.97	0.14 ±0.01	5.79 ±0.92	2.96 ±1.11	139.93 ±6.61	8.09 ±1.54	3.79 ±1.03	0.29 ±0.05	1.35 ±0.005
3	1.0	80	852.17 ±28.00	54.9 ±1.68	0.13 ±0.01	5.53 ±0.51	2.33 ±0.40	107.97 ±2.52	5.86 ±0.67	3.85 ±0.39	0.27 ±0.03	1.48 ±0.009
4	1.4	80	1079.33 ±26.37	70.3 ±2.09	0.14 ±0.00	5.21 ±0.16	2.69 ±0.18	146.83 ±1.46	7.50 ±0.25	3.28 ±0.13	0.26 ±0.01	1.47 ±0.005
5	0.8	60	649.33 ±21.36	41.2 ±1.25	0.16 ±0.01	7.92 ±0.79	3.42 ±0.48	102.97 ±8.14	8.04 ±1.42	6.01 ±0.47	0.40 ±0.04	1.85 ±0.005
6	1.6	60	947.00 ±43.01	63.3 ±1.45	0.14 ±0.01	5.12 ±0.27	2.61 ±0.23	133.60 ±3.99	6.70 ±0.45	3.12 ±0.03	0.26 ±0.02	1.94 ±0.005
7	1.2	20	565.00 ±11.27	36.6 ±1.35	0.18 ±0.01	8.81 ±0.11	3.75 ±0.17	103.87 ±4.13	9.20 ±0.09	6.29 ±0.22	0.43 ±0.01	1.48 ±0.000
8	1.2	100	713.01 ±23.57	46.7 ±1.37	0.15 ±0.01	6.40 ±0.54	2.83 ±0.57	108.67 ±8.43	6.84 ±1.10	4.49 ±0.34	0.32 ±0.03	1.17 ±0.005
9 <sup>e</sup>	1.2	60	905.83 ±28.36	59.7 ±1.21	0.12 ±0.01	5.03 ±0.29	1.93 ±0.62	107.03 ±8.64	5.29 ±1.23	3.26 ±0.85	0.25 ±0.03	0.51 ±0.008
10	1.2	60	909.82 ±15.13	59.8 ±1.33	0.12 ±0.00	5.03 ±0.06	1.95 ±0.17	107.02 ±0.20	5.33 ±0.19	3.34 ±0.17	0.25 ±0.01	0.53 ±0.005
11	1.2	60	907.73 ±18.35	59.7 ±1.48	0.12 ±0.01	5.12 ±0.03	1.99 ±0.13	107.10 ±0.20	5.39 ±0.26	3.22 ±0.13	0.25 ±0.02	0.55 ±0.008
12	1.2	60	912.29 ±4.36	59.8 ±1.66	0.13 ±0.01	5.00 ±0.05	1.98 ±0.31	107.07 ±0.25	5.42 ±0.15	3.42 ±0.19	0.26 ±0.02	0.52 ±0.005
13	1.2	60	908.43 ±8.78	59.8 ±1.75	0.11 ±0.01	5.00 ±0.05	1.85 ±0.35	107.05 ±0.18	5.23 ±0.13	3.35 ±0.07	0.25 ±0.03	0.52 ±0.005

<sup>a</sup>Svi prikazani rezultati su srednja vrednost tri merenja ± SD; <sup>b</sup>X<sub>1</sub>= količina dodatog konopljinog ulja; <sup>c</sup>X<sub>2</sub>= količina dodatog konopljinog ulja; <sup>d</sup>Kontrolni uzorak – kikiriki maslac; <sup>e</sup>Tretman ponovljen pet puta, kao centralna tačka dizajna

Legenda: Y<sub>1</sub> - tvrdoća, Y<sub>2</sub> – rad penetracije, Y<sub>3</sub> - kohezivnost, Y<sub>4</sub> - elastičnost, Y<sub>5</sub> - adhezivnost, Y<sub>6</sub> - guminoznost, Y<sub>7</sub> - žvatklijivost, Y<sub>8</sub> - dužina istežanja, Y<sub>9</sub> - indeks elastičnosti i Y<sub>10</sub> - relativni viskozitet

**Tabela 19.** Značaj regresionih modela (F-vrednost) i efekat promjenljivih na osobine namaza određenih pomoću instrumentalne TPA metode

Izvori varijanse	Y <sub>1</sub> (g)	Y <sub>2</sub> (mJ)	Y <sub>3</sub>	Y <sub>4</sub> (mm)	Y <sub>5</sub> (mJ)	Y <sub>6</sub> (g)	Y <sub>7</sub> (mJ)	Y <sub>8</sub> (mm)	Y <sub>9</sub>	Y <sub>10</sub> (x10 <sup>3</sup> Pa.s)
b <sub>1</sub>	22.99***	7.37*	9.70***	39.15*	n.s.	12.87***	n.s.	74.99*	37.94*	n.s.
b <sub>2</sub>	6.22**	3.32***	23.96*	37.51*	12.70***	n.s.	8.78**	43.41*	34.71*	n.s.
b <sub>12</sub>	n.s.	n.s.	14.85***	13.61***	n.s.	n.s.	n.s.	15.31*	13.77***	7.99**
b <sub>11</sub>	n.s.	n.s.	31.88*	17.33***	19.99***	n.s.	8.34**	24.48*	20.36***	85.54***
b <sub>22</sub>	17.60***	1.80***	70.78*	51.82*	31.77*	n.s.	14.17***	63.31*	49.15*	29.12***
F – vrednost	9.74	12.30	26.17	29.40	12.15	6.58	6.05	41.88	28.50	21.52
p – vrednost	0.0047	0.0023	0.0002	0.0001	0.0024	0.0150	0.0176	0.0001	0.0002	0.0004
CV (%)	8.91	8.29	4.63	7.13	11.84	9.56	13.05	7.38	7.11	16.91
R <sup>2</sup>	0.8743	0.8978	0.9492	0.9545	0.8967	0.5681	0.8122	0.9676	0.9532	0.9389

\* Značajan za p ≤0.001; \*\* Značajan za p ≤0.05; \*\*\* Značajan za p ≤0.01; n.s. - bez značaja za p ≤0.05

Legenda: F - vrednost je koeficijent za Fiser-ov test, pri čemu se značajnost modela određuje ako je verovatnoća (p-value, tj. verovatnoća > F) niža od vrednosti 0.05.

P - vrednost je verovatnoća (prag značajnosti) pri kojoj se određuje statistički značaj modela

Y<sub>1</sub> - tvrdoća, Y<sub>2</sub> – rad penetracije, Y<sub>3</sub> - kohezivnost, Y<sub>4</sub> - elastičnost, Y<sub>5</sub> – adhezivnost, Y<sub>6</sub> – guminoznost, Y<sub>7</sub> - žvakljivost, Y<sub>8</sub> - dužina istežanja, Y<sub>9</sub> - indeks elastičnosti i Y<sub>10</sub> - relativna viskoznost.

b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> – koeficijenti linearne regresije

b<sub>12</sub> – regresioni koeficijent interakcije između faktora

b<sub>11</sub>, b<sub>22</sub> – kvadratni regresioni koeficijenti

CV – koeficijent varijacije

R<sup>2</sup> – regresioni koeficijent modela

## TPA - Tvrdoća

Tvrdoća je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na silu koja je potrebna da dođe do deformacije proizvoda ili prodiranja u proizvod. U ustima se opaža pritiskom proizvoda zubima (čvrsto) ili između jezika i nepca (polučvrsto) (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

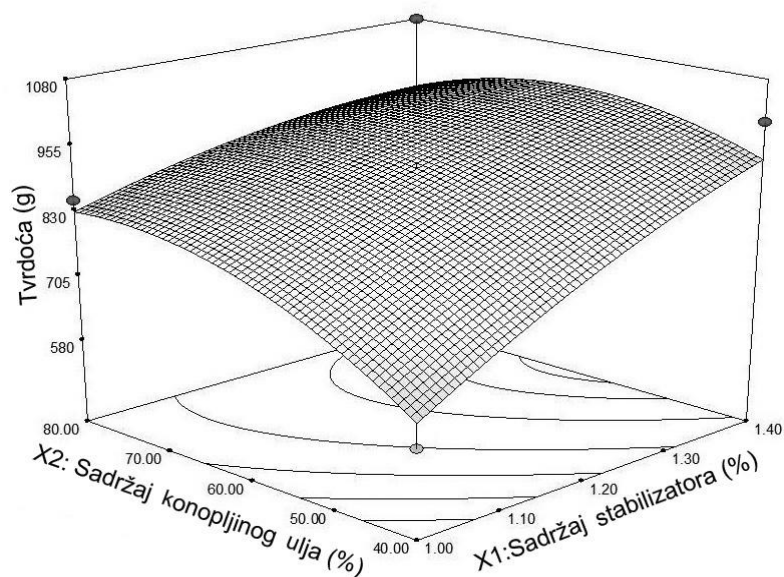
Željena vrednost tvrdoće modela je bila minimizirana, pošto je cilj rada bio da se postigne tvrdoća i mazivost kao kod kikiriki maslaca, kontrolnog uzorka PBK. Regresioni model je predstavljen jednačinom (16) koja je omogućila predviđanje efekata nezavisnih promenljivih na tvrdoću:

$$\text{TPA - Tvrdoća (g)} = 923.96 + 103.50X_1 + 53.83X_2 - 48.10 X_1X_2 - 25.75 X_1^2 - 65.54X_2^2 \quad (16)$$

Tvrdoća namaza se kretala od  $565.00 \pm 11.27$  do  $1079.33 \pm 26.37$  g (tabela 18). Sa slike 30 se može videti da se tvrdoća povećala sa povećanjem sadržaja stabilizatora, što je u skladu sa rezultatima i drugih istraživača (Yeh *et al.*, 2003; Aryana *et al.* 2003). Medjutim, tvrdoća se takodje povećala i sa povećanjem sadržaja konopljinog ulja u namazu. Model višestruke regresione analize za predviđanje tvrdoće je mogao da objasni 87% dobijenih vrednosti. F-vrednost od 9.74 za model koji je imao verovatnoću od  $p < 0.0047$  pokazuje da je model značajan i odgovarajući. Obe promenljive  $X_1$  i  $X_2$  su značajni faktori modela (tabela 19). Obe komponente modela, kao i kvadratni uticaj konopljinog ulja, su pokazali značajan uticaj na tvrdoću namaza. Generalno, sadržaj stabilizatora je značajno uticao na tvrdoću (slika 23) i omogućio je stabilnost namaza, u smislu kvaliteta teksture i bez pojave izdvajanja ulja. Ovo se može objasniti činjenicom da je tačka topljenja komercijalnog stabilizatora bila  $65^\circ\text{C}$ , što je omogućilo stabilizaciju namaza putem formiranja stabilne kristalne mreže, koja je držala čvrste čestice u suspenziji.

Aryana i sar. (2000) su proučavali mikrostrukturu kikiriki maslaca stabilizovanog uz pomoć komercijalnog stabilizatora (hidrogenovano repičino i pamukovo ulje) koje je pokazalo odsustvo slobodnog ulja, indicirajući da je ulje bilo stabilizovano u kristalnoj mreži masti.

Ispitivanja Shieh i sar. (1996) su takodje ukazala na povećanje tvrdoće namaza sa povećanjem količine dodatog stabilizatora.



**Slika 30.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na tvrdoću namaza određene instrumentalno

Koeficijent varijacije (CV) je odnos između standardne greške određivanja i glavne vrednosti odziva, izražen kao procenat, a mera je reproducibilnosti modela. Kao opšte pravilo, vrednost za CV ne bi trebala da bude veća od 10%. U ovom slučaju, CV vrednost je bila 8.99% (tabela 19). Verifikacija modela je izvršena proračunom tvrdoće za uzorak oznake 7 (1.2% stabilizatora i 20% dodatog konopljinog ulja) i uzorka oznake 1 (1.0% stabilizatora i 40% dodatog konopljinog ulja), pri čemu je predviđena vrednost za tvrdoću uzorka oznake 7 (554.13 g) bila vrlo bliska dobijenoj (eksperimentalnoj) vrednosti od  $565.00 \pm 11.27$  g, i najbliža vrednosti tvrdoće kontrolnog uzorka PBK ( $451.33 \pm 13.05$  g). Uzorak oznake 1 je takođe imao nisku vrednost tvrdoće ( $581.00 \pm 8.41$  g).

Osim dodatih stabilizatora, najveći doprinos tvrdoći namaza može dati i prisustvo stearinske (6.74%) i palmitinske (13.29%) kiseline u sastavu ulja iz semena tikve zaostalog u pogači, što je oko 2-3 puta više u odnosu na ulje suncokreta, konoplje i chia semena (tabela 10). Prisustvo zasićenih masnih kiselina u tikvinom



ulju zaostalom u pogači je obezbedilo dobar balans između količina različitih ulja u smislu poželjne teksture i mazivosti namaza. Relativno visok sadržaj palmitinske i stearinske kiseline tikvinog ulja je omogućio stvaranje  $\beta'$  kristala koji su manji od  $\beta$  kristala, te je njihova površina omogućila zadržavanje većih količina tečnih ulja u kristalnoj mreži masti, formiranoj uz pomoć dodatih stabilizatora (Aryana *et al.*, 2003).

Najbolji uzorak je bio uzorak oznake 7, odnosno namaz sa najnižom dodatom količinom konopljinog ulja. Na osnovu analize varijanse i upoređivanja stvarnih sa predviđenim vrednostima, može se zaključiti da je izabrani model adekvatno prezentovao instrumentalnu TPA tvrdoću (mazivost) namaza kao polučvrste hrane.

Ispitivanjima teksture kikiriki maslaca sa smanjenim sadržajem masti od strane Lima i sar. (2000), je utvrđeno da je tvrdoća veoma zavisila od veličine čestica, pri čemu je minimalna tvrdoća ostvarena za veličinu čestica od 0.30-0.33 mm.

### **TPA - Rad penetracije**

Matematička definicija rada penetracije, prema Brookfield-ovom priručniku, je sledeća: oblast na grafiku ispod opterećenja u odnosu na udaljenost krive od početka ciklusa do tačke željene vrednosti (opterećenje ili udaljenost).

Opis rada penetracije, prema pomenutom priručniku je rad neophodan da prevaziđe snagu unutrašnjih veza između čestica hrane. Po ovoj definiciji, rad penetracije je vrlo sličan kohezivnosti.

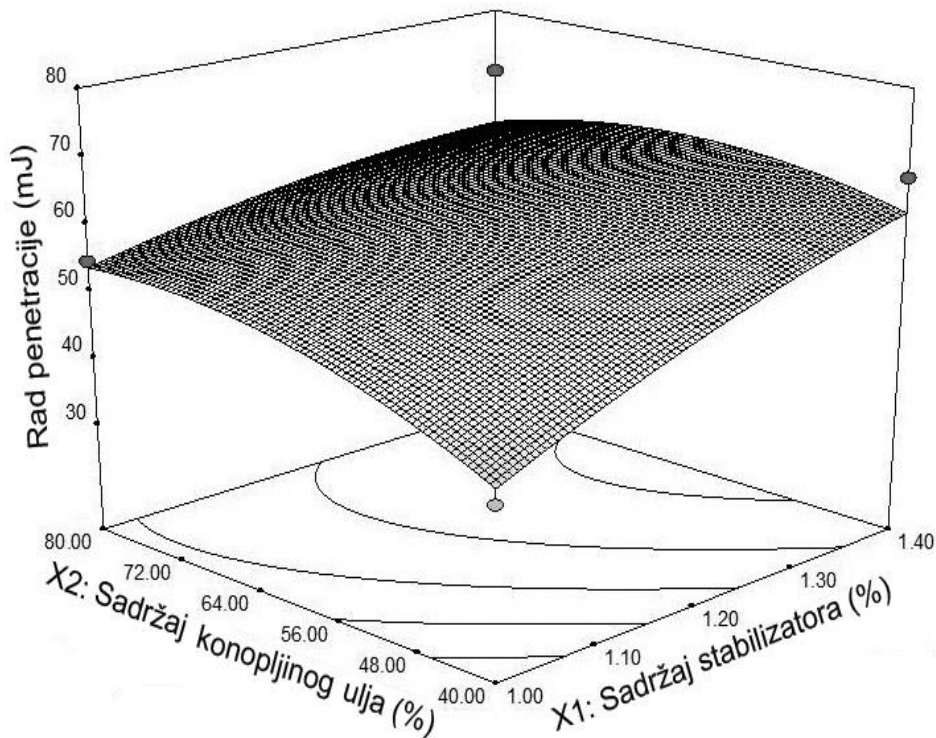
Analiza varijanse je pokazala da je regresioni model bio značajan sa vrednostima  $R^2 = 0.8978$  i  $p < 0.0023$ . Na osnovu analize varijanse, prikazan je regresioni model. Odnos između nezavisnih promenljivih i rada penetracije može da se opiše sledećom jednačinom:

$$Y_2 = 60.91 + 7.37X_1 + 3.32X_2 - 3.25X_1X_2 - 1.80X_1^2 - 4.45X_2^2 \quad (17)$$

Sadržaj stabilizatora je imao značajan pozitivan lineran uticaj ( $p < 0.0008$ ) na

rad penetracije namaza, pri čemu je njegov kvadratni uticaj bio negativan i nije bio značajan ( $p < 0.1017$ ). Isti efekat je bio primećen za sadržaj konopljinog ulja, ali je njegov uticaj bio manje značajan od uticaja sadržaja stabilizatora na rad penetracije (slika 31). Pri većim vrednostima sadržaja konopljinog ulja i stabilizatora, vrednosti rada penetracije su bile više, ukazujući na činjenicu da su namazi bili čvršći. To je verovatno posledica formiranja kompaktnije unutrašnje strukture, pri čemu je svo tečno ulje bilo inkorporirano uz pomoć stabilizatora u stabilan proteinsko/ugljeno hidratni matriks, što je povećalo jačinu unutrašnjih veza. Interakcija između stabilizatora i konopljinog ulja je imala negativan uticaj na rad penetracije. P-vrednost za obe promenljive (tabela 19) je potvrdila da su značajni faktori u ovom slučaju bili sadržaj stabilizatora, sadržaj konopljinog ulja, kao i kvadratni efekat sadržaja konopljinog ulja.

Najveća vrednost izračunatog koeficijenta regresije je bila za uticaj sadržaja stabilizatora, za kojim je sledio sadržaj konopljinog ulja. Sadržaj stabilizatora je bio najznačajnija promenljiva koja je imala uticaj na rad penetracije namaza određenog instrumentalno. Da bi se optimizirale promenljive za rad penetracije sličan onom koji je imao kontrolni uzorak (PBK), željena vrednost modela za ovu teksturnu osobinu je bila minimizirana. Predviđeni model se pokazao najpodesnijim za sadržaj stabilizatora od 1.0% i sadržaja konopljinog ulja od 40%. Uzorci namaza oznake 7 i 1 su imali vrednosti rada penetracije veoma bliske vrednosti kontrolnog uzorka, a koji su u isto vreme bili najmekši u smislu vrednosti tvrdoće. Kao što je prikazano u tabeli 18, uzorci oznake 1 i 7 su imali najniže vrednosti rada penetracije od svih namaza. Stvarni rezultati merenja rada penetracije za uzorke oznake 1 i 7 su bili  $38.4 \pm 1.26$  mJ i  $36.6 \pm 0.99$  mJ, respektivno, dok su predviđene vrednosti za ove namaze bile 40.7 mJ i 36.5 mJ, respektivno. Vrednost rada penetracije za kontrolni uzorak kikiriki maslaca je bila  $32.9 \pm 1.22$  mJ.



**Slika 31.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na rad penetracije namaza određenog instrumentalno

### TPA - Kohezivnost

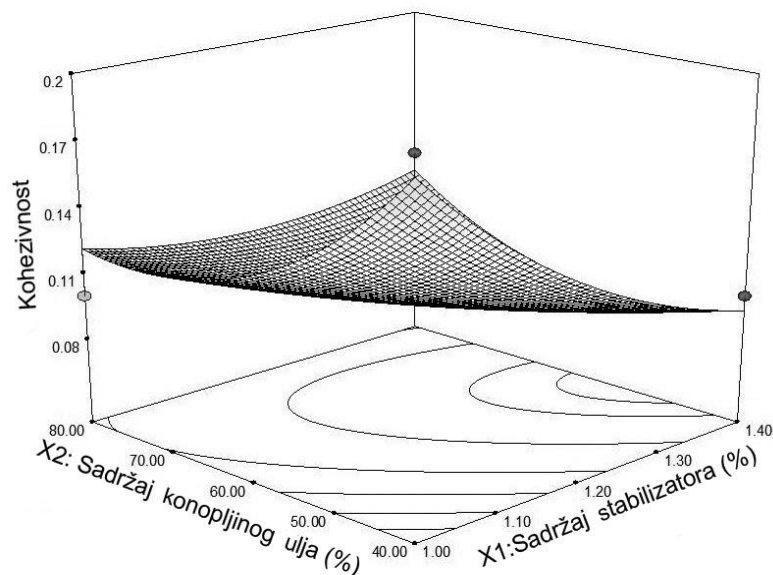
Kohezivnost je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na stepen do kog proizvod može biti deformisan pre nego što se prelomi (trajno promeni oblik). Kohezivnost obuhvata teksturne osobine kao što su lomljivost, žvakljivost i guminoznost (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

Analiza varijanse u ovom slučaju je pokazala da je regresioni model dovoljno tačan za sve odzive, sa vrednostima  $R^2 = 0.9492$  i  $p < 0.0002$ . Na osnovu analize varijanse, predstavljen je redukovani model. Odnos između nezavisno promenljivih i kohezivnosti se može predstaviti sledećom jednačinom (18):

$$\text{TPA - Kohezivnost} = 0.12 - 0.005X_1 - 0.009X_2 + 0.013X_1X_2 + 0.007X_1^2 + 0.011X_2^2 \quad (18)$$

Količina dodatog stabilizatora je imala značajan negativan linearan uticaj (p

< 0.017) pri čemu je značajan kvadratni efekat ( $p < 0.0008$ ) bio pozitivan. Isti efekat je primećen za faktor  $X_2$  - sadržaj dodatog konopljinog ulja (slika 32).



**Slika 32.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na kohezivnost namaza, određene instrumentalno

Iz ovog razmatranja sledi da su pri nižem sadržaju konopljinog ulja i stabilizatora u namazu, vrednosti kohezivnosti najveće. Ova pojava je verovatno prisutna zbog formiranja mnogo kompaktnije unutrašnje strukture, pri čemu je svo raspoloživo ulje inkorporirano sa stabilizatorom u proteinsko-ugljenohidratni matriks, koji je povećao intenzitet unutrašnjih sila privlačenja.

P-vrednost za promenljive (tabela 19) je pokazala da su svi odzivi bili značajni za model, osim za linerani efekat konopljinog ulja. Interakcija između stabilizatora i konopljinog ulja je povećala kohezivnost namaza. Najveća vrednost izračunatog regresionog koeficijenta za sadržaj stabilizatora ( $b_1=0.025$ ) je bila najvažnija linerana promenljiva koja je imala uticaj na instrumentalnu TPA kohezivnost namaza. Da bi se optimizirale promenljive sa vrednošću kohezivnosti slične onoj koju je imao kontrolni uzorak PBK, željena vrednost modela za TPA kohezivnost je bila maksimizirana. Predviđeni model se pokazao najpodesnijim za sadržaj stabilizatora od 1.0% i sadržaja konopljinog ulja od 40%.

Kako je prikazano u tabeli 18, uzorci oznake 1 i 7 su imali najbliže vrednosti uzorku kikiriki maslaca (PBK). Stvarne vrednosti kohezivnosti za ove uzorke su bile  $0.18 \pm 0.02$  i  $0.18 \pm 0.01$  respektivno, a modelom predviđene vrednosti su bile 0.17 i 0.19, respektivno.

Svi namazi su imali vrednost kohezivnosti nižu od kikiriki maslaca, najverovatnije zato što je količina maltodekstrina bila niža u sastavu namaza. Prema Chronakis-u (1998), maltodekstrin obezbeđuje funkcionalne osobine, kao što je bolje vezivanje i formiranje gel strukture u proizvodima sa smanjenim sadržajem masti, a samim tim utiče na veću kohezivnost proizvoda.

Potrebno je, takođe, napomenuti da su svi namazi, pripremljeni u okviru ovih istraživanja, imali čestice mnogo većeg prečnika (0.5 mm) u odnosu na čestice koje se obično koriste u proizvodnji kikiriki maslaca (0.1-0.2 mm) (Hinds *et al.* 1994; Yeh *et al.* 2003). Dakle, čestice su imale manju ukupnu površinu, pa je kontaktna površina sa uljem iz neposredne okoline bila vrlo smanjena. Ovo je bilo potvrđeno istraživanjima Lima i sar. (2000) koji su ispitivali uticaj veličine čestica na teksturu namaza na bazi kikirikija sa smanjenim sadržajem masti.

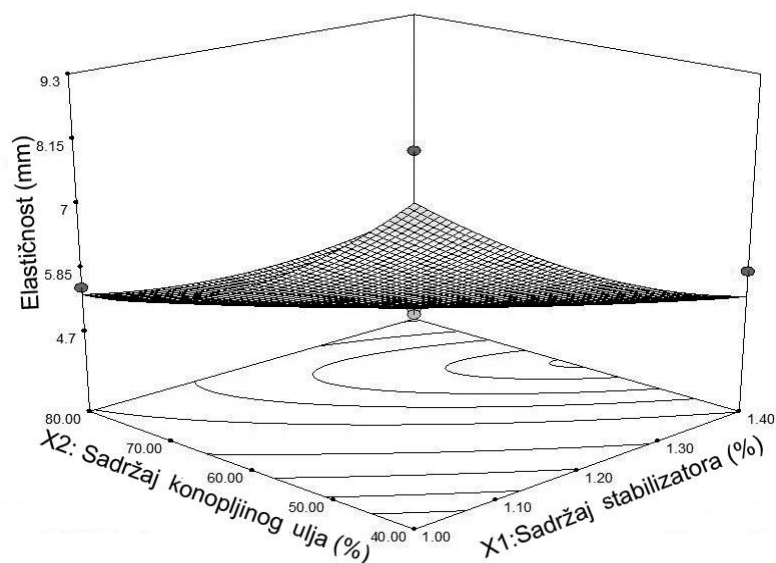
Medjutim, konzistencija namaza dobijena merenjem kohezivnosti sa nižim vrednostima u odnosu na komercijalni kikiriki maslac je prihvatljiva, sve dok se na površini namaza ne primećuje vidljivo izdvajanje uljne faze.

### **TPA - Elastičnost**

Elastičnost je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na brzinu vraćanja posle primene sile deformacije, i stepen do koga se deformisani proizvod vraća u stanje pre deformisanja, odnosno, nakon uklanjanja sile deformacije (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

Regresioni model je predstavljen sledećom jednačinom (19):

$$\text{TPA - Elastičnost (mm)} = 5.13 - 0.78 X_1 - 0.77 X_2 + 0.80 X_1 X_2 + 0.38 X_1^2 + 0.65 X_2^2 \quad (19)$$



**Slika 33.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na elastičnost namaza

Na slici 33 se uočava negativan uticaj oba ispitivana faktora na elastičnost namaza. Najviša vrednost elastičnosti je primećena kada su vrednosti oba faktora, dodatog stabilizatora i konopljinog ulja bile najniže. F-vrednost od 29.4 i verovatnoća modela ( $p < 0.0001$ ) uz  $R^2 = 0.9545$  pokazuju da su obe promenljive  $X_1$  i  $X_2$  značajne za model, kao linearne, sa interakcijom ili kvadratnim efektom, na TPA elastičnost (tabela 19). CV vrednost je bila 7.13%. Na osnovu analize varijanse i upoređenja stvarnih sa predviđenim vrednostima, može se zaključiti da izabrani model adekvatno prezentuje rezultate dobijene u toku instrumentalne TPA analize za elastičnost namaza.

Elastičnost proizvoda je u direktnoj korelaciji sa tvrdoćom namaza. Kako se tvrdoća namaza povećava sa povećanjem sadržaja stabilizatora u proizvodu, tako se smanjuje elastičnost namaza. Ovo objašnjava činjenicu da su polu-čvrsti namazi na bazi masti sa većom elastičnošću mekši i razmazuju se lakše.

Da bi optimizirali promenljive sa vrednostima elastičnosti sličnim onima koje je imao kontrolni uzorak (PBK), željena vrednost za TPA elastičnost je bila maksimizirana

i predviđeni model se pokazao najboljim za sadržaj stabilizatora od 1.0% i sadržaj konopljinog ulja od 40%.

### **TPA - Adhezivnost**

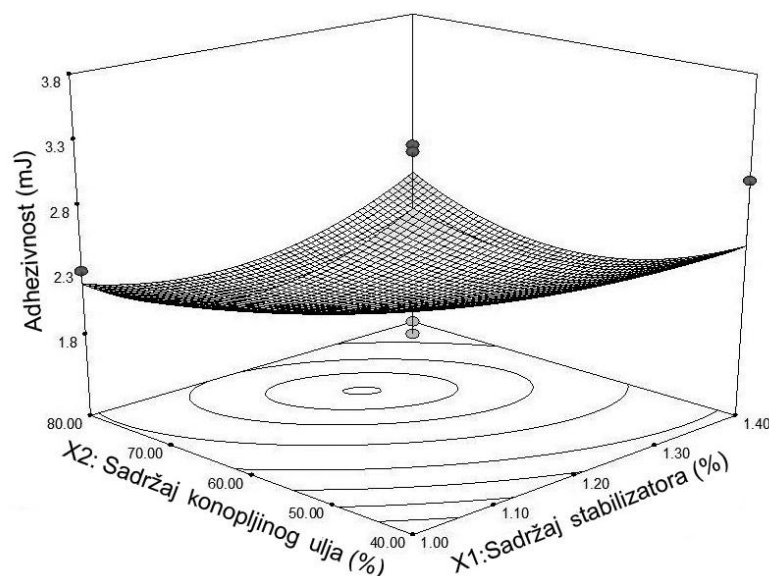
Adhezivnost je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na silu koja je potrebna da se ukloni materijal koji prijanja za usta ili supstrat (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

Uopšteno posmatrano, niža vrednost adhezivnosti je poželjni atribut teksture prehrambenih proizvoda, a posebno namaza, što znači da ne prijanjaju za nepce.

Svi testirani uzorci su imali vrednost adhezije nižu nego kontrolni uzorak ( $4.33 \pm 0.35$  mJ) (tabela 18), što je bio cilj pri dizajnu proizvoda. Analiza varijanse je pokazala da je regresioni model bio značajan (F-vrednost od 12.15;  $R^2 = 0.8967$  i  $p < 0.0024$ ), i da je potvrdio adekvatnost jednačine koja je predvidela funkciju odziva. Jednačina je bila sledeća:

$$\text{TPA - Adhezivnost (mJ)} = 2 - 0.17 X_1 - 0.32 X_2 + 0.30 X_1 X_2 + 0.29 X_1^2 + 0.36 X_2^2 \quad (20)$$

Na slici 34 je prikazan konturni dijagram i odzivna površina, koji ukazuju na činjenicu da je adhezivnost imala niže vrednosti pri većem sadržaju stabilizatora i konopljinog ulja. Primećen je lineran uticaj sadržaja konopljinog ulja i kvadratni uticaj oba faktora na adhezivnost.



**Slika 34.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na adhezivnost namaza

Rezultati pokazuju da interakcija između ova dva faktora nije bila značajna. U ovom slučaju, adhezivnost kontrolnog uzorka (PBK) nije imala zadovoljavajuću vrednost, jer je opšte poznato da se kikiriki maslac lepi za zube i nepce u toku žvakanja. Cilj formulacije namaza u ovim istraživanjima je bio da se dobije namaz manje lepljiv od kikiriki maslaca, što znatno doprinosi ukupnom senzornom kvalitetu proizvoda.

Lima i sar. (2000) su pokazali da efekat veličine čestica na lepljivost kikiriki maslaca zavisi od toga kako je mast (ulje) raspoređena oko čvrstih čestica. Kada su prisutne čestice manjeg prečnika (0.1-0.3 mm), ukupna raspoloživa kontaktna površina se generalno povećava, tako da je masna faza bolje raspoređena oko čvrstog matriksa, što čini kikiriki maslac lepljivijim, jer je na raspolaganju manje ulja koje ovaj efekat može da ublaži. Autori su zaključili da bi za smanjenje lepljivosti kikiriki maslaca, idealna veličina čestica trebalo da bude oko 0.5 mm. Pošto je veličina čestica pripremljenih namaza u okviru ovih istraživanja bila 0.5 mm, to je verovatno bio razlog da su namazi pokazali nižu vrednost adhezivnosti od kikiriki maslaca, kao kontrolnog uzorka.

Da bi se optimizirale promenljive koje će dati vrednosti za adhezivnost niže od kikiriki maslaca, željena vrednost za model TPA adhezivnosti je bila minimizirana, a



predviđeni model se pokazao najboljim za sadržaj stabilizatora 1.2% i sadržaj konopljinog ulja od 20%. Rezultati dobijeni analizom odzivnih površina su bili verifikovani upoređivanjem eksperimentalnih sa predviđenim vrednostima. Predviđena adhezivnost za uzorak oznake 7 je bila 4.08 mJ, pri čemu je stvarna vrednost bila  $3.75 \pm 0.17$  mJ.

## **Sekundarne TPA karakteristike**

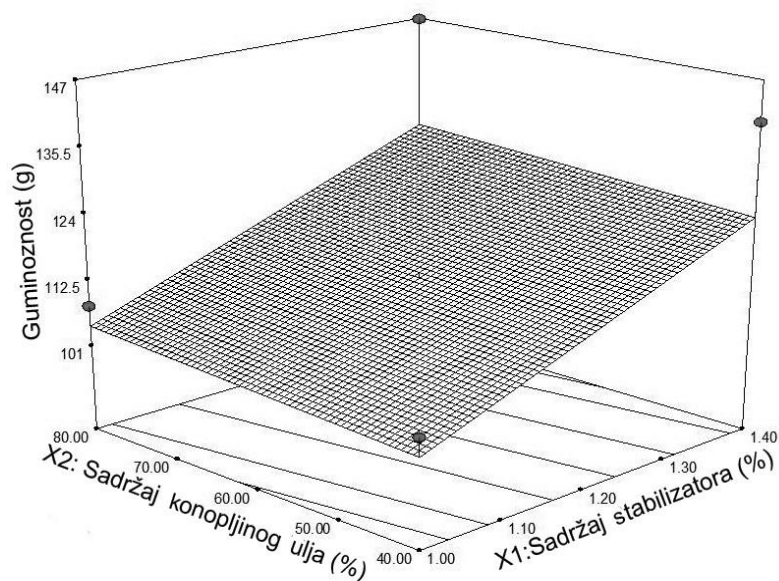
### **TPA – Guminoznost**

Guminoznost je mehaničko svojstvo koje se odnosi na kohezivnost mekog proizvoda. U ustima predstavlja napor koji je potreban za razlaganje proizvoda do stepena spremnog za gutanje (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

Tvrđi proizvod sa nižom kohezivnošću će se pokazati kao "guminozniji", pri čemu bi "prava" guminoznost trebalo da opiše hranu koja ima nižu vrednost tvrdoće i višu vrednost kohezivnosti, pošto namazi pripadaju grupi polu-čvrste hrane. Znači, da je samo guminoznost ocenjivana, a ne i žvakljivost, zaključci o ovoj osobini bi bili pogrešni zbog viših vrednosti tvrdoće uzoraka. Osim toga, kao što će kasnije biti prikazano, guminoznost nije važna sekundarna karakteristika za ovaj proizvod.

Regresioni model je predstavljen sledećom jednačinom (21):

$$\text{TPA - Guminoznost (g)} = 114.09 + 11.30 X_1 + 1.68X_2 \quad (21)$$



**Slika 35.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na guminoznost namaza

Slika 35 pokazuje linearno povećanje guminoznosti sa povećanjem sadržaja stabilizatora, pri čemu sadržaj dodatog konopljinog ulja nije imao značajan uticaj na guminoznost.

Analiza varijanse je pokazala da regresioni model nije bio značajan za ovaj eksperiment ( $R^2 = 0.5681$ , F-vrednost 6.58 i  $p < 0.015$ ). Jedini značajan faktor je bila količina dodatog stabilizatora, koji je u velikoj meri uticao na guminoznost namaza. Ako se dobijeni namazi uporede sa kontrolnim uzorkom (tabela 18), može se videti da su uzorci oznake 2, 4 i 6 najbliži kontrolnom uzorku, pri čemu je kontrolni uzorak kikiriki maslaca imao mnogo nižu tvrdoću i mnogo bolju konzistenciju od navedenih uzoraka.

Da bi se optimizirale promenljive koje će dati vrednosti za guminoznost niže od PBK, željena vrednost za model TPA guminoznost je bila minimizirana, a predviđeni model se pokazao najboljim za sadržaj stabilizatora 1.0% i sadržaj konopljinog ulja od 40%.

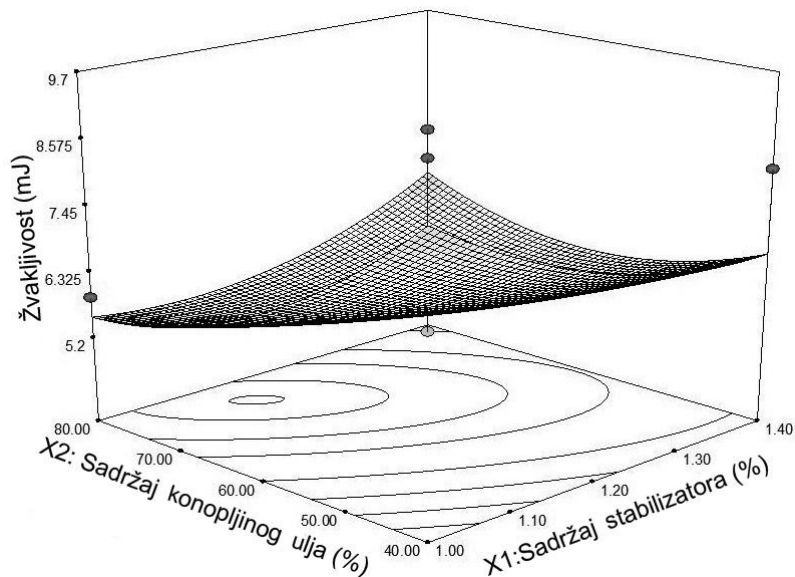
## TPA - Žvakljivost

Žvakljivost je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na kohezivnost i vreme i broj žvakova koji su potrebni da se sažvaće čvrst proizvod do oblika spremnog za gutanje (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001).

Proizvodi na bazi ulja koji imaju višu vrednost elastičnosti i nižu vrednost tvrdoće imaju višu vrednost žvakljivosti od proizvoda koji su tvrdji sa nižim vrednostima kohezivnosti i elastičnosti. Kada se uporede vrednosti za guminoznost i kohezivnost, očigledno je da elastičnost ima kritičnu ulogu u teksturi proizvoda. Za žvakljivost, kao odzivnu funkciju ovog eksperimenta, dobijen je sledeći polinom:

$$\text{TPA - Žvakljivost (mJ)} = 5.66 - 0.21 X_1 - 0.76 X_2 + 0.78 X_1X_2 + 0.53 X_1^2 + 0.70 X_2^2 \quad (22)$$

Analiza varijanse je pokazala da je regresioni model bio značajan ( $R^2 = 0.8122$ , F-vrednost 6.05 i  $p < 0.0176$ ). Dobijeni rezultati pokazuju da su linearan uticaj sadržaja konopljinog ulja i kvadratni uticaj sadržaja stabilizatora i konopljinog ulja bili značajni faktori modela ( $p < 0.05$ ). Slika 36 pokazuje negativan uticaj oba faktora na žvakljivost, tj. sa povećanjem njihovih koncentracija, žvakljivost opada. Da bi se faktori optimizirali tako da daju ovu vrednost blisku vrednosti kontrolnog uzorka, željena vrednost za model TPA žvakljivosti je bila maksimizirana i predviđeni model se pokazao najboljim za sadržaj stabilizatora od 1.0% i konopljinog ulja 40%. Uzorci oznake 1 i 7 su pokazali najbliže vrednosti žvakljivosti koju je imao kikiriki maslac.



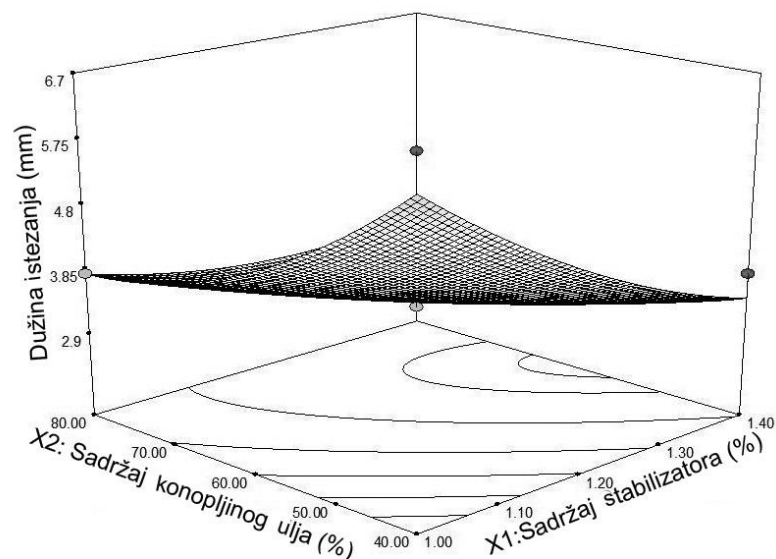
**Slika 36.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na žvkljivost namaza

### TPA - Dužina istezanja

Za namaze je poželjna niža vrednost dužine istezanja, pošto je to mera tegljivosti proizvoda. To znači da bi idealan namaz trebalo da ima nisku vrednost dužine istezanja, zbog čega je model bio minimiziran za ovu vrednost. Polinom je bio definisan sledećom jednačinom:

$$\text{TPA - Dužina istezanja (mm)} = 3.37 - 0.77 X_1 - 0.58 X_2 + 0.60 X_1 X_2 + 0.32 X_1^2 + 0.53 X_2^2 \quad (23)$$

F-vrednost od 41.88,  $p < 0.0001$  i  $R^2 = 0.9676$  su pokazale da je model bio veoma uspešan i značajan. Sve promenljive i njihove interakcije su bile značajne za ovaj model za opseg verovatnoće od  $p < 0.0001$  do  $p < 0.0058$ . Sadržaj stabilizatora je imao mnogo veći uticaj na dužinu istezanja od konopljinog ulja (slika 37).



**Slika 37.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na dužinu istezanja namaza

Više vrednosti dužine istezanja su primećene pri nižim vrednostima oba faktora, i stabilizatora i konopljinog ulja. Ako se ova vrednost, dobijena za sve namaze, uporedi sa vrednošću dobijenom za kikiriki maslac (4.25 mm), može se videti da je najbliža vrednost kontrolnom uzorku ona koju ima uzorak oznake 8 sa vrednošću od  $4.49 \pm 0.34$  mm i predviđenom vrednošću od 4.32 mm. CV je bio 7.38%, ukazujući na veoma dobru ponovljivost modela. Svi uzorci, osim uzoraka oznake 1 i 7 su imali dužinu istezanja nižu od kikiriki maslaca (tabela 18), a model je bio minimiziran.

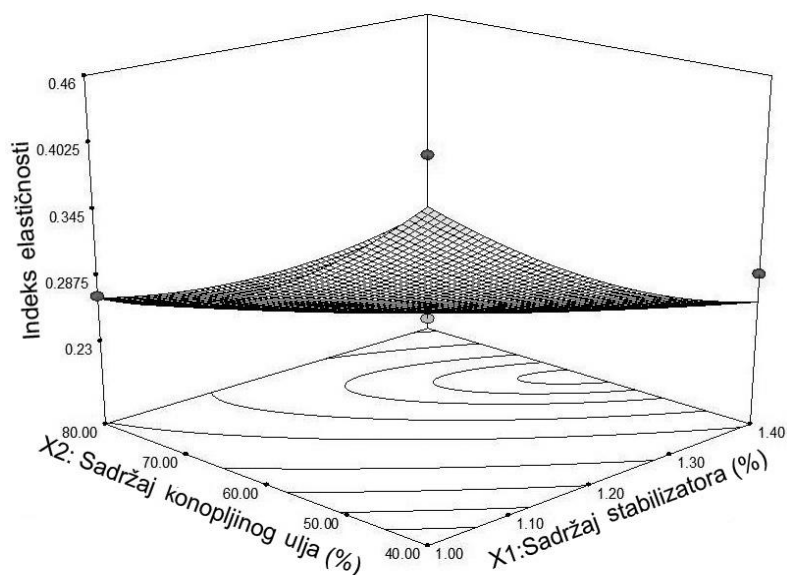
### TPA - Indeks elastičnosti

Uzorci oznake 1 i 7 su imali indeks elastičnosti najbliži vrednosti kontrolnog uzorka (0.42). To je potvrdilo vizuelnu ocenu namaza, i takođe dalo potvrdu da su polu-čvrstog karaktera. Indeks elastičnosti je bio predstavljen sledećom polinomnom jednačinom:

$$\text{TPA - Indeks} = 0.260 - 0.038 X_1 - 0.037 X_2 + 0.040 X_1 X_2 + 0.020 X_1^2 + 0.032 X_2^2 \quad (24)$$

elastičnosti

F-vrednost od 28.50 ( $p < 0.0002$ ,  $R^2 = 0.9532$ ) je pokazala da je model bio statistički značajan i imao dobru primenu. Sve promenljive, kao i njihove interakcije, su bile značajne za ovaj model. Oba ispitivana faktora, sadržaj dodatog stabilizatora i konopljinog ulja, su imali sličan uticaj na indeks elastičnosti (slika 38).



**Slika 38.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na indeks elastičnosti namaza

Više vrednosti indeksa elastičnosti su dobijene pri nižim vrednostima oba faktora. Ako se ova vrednost, dobijena za sve namaze, uporedi sa kikiriki maslacem, čiji je indeks elastičnosti bio  $0.42 \pm 0.02$ , najbliži ovoj vrednosti je bio uzorak oznake 7 sa dobijenim rezultatom od  $0.43 \pm 0.01$  i modelom predviđenom vrednošću od 0.43.

CV vrednost je bila 7.11%, ukazujući na veoma dobru ponovljivost modela.

#### **4.3.7. Uticaj dodatka stabilizatora i konopljinog ulja na viskoznost namaza**

Od reoloških osobina namaza određena je viskoznost, prema opisanoj metodi. Ova vrednost, kao odzivna funkcija, je optimizirana, sa ciljem da se utvrde parametri procesa koji će dati namaz sa sličnim viskozitetom koji je imao uzorak kikiriki maslaca (PBK) i da se utvrdi da li je viskoznost relevantna osobina teksture ovog namaza.

##### **Relativna viskoznost namaza**

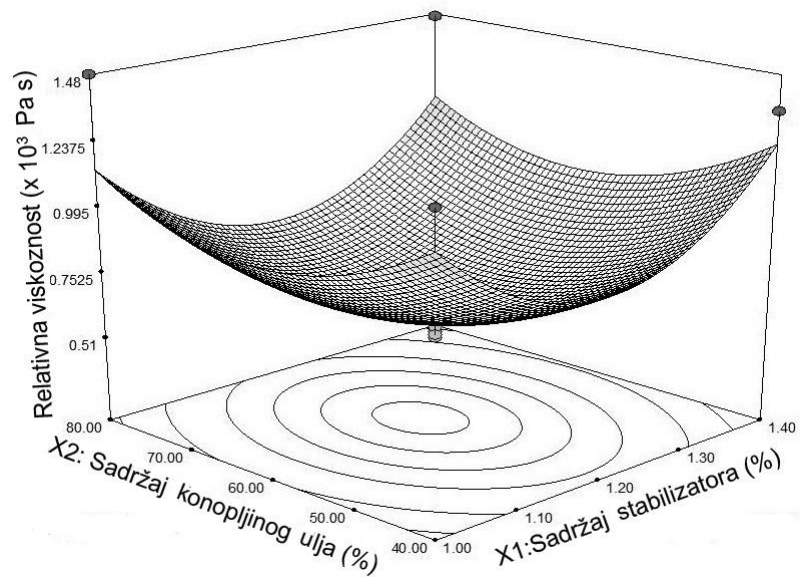
Viskoznost je mehaničko svojstvo teksture koje se odnosi na otpor proticanju. Predstavlja silu koja je potrebna da se tečnost iz kašike prelije preko jezika, ili da se raširi preko supstrata (ISO, 2000; Radovanović i Popov-Raljić, 2000/2001). Na osnovu rezultata ispitivanja, dobijen je sledeći polinom:

$$\text{Relativna viskoznost} = 0.55 - 0.061 X_1 - 0.11 X_2 - 0.25 X_1 X_2 + 0.35 X_1^2 + 0.20 X_2^2 \quad (25)$$

(x10<sup>3</sup> Pa s)

Analiza varijanse je pokazala da je regresioni model bio značajan ( $R^2 = 0.9389$ , F-vrednost 21.52 i  $p < 0.0004$ ). Rezultati su potvrdili da su oba faktora bila značajna za model kao linearni ( $p < 0.05$ ), a takodje i kao kvadratni (slika 39). Uzorci oznake 1 i 2 su imali najbližu vrednost viskoznosti u odnosu na kontrolni uzorak ( $1.23 \pm 0.005 \times 10^3$  Pa s).

Prema tome, model je potvrdio da bi dodatak stabilizatora u količini od 1.0%-1.2% i konopljinog ulja u količini od 40.0% kreirao optimalan namaz koji je po reološkim osobinama sličan komercijalnom kikiriki maslacu.



**Slika 39.** Uticaj količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja na viskoznost namaza



#### 4.3.8 Korelacija između teksturalnih osobina namaza kao odzivnih funkcija

U tabeli 20 su prikazani koeficijenti korelacije između odzivnih funkcija teksture namaza. Kao što je već prethodno napomenuto, jedino su vrednosti  $R^2 > 0.8$  uzete u obzir da opišu uspešnu korelaciju između različitih karakteristika teksture namaza, određenih pomoću instrumentalne TPA. Osim guminoznosti, svi ostali atributi teksture namaza su bili u negativnoj korelaciji sa tvrdoćom.

Iz tabele 20 se može videti da su adhezivnost ( $R^2 = 0.72$ ), kohezivnost ( $R^2 = 0.82$ ) i elastičnost ( $R^2 = 0.89$ ), bile u negativnoj korelaciji sa tvrdoćom, dok je rad penetracije bio u pozitivnoj visokoj korelaciji sa tvrdoćom ( $R^2 = 0.99$ ).

Kohezivnost ( $R^2 = 0.96$ ), elastičnost ( $R^2 = 0.93$ ) i žvkljivost ( $R^2 = 0.96$ ) su bile u pozitivnoj korelaciji sa adhezivnošću, dok je rad penetracije bio u negativnoj i niskoj korelaciji sa adhezivnošću ( $R^2 = 0.59$ ). Elastičnost ( $R^2 = 0.95$ ) i žvkljivost ( $R^2 = 0.89$ ) su bile u pozitivnoj korelaciji sa kohezivnošću. Žvkljivost ( $R^2 = 0.84$ ) je bila u pozitivnoj korelaciji sa elastičnošću.

Guminoznost ( $R^2 = 0.84$ ) je u direktnoj pozitivnoj korelaciji sa tvrdoćom namaza, dok je žvkljivost ( $R^2 = -0.55$ ) u mnogo nižoj i negativnoj korelaciji sa tvrdoćom. Visok stepen korelacije je takođe nađen između elastičnosti i kohezivnosti.

Viskozitet nije bio u značajnoj korelaciji sa ostalim osobinama teksture namaza i kao takav je odbačen u opisu teksture ovog namaza.

Najviši stepen korelacije je primećen između rada penetracije i tvrdoće ( $R^2 = 0.99$ ), zatim žvkljivosti i adhezivnosti ( $R^2 = 0.96$ ), potom kohezivnosti i adhezivnosti ( $R^2 = 0.96$ ) kao i elastičnosti i kohezivnosti ( $R^2 = 0.95$ ).

Na osnovu rezultata odzivnih površina, niže vrednosti dodatog konopljinog ulja i stabilizatora bi dale mekše namaze sa boljom konzistencijom i elastičnošću, ali koji bi bili lepljivi. Međutim, kao što je pokazano u ovom radu, zbog niskih vrednosti adhezivnosti (verovatno zbog veličine čestica), namazi se ne bi lepili za zube u meri u kojoj se to dešava u toku konzumiranja kikiriki maslaca, što je potvrđeno i senzornom ocenom namaza.

**Tabela 20.** Koeficijenti korelacije između odzivnih funkcija

	Tvrdoća (g)	Rad penetracije (mJ)	Adhezivnost (mJ)	Kohezivnost	Elastičnost	Guminoznost (g)	Žvakljivost (mJ)	Viskoznost (x10 <sup>3</sup> Pa.s)
Tvrdoća (g)	1							
Rad penetracije (mJ)	0.9976*	1						
Adhezivnost (mJ)	-0.7257*	-0.5982**	1					
Kohezivnost	-0.8252*	-0.8092*	0.9637*	1				
Elastičnost	-0.8998*	-0.8926*	0.9273*	0.9466*	1			
Guminoznost (g)	0.8468*	0.8582*	-0.2744***	-0.4063***	-0.5896**	1		
Žvakljivost (mJ)	0.5520**	-0.5331**	0.9632*	0.8981*	0.8452*	-0.0709 <sup>n.s.</sup>	1	
Viskoznost (x10 <sup>3</sup> Pa.s)	0.0736 <sup>n.s.</sup>	0.0825 <sup>n.s.</sup>	0.4181***	0.3065***	0.1854 <sup>n.s.</sup>	0.2385****	0.3544***	1

\* Značajni pri <0.001; \*\* Značajni pri p<0.01; \*\*\* Značajni pri p<0.05; \*\*\*\* Značajni pri p<0.1; n.s. - bez značaja

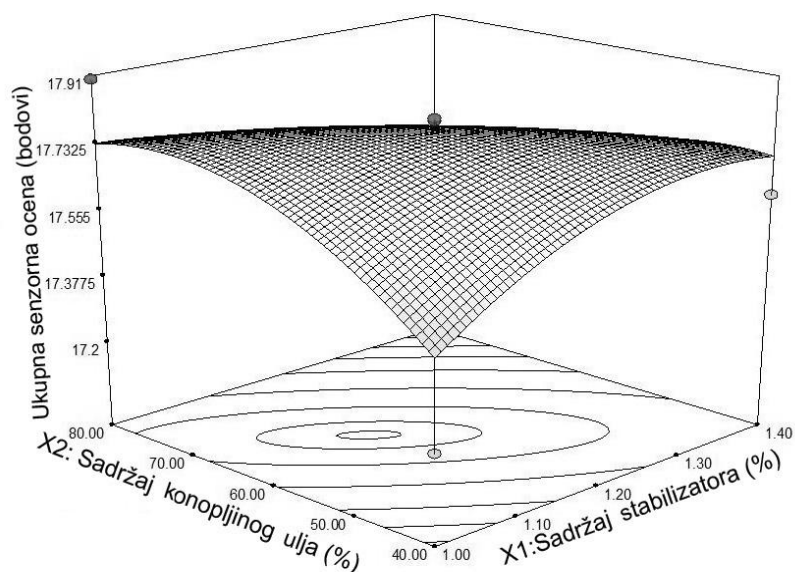
#### 4.3.9. Rezultati senzornog ocenjivanja namaza

Optimizacijom rezultata senzornog ocenjivanja uzoraka je utvrđeno da model nije bio značajan ( $R^2 = 0.6879$ , F-vrednost je 3.09, a  $p < 0.087$ ). Značajni su bili samo kvadratni efekti količine dodatog stabilizatora i konopljinog ulja, bez značajne interakcije ovih faktora. Jednačina (26) predstavlja predviđeni model:

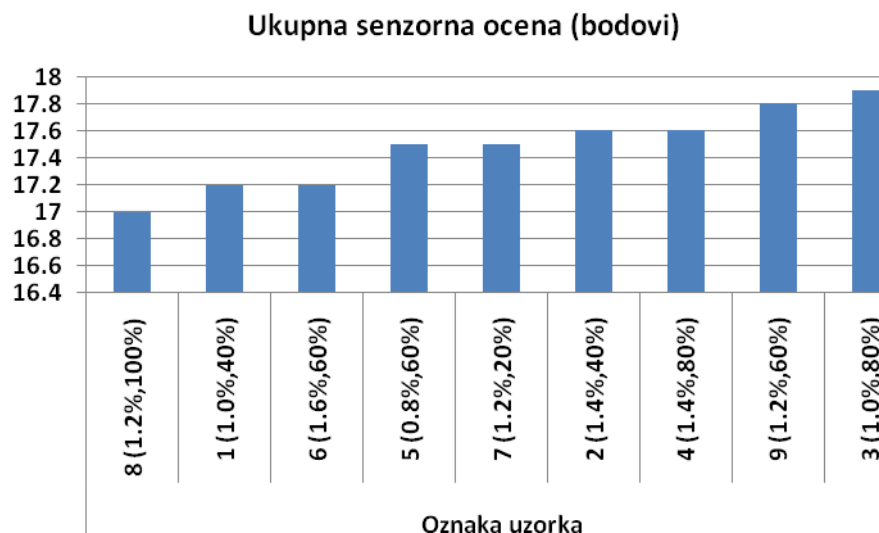
$$\text{Ukupna senzorna ocena} = 17.77 - 0.042 X_1 - 0.025 X_2 - 0.17X_1X_2 - 0.10 X_1^2 - 0.13 X_2^2 \quad (26)$$

Svi uzorci su bili približno sličnog izgleda i teksture i dobili su približno jednaku ukupnu senzornu ocenu. Sa slike 40 se može videti da je ukupna senzorna ocena bila veća sa porastom vrednosti oba ispitivana faktora, sadržaja stabilizatora i sadržaja konopljinog ulja. Optimalna senzorna ocena je dobijena pri vrednostima sadržaja stabilizatora od 1.0-1.2% i količine dodatog konopljinog ulja od 60%.

Maksimalna moguća ukupna ocena namaza je bila 20. Najviša prosečna senzorna ocena je dodeljena uzorku oznake 3 (17.9 bodova), za kojim slede uzorci oznake 9 (17.8), 2 i 4 (17.6), kao i 7 (17.5), respektivno (slika 41).



**Slika 40.** Uticaj sadržaja konopljinog ulja i stabilizatora na ukupnu senzornu ocenu namaza

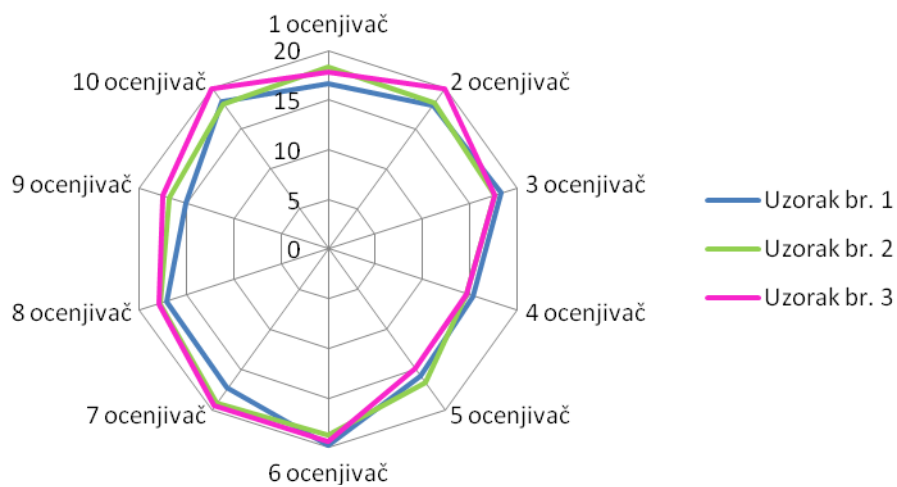


**Slika 41.** Prosečne vrednosti ukupnih senzornih ocena po uzorku

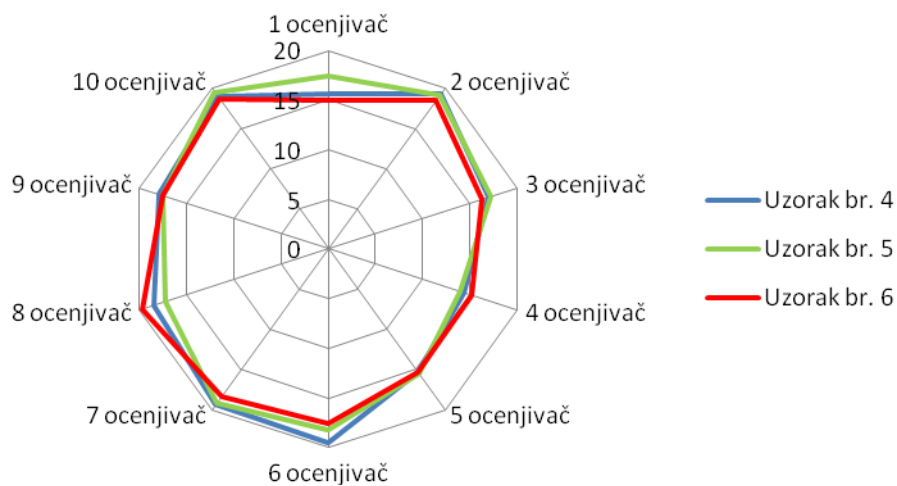
Osim prikazane analize senzornih svojstava namaza, interesantno je uporediti i ocene dodeljene od strane stručnog tima iskusnih ocenjivača (ocenjivači 1-5) i ocene dodeljene od strane potrošača (ocenjivači 6-10) (slike 42-44). Ocene dodeljene od strane eksperata su generalno niže za sve uzorke i približno iste, osim za uzorak oznake 8 koji je ocenjivač 1 ocenio najnižom ocenom. Sa druge strane, tim potrošača je relativno slično ocenio sve uzorke, osim uzorka oznake 1 koji je bio ocenjen nešto niže. Ocene dodeljene uzorcima nisu bile bitno različite usled malih (primetnih) razlika između uzoraka. To se posebno odnosi na ukus namaza (slika 45).

Wikström i Sjöström (2004) su potvrdili da je za ocenjivanje uzoraka od strane panela vrlo važno da su razlike stvorene na osnovu eksperimentalnih varijacija dovoljno velike da bi se mogle detektovati od strane panela. U ovom radu to nije bio slučaj, što je potvrđeno i regresionom analizom.

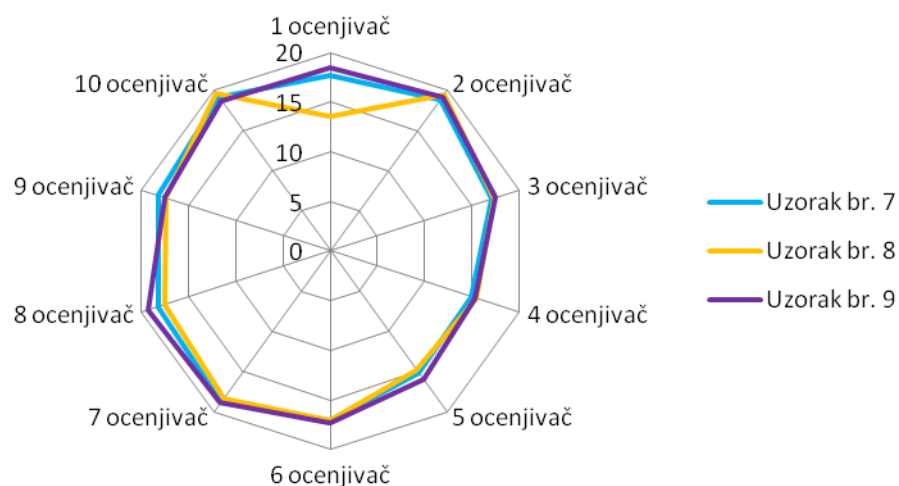
Osim toga, posebno je proveren statistički značaj razlika između modela za senzornu ocenu mirisa, ukusa i arome, što je regresionom analizom potvrdilo modele bez značaja, usled malih razlika između uzoraka, koje ocenjivači nisu mogli da utvrde. Senzorna ocena ukusa novog proizvoda tj. namaza na bazi mlevene pogače semena uljane tikve golice, je bila veoma zadovoljavajuća i namaz prihvaćen od strane svih ocenjivača kao dopadljiv, ukusan i hranljiv novi proizvod koji može biti dobra alternativa kikiriki maslacu.



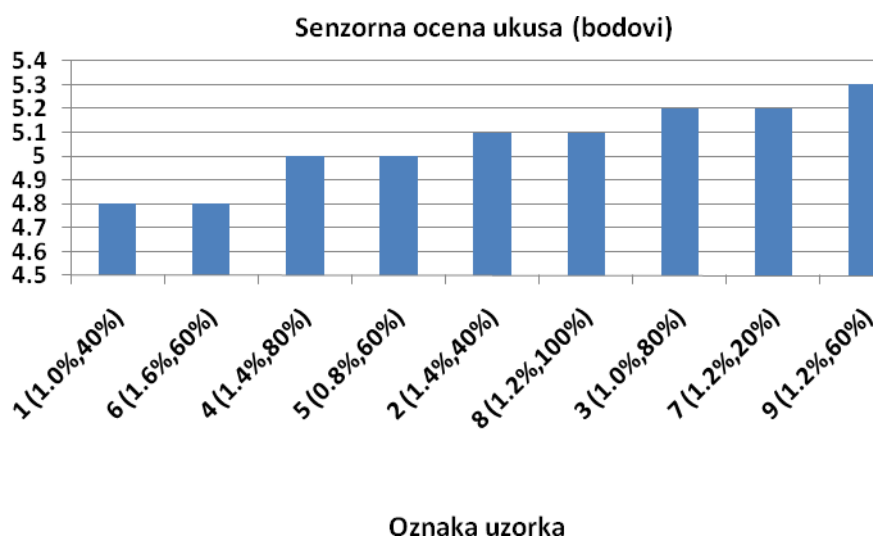
**Slika 42.** Ukupna senzorna ocena uzoraka oznake 1, 2 i 3 prema pojedinačnom ocenjivaču



**Slika 43.** Ukupna senzorna ocena uzoraka oznake 4, 5 i 6 prema pojedinačnom ocenjivaču



**Slika 44.** Ukupna senzorna ocena uzoraka oznake 7, 8 i 9 prema pojedinačnom ocenjivaču



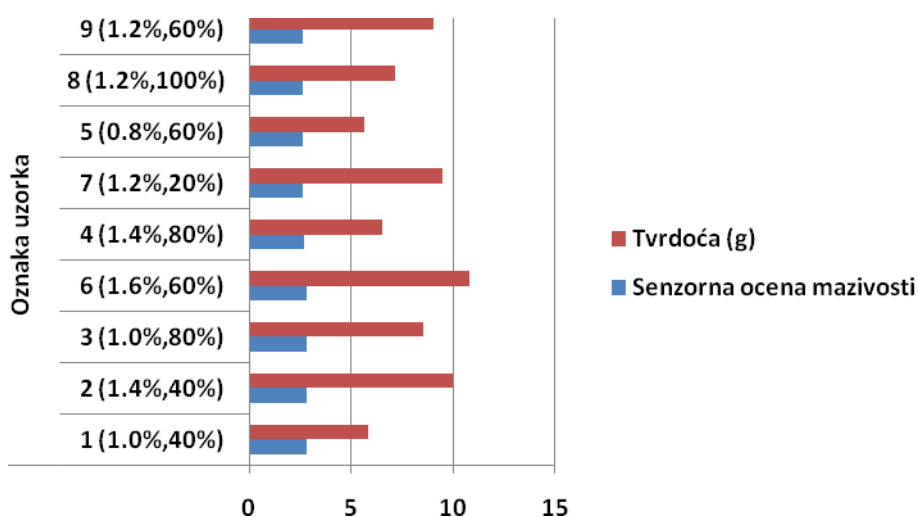
**Slika 45.** Senzorna ocena ukusa pojedinačnih uzoraka

#### 4.3.10. Korelacija između analitičkog i senzornog ocenjivanja namaza

U ovom slučaju izvršeno je upoređivanje senzorne ocene mazivosti i tvrdoće namaza određene instrumentalnom metodom TPA.

Za nivo značajnosti od 95% i prag značajnosti  $\alpha = 0.05$ , koeficijent regresije ( $R^2$ ) je bio 0.36. Prema tome, u ovim istraživanjima nije nađena korelacija između instrumentalne analize teksture (TPA) - tvrdoće i senzorne ocene mazivosti namaza od strane ocenjivača. Ovi rezultati nisu u skladu sa ispitivanjima Lee i Resurreccion (2001) i Muego i sar. (1990), koji su utvrdili korelaciju između senzorne ocene i TPA merenja kikiriki maslaca na mnoge ispitivane attribute, pri čemu je najmanji regresioni koeficijent bio za adhezivnost ( $R^2 = 0.7$ ), a najveći za tvrdoću (0.99).

Sa slike 46 se može zaključiti da je senzorna ocena mazivosti bila vrlo približna za sve uzorke i stoga optimizacioni model nije bio statistički značajan. Osim toga, može se videti da je tvrdoća određena instrumentalno (TPA) bila vidno različita za sve uzorke, pa su rezultati bili statistički značajni, što se može videti iz tabele 19.

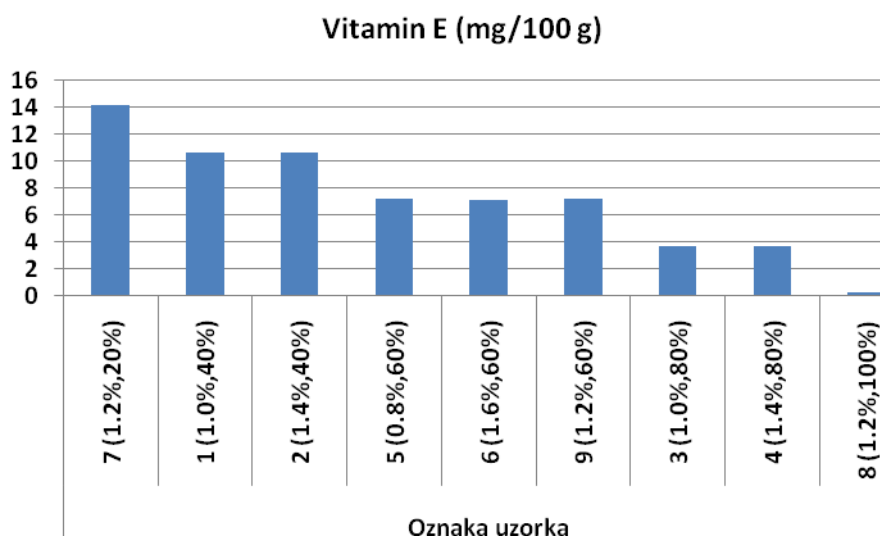


**Slika 46.** Uporedne vrednosti tvrdoće, određene TPA metodom, i senzorne ocene mazivosti namaza

#### 4.4. Nutritivna vrednost i sadržaj esencijalnih sastojaka u namazima

Komercijalni proizvodi na bazi ulja, koji se mogu naći na tržištu, često nemaju na ambalaži deklarisan sastav masnih kiselina i sadržaj i sastav minerala. Broj objavljenih radova koji su obuhvatili analizu namaza na ove nutrijente je vrlo ograničen.

Prema rezultatima ispitivanja sadržaja vitamina E u tikvinom ulju (Murković *et al.*, 1996a), zaključeno je da je u skladu sa nemačkim preporukama o dnevnom unosu vitamina E (12 Internacionalnih jedinica), potrebno uneti 48 mg  $\gamma$ -tokoferola ili 8 mg  $\alpha$ -tokoferola na dan, što je na osnovu njihovih rezultata predstavljalo količinu od 69 g tikvinog semena sa najvišim sadržajem  $\gamma$ -tokoferola (620 mg/kg) ili 55 g semena sa najvišim sadržajem  $\alpha$ -tokoferola (91 mg/kg). U ovim istraživanjima namaz oznake 7 sadrži 14.09 mg  $\alpha$ -tokoferola na 100 g proizvoda (slika 47), što znači da bi trebalo uneti 56.8 g namaza da bi se zadovoljile dnevne potrebe za vitaminom E.



**Slika 47.** Sadržaj vitamina E u uzorcima namaza



Nutritivni sastav svih uzoraka namaza je određen pomoću softvera, na bazi rezultata vrednosti komponenata namaza dobijenih analitičkim merenjima. Nutritivne izjave za ambalažu proizvoda, prema Pravilniku o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (2004), su prikazane u tabelama 21- 25.

Međutim, zbog visokog sadržaja bakra, mangana i kalijuma u namazima, i ove vrednosti su prikazane u nutritivnoj izjavi, iako za sada nisu obuhvaćene Pravilnikom (2004).

Ovde je potrebno napomenuti da su nutritivne izjave prikazane zajedno za uzorke kod kojih se sastav nije razlikovao u smislu količine ulja, kao npr. namazi oznake 1 i 2, zatim 3 i 4, kao i oznake 5, 6 i 9. Jedina razlika između dva, odnosno tri namaza, je u količini stabilizatora, koja je bila relative niska i pokazala razlike u nutritivnoj vrednosti na drugom decimalnom mestu.

**Tabela 21.** Predlog nutritivne izjave na ambalaži za namaze oznake 1 i 2

<b>Hranljiva vrednost</b>	<b>Na 100 g</b>	<b>Po porciji (15 g)</b>
Energetska vrednost	2620kJ (626 kcal)	393 kJ (94 kcal)
Proteini	28.42 g	4.26 g
Ugljeni hidrati	9.16 g	1.37 g
Masti:	54.12 g	8.12 g
Zasićene masne kiseline	16.05 g	2.41 g
Mononezasićene masne kiseline	33.29 g	4.99 g
Polinezasićene masne kiseline	40.92 g	6.14 g
Omega-6 masne kiseline	8.25 g	1.24 g
Omega-3 masne kiseline	3.69 g	0.55 g
<i>Trans</i> masne kiseline	0.00 g	0.00 g
Vlakna	3.89 g	0.58 g
Natrijum	404.46 mg	60.67 mg
Vitamin E	10.63 mg	1.6 mg
Kalcijum	80.03 mg	12.0 mg
Fosfor	858.38 mg	128.76 mg
Gvožđe	10.44 mg	1.57 mg
Magnezijum	350.18 mg	52.53 mg
Cink	8.78 mg	1.32 mg
Bakar	5.97 mg	0.89 mg
Mangan	3.35 mg	0.5 mg
Kalijum	405.45 mg	60.82 mg

**Tabela 22.** Predlog nutritivne izjave na ambalaži za namaze oznake 3 i 4

<b>Hranljiva vrednost</b>	<b>Na 100 g</b>	<b>Po porciji (15 g)</b>
Energetska vrednost	2620kJ (626 kcal)	393 kJ (94 kcal)
Proteini	28.45 g	4.27 g
Ugljeni hidrati	9.17 g	1.38 g
Masti:	54.07 g	8.11 g
Zasićene masne kiseline	16.19 g	2.43 g
Mononezasićene masne kiseline	23.65 g	3.55 g
Polinezasićene masne kiseline	51.13 g	7.67g
Omega–6 masne kiseline	16.27 g	2.44 g
Omega–3 masne kiseline	6.51 g	0.98 g
<i>Trans</i> masne kiseline	0.00 g	0.00 g
Vlakna	3.89 g	0.58 g
Natrijum	405.88 mg	60.67 mg
Vitamin E	3.70 mg	0.56 mg
Kalcijum	80.11 mg	12.02 mg
Fosfor	859.29 mg	128.89 mg
Gvožđe	10.46 mg	1.57 mg
Magnezijum	350.55 mg	52.58 mg
Cink	8.79 mg	1.32 mg
Bakar	5.97 mg	0.90 mg
Mangan	3.35 mg	0.50 mg
Kalijum	405.88 mg	60.88 mg

**Tabela 23.** Predlog nutritivne izjave na ambalaži za namaze oznake 5, 6 i 9

<b>Hranljiva vrednost</b>	<b>Na 100 g</b>	<b>Po porciji (15 g)</b>
Energetska vrednost	2620kJ (626 kcal)	393 kJ (94 kcal)
Proteini	28.45 g	4.27 g
Ugljeni hidrati	9.18 g	1.38 g
Masti:	54.02 g	8.11 g
Zasićene masne kiseline	16.00 g	2.43 g
Mononezasićene masne kiseline	28.52 g	4.28 g
Polinezasićene masne kiseline	46.09 g	6.91g
Omega-6 masne kiseline	12.28 g	1.84 g
Omega-3 masne kiseline	5.11 g	0.77 g
<i>Trans</i> masne kiseline	0.00 g	0.00 g
Vlakna	3.89 g	0.58 g
Natrijum	405.32 mg	60.80 mg
Vitamin E	7.18 mg	1.08 mg
Kalcijum	80.20 mg	12.03 mg
Fosfor	860.19 mg	129.03 mg
Gvožđe	10.47 mg	1.57 mg
Magnezijum	350.92 mg	52.64 mg
Cink	8.80 mg	1.32 mg
Bakar	5.98 mg	0.90 mg
Mangan	3.35 mg	0.50 mg
Kalijum	406.31 mg	60.95 mg

**Tabela 24.** Predlog nutritivne izjave na ambalaži za namaz oznake 7

<b>Hranljiva vrednost</b>	<b>Na 100 g</b>	<b>Po porciji (15 g)</b>
Energetska vrednost	2620kJ (626 kcal)	393 kJ (94 kcal)
Proteini	28.42 g	4.26 g
Ugljeni hidrati	9.16 g	1.37 g
Masti:	54.17 g	8.13 g
Zasićene masne kiseline	16.02 g	2.40 g
Mononezasićene masne kiseline	38.09 g	5.71 g
Polinezasićene masne kiseline	35.81 g	5.37 g
Omega-6 masne kiseline	4.25 g	0.64 g
Omega-3 masne kiseline	2.29 g	0.34 g
<i>Trans</i> masne kiseline	0.00 g	0.00 g
Vlakna	3.89 g	0.58 g
Natrijum	404.03 mg	60.61 mg
Vitamin E	14.09 mg	2.11 mg
Kalcijum	79.95 mg	11.99 mg
Fosfor	857.47 mg	128.62 mg
Gvožđe	10.43 mg	1.56 mg
Magnezijum	349.81 mg	52.47 mg
Cink	8.77 mg	1.32 mg
Bakar	5.96 mg	0.89 mg
Mangan	3.34 mg	0.50 mg
Kalijum	405.02 mg	60.75 mg

**Tabela 25.** Predlog nutritivne izjave na ambalaži za namaz oznake 8

<b>Hranljiva vrednost</b>	<b>Na 100 g</b>	<b>Po porciji (15 g)</b>
Energetska vrednost	2620kJ (626 kcal)	393 kJ (94 kcal)
Proteini	28.39 g	4.26 g
Ugljeni hidrati	9.16 g	1.37 g
Masti:	54.17 g	8.13 g
Zasićene masne kiseline	16.48 g	2.47 g
Mononezasićene masne kiseline	18.76 g	2.81 g
Polinezasićene masne kiseline	56.09 g	8.41 g
Omega–6 masne kiseline	20.22 g	3.03 g
Omega–3 masne kiseline	7.9 g	1.18 g
Trans masne kiseline	0.00 g	0.00 g
Vlakna	3.89 g	0.58 g
Natrijum	404.03 mg	60.61 mg
Vitamin E	0.23 mg	0.03 mg
Kalcijum	79.95 mg	11.99 mg
Fosfor	857.47 mg	128.62 mg
Gvožđe	10.43 mg	1.56 mg
Magnezijum	349.81 mg	52.47 mg
Cink	8.77 mg	1.32 mg
Bakar	5.96 mg	0.89 mg
Mangan	3.34 mg	0.5 mg
Kalijum	405.02 mg	60.75 mg

Ispitivanje sadržaja i sastava minerala kikiriki maslaca (Galvao *et al.*, 1976; Ozcan and Seven, 2003), u poređenju sa namazom na bazi ulja i proteina tikve u ovom radu, ukazuju na činjenicu da kikiriki maslac, osim kalijuma, ima mnogo niži sadržaj esencijalnih minerala od namaza na bazi pogače tikve golice.

U skladu sa Pravilnikom o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica (2004), pripremljeni uzorci namaza na 100 g proizvoda imaju izuzetno visok sadržaj magnezijuma i fosfora (>100% od dnevnih potreba), gvožđa (74.5% od dnevnih potreba) i cinka (58.5% od dnevnih potreba), kao i ostalih esencijalnih elemenata koji nisu propisani Pravilnikom, a prisutni su u značajnim količinama (tabele 21-25).

U pogledu količine minerala, prema Pravilniku o deklarisanju namirnica u R. Srbiji, dozvoljeno je istaći da je proizvod "izvor" minerala ako je njihov sadržaj

najmanje 15% preporučene dnevne količine (RDA) (prema tabeli oznake 2 istog pravilnika) u 100 g proizvoda. U ovom slučaju bi se na deklaraciji moglo naznačiti: "prirodan izvor minerala". Ako je sadržaj minerala najmanje 30% preporučene dnevne količine (RDA) (prema tabeli oznake 2 istog Pravilnika) u 100 g proizvoda, može se deklarirati "visok sadržaj prirodnih minerala".

Prema tome, za sve uzorke namaza se može reći da imaju visok sadržaj prirodnih minerala: fosfora, gvožđa, magnezijuma i cinka. Ovi mikro elementi gotovo da uopšte nisu prisutni u kikiriki maslacu, što daje dobijenim uzorcima mnogo bolju nutritivnu ocenu.

Sadržaj proteina je u svim uzorcima bio oko 4 g, a sadržaj vlakana oko 1 g po konzumnoj jedinici (15 g). Kontrolni uzorak je sadržao oko 3 g proteina. Što se tiče sastava masnih kiselina, njihov sadržaj je potvrđen hemijskom analizom ulja iz uzoraka. Zasićene masne kiseline potiču uglavnom iz zaostalog tikvinog ulja u pogači ali potiču i od stabilizatora (prisutan u malim količinama na masu uzorka), pa su prema tome, bile prisutne u približno istoj količini u svim uzorcima.

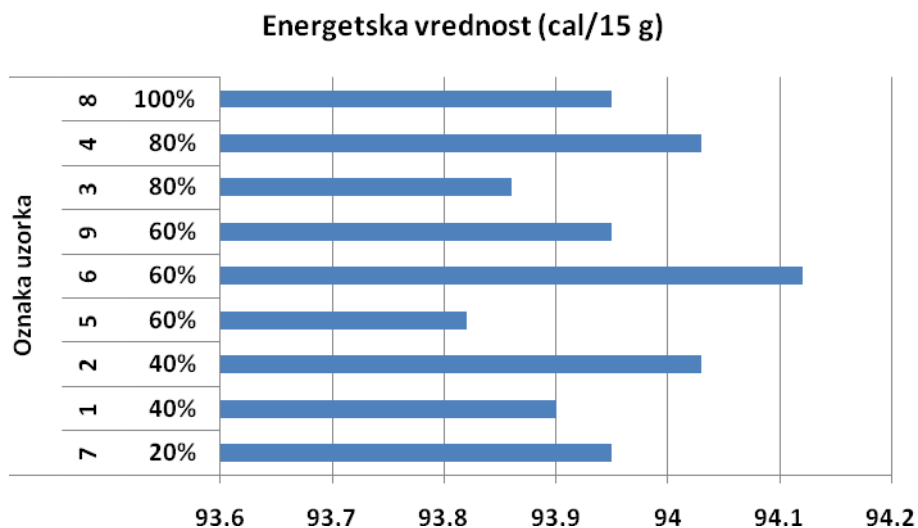
U zavisnosti od količine dodatog konopljinog ulja, zavisio je i sadržaj mononezasićenih masnih kiselina, kao i sadržaj polinezasićenih masnih kiselina (tabele 21-25). Odnos sadržaja omega-6 i omega-3 masnih kiselina je bio idealan (3:1) za uzorak oznake 8; odličan za uzorke oznake 3 i 4 (2.5:1) i dobar za uzorke oznake 1, 2 i 5, 6 i 9 (2:1). Samo je uzorak oznake 7 imao ovaj odnos nešto niži (1.88:1).

U pogledu količina omega masnih kiselina, u Kanadi je, po Zakonu o deklarisanju namirnica, dozvoljeno reći da je proizvod "izvor", "sadrži" ili "obezbeđuje" omega-3 i omega-6 masne kiseline ako po konzumnoj i referentnoj jedinici (15 g za kikiriki maslac) sadrži najmanje 0.3 g omega-3 i najmanje 2 g omega-6 polinezasićenih masnih kiselina. Uzorci oznake 3, 4, 5, 6, 8 i 9 su kvalifikovani za ovakvu dvojnju deklaraciju. Međutim, ono što je mnogo važnije je da su svi uzorci kvalifikovani za deklaraciju "izvor" omega - 3 polinezasićenih masnih kiselina.

Takođe je veoma važna činjenica i to što se za sve uzorke se može reći da su bez *trans*- masnih kiselina.

Razlike u energetske vrednosti između uzoraka su bile minimalne (slika 48). Pošto je osnovni sastav za sve uzorke bio isti, razlike u energetske vrednost za uzorke

potiču od različitog sadržaja stabilizatora, koji je potpuno hidrogenovana biljna mast. Deklarisana energetska vrednost namaza upoređena sa ovom vrednošću za kikiriki maslac je bila ista, tj. iznosila je 90 kalorija (zaokružena vrednost) po konzumnoj jedinici.



**Slika 48.** Energetska vrednost namaza od mlevene pogače tikve po konzumnoj jedinici

## 4.5. Skladištenje i rok trajanja namaza

### 4.5.1. Uticaj količine dodatog stabilizatora na stabilnost emulzije (izdvajanje ulja iz namaza)

Senzornom analizom je utvrđeno da nijedan uzorak nije ispoljio vidljive znake izdvajanja ulja na površini namaza posle mesec dana skladištenja, što ukazuje na dobar izbor i količinu dodatog stabilizatora. Promene su nastupile nakon tog perioda. Iz tih razloga uzorci su bili ispitani na količinu izdvojenog ulja nakon 3, 6 i 9 meseci skladištenja. Rezultati dobijeni nakon tri meseca skladištenja su obrađeni statistički, pri čemu je dobijena sledeća jednačina (27):

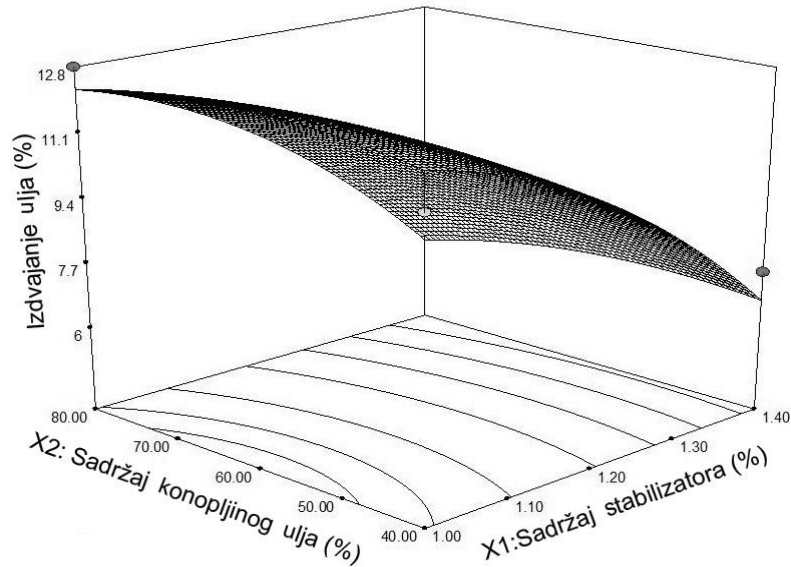
$$\text{Količina izdvojenog ulja (\%)} = 10.70 - 2.93 X_1 - 0.17 X_2 - 0.17X_1X_2 - 0.92 X_1^2 - 0.47 X_2^2 \quad (27)$$

Regresionom analizom je utvrđeno da je za F - vrednost 16.90 i  $p < 0.0009$  model bio značajan. F - vrednost za sadržaj stabilizatora je bila 70.20 pri  $p < 0.0001$ , što ukazuje da je ovaj ispitivani faktor bio veoma značajan. Oba faktora,  $X_1$  i  $X_1^2$ , su takođe bila značajni faktori za model ( $R^2 = 0.9235$ ).

Sa slike 49 se može videti da sa porastom količine dodatog stabilizatora, količina izdvojenog ulja drastično opada.

Nakon 3 meseca, uzorak 6 nije pokazao znake separacije ulja, dok je kod svih ostalih uzoraka došlo do izdvajanja određenog dela ulja. Najmanja količina ulja se izdvojila kod uzorka oznake 1 (9.3%), a zatim uzoraka oznake 2 (9.6%) i oznake 7 (10.5%). Optimalna vrednost sadržaja stabilizatora je bila 1.2-1.4% uz 40-60% dodatog konopljinog ulja.



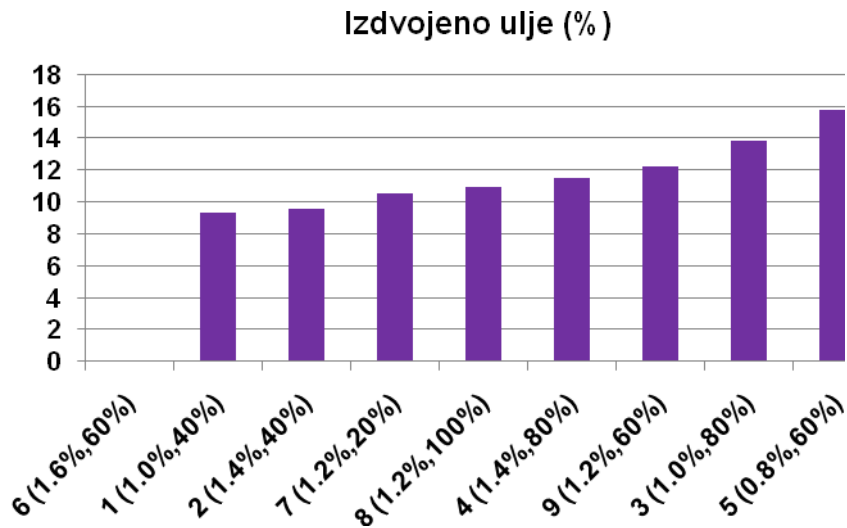


**Slika 49.** Uticaj sadržaja konopljinog ulja i stabilizatora na izdvajanje ulja iz namaza

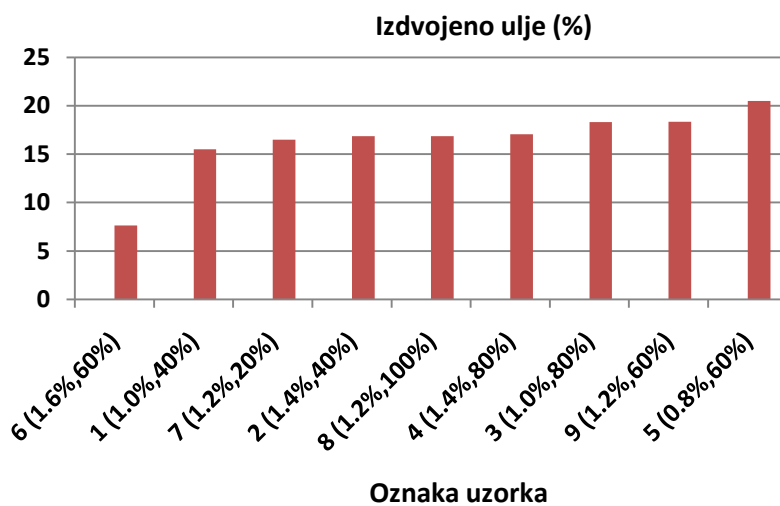
Dobra stabilnost, bez izdvajanja ulja iz namaza na površini je najverovatnije bila prisutna ne samo zbog stabilizatora, već i emulgatora kao i maltodekstrina i chia semena koji su verovatno formirali jaku strukturu gela, u interakciji proteina i ugljenih hidrata sa uljima prisutnim u namazu.

Nakon 6 meseci, zbog izdvojenog ulja na površini, namazi su još uvek bili prihvatljivog izgleda, osim uzoraka oznake 3 i 5 (slika 50), kod kojih se izdvojilo 13.8% i 15.8% ulja, reseptivno.

Nakon 9 meseci skladištenja, uzorci oznake 3, 9 i 5 su pokazali znatno veće količine izdvojenog ulja na površini (18.3%, 18.4% i 20.5%, reseptivno), te se stoga ovi uzorci ne mogu smatrati prihvatljivim za rok trajanja od 9 meseci (slika 51).



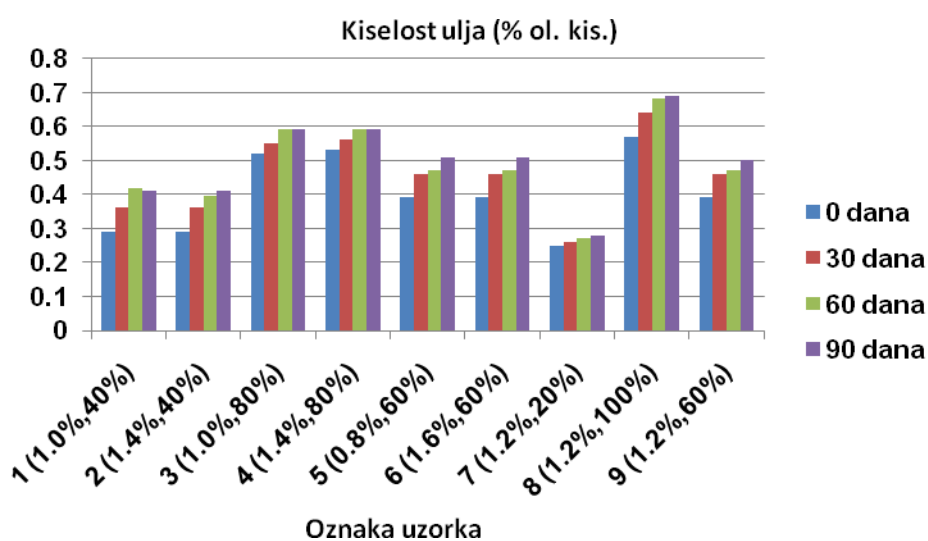
**Slika 50.** Sadržaj izdvojenog ulja na površini namaza nakon 6 meseci skladištenja



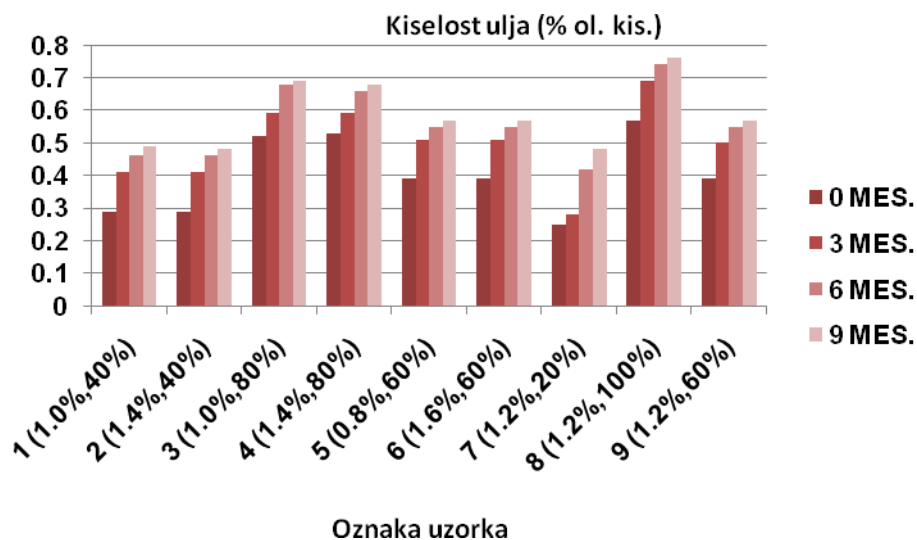
**Slika 51.** Sadržaj izdvojenog ulja na površini namaza nakon 9 meseci skladištenja

#### 4.5.2. Uticaj dodatka konopljinog ulja na kiselost namaza

Prema Pravilniku o kvalitetu (Pravilnik, 2006) kod jestivih, nerafinisanih ulja, kiselost mora biti niža od 2%, računato na količinu oleinske kiseline. Sa slike 52 se može videti da se u toku prvih 3 meseca kiselost ulja nije bitno menjala i za sve uzorke je bila niža od 0.7%, što ukazuje na veoma slabo hidrolitičko razlaganje triacilglicerola u sastavu namaza. Na slici 53 su prikazane hidrolitičke promene u toku 9 meseci skladištenja na bazi tromesečnih promena. Na osnovu dobijenih vrednosti kiselosti se može reći da su svi ispitani uzorci bili u okviru zakonskih propisa i nakon 9 meseci čuvanja. Kiselost ulja je direktno zavisila od količine dodatog konopljinog ulja.



**Slika 52.** Promena kiselosti ulja u sastavu namaza u periodu od 3 meseca čuvanja (mesečne promene)



**Slika 53.** Promena kiselosti ulja u sastavu namaza u periodu od 9 meseci čuvanja (tromesečne promene)

Stabilnost namaza u toku skladištenja je pokazala male promene vrednosti kiselosti, kao meru hidrolitičkih promena masne faze.

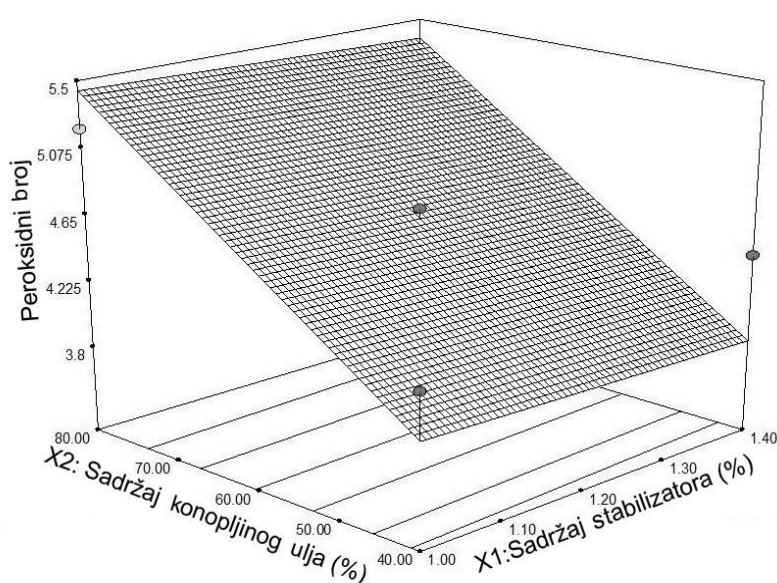
Rezultati ispitivanja su pokazali da su svi uzorci bili veoma dobri u smislu kiselosti do kraja praćenog roka trajanja od 9 meseci (slika 53), sa minimalnim promenama u toku prva 3 meseca (slika 52).

### 4.5.3. Uticaj dodatka konopljinog ulja na oksidativnu stabilnost namaza

Prema Pravilniku o kvalitetu (Pravilnik, 2006) kod jestivih nerafinisanih ulja, peroksidni broj mora biti niži od 15 meq O<sub>2</sub>/kg. Peroksidni broj je bio određen na početku eksperimenta za sve uzorke (tabela 10), kao i posle 3 meseca. Regresionom analizom je dobijena sledeća jednačina (28):

$$\text{Pbr (meq O}_2\text{/kg)} = 4.64 - 0.033 X_1 + 0.77 X_2 \quad (28)$$

F - vrednost za model je bila 31.43,  $p < 0.0001$ , što znači da je model bio značajan. Jedini značajan faktor (F - vrednost 62.75 pri  $p < 0.0001$ ) je bio sadržaj konopljinog ulja. Model je bio linearan ( $R^2 = 0.8628$ ). Sa slike 54 se može videti da sa povećanjem sadržaja konopljinog ulja linearno raste i Pbr. Najniža vrednost za Pbr, kao rezultat određivanja u ulju izdvojenom iz namaza, nađena je kod uzorka 7 (2.40 meq O<sub>2</sub>/kg), zatim uzorka oznake (4.20 meq O<sub>2</sub>/kg), kao i uzorka oznake 2 (4.40 meq O<sub>2</sub>/kg). Optimalna vrednost Pbr je bila pri uslovima pri kojima je dodata količina stabilizatora iznosila 1.2%, a količina konopljinog ulja 20%. Najviša vrednost Pbr je zabeležena kod uzorka oznake 8 (6.20 meq O<sub>2</sub>/kg). Ovaj model je bio minimiziran za Pbr vrednost.

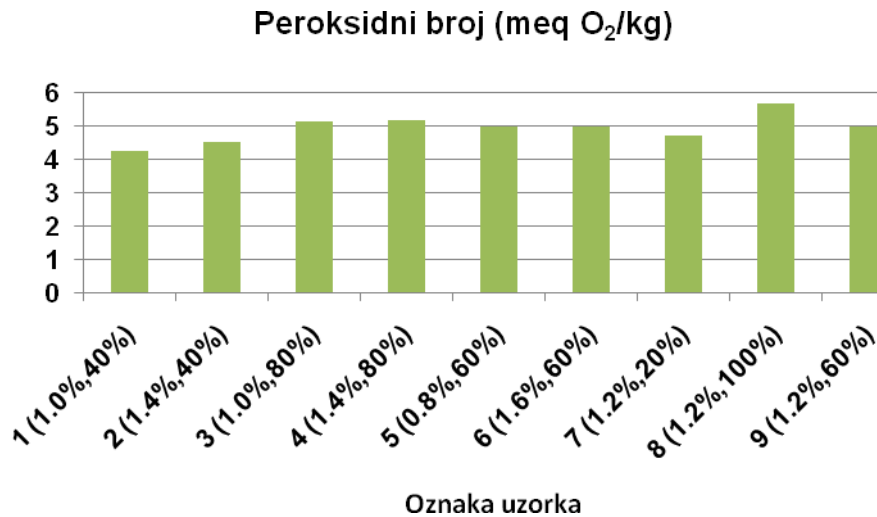


**Slika 54.** Uticaj sadržaja konopljinog ulja i stabilizatora na promenu peroksidnog broja namaza tokom čuvanja

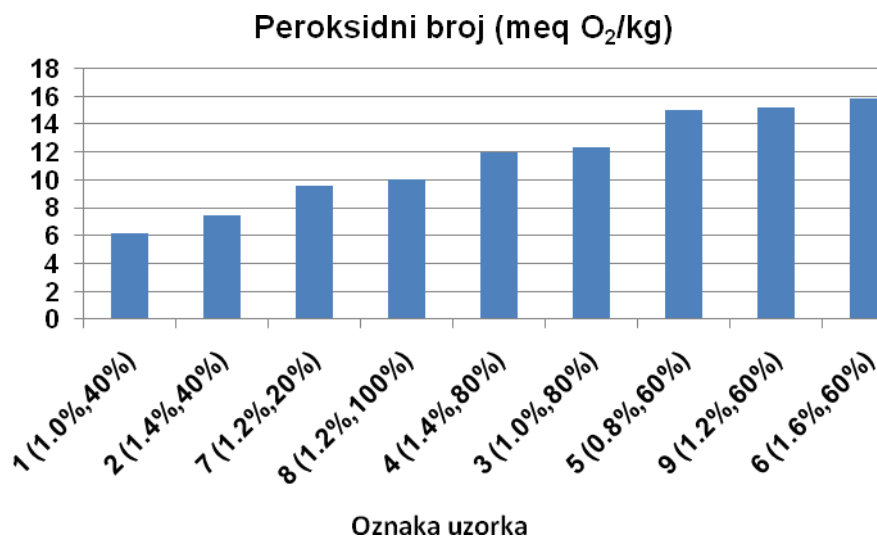
Oksidativne promene tokom skladištenja pri sobnoj temperaturi (21°C) su pokazale određenu kinetiku. Naime, peroksidni broj je bio relativno stabilan u toku prva tri meseca skladištenja kod svih uzoraka (slika 55), tj. početna vrednost se nije mnogo promenila i kretala se oko 5 meq O<sub>2</sub>/kg (od 4.2 do 5.6 meq O<sub>2</sub>/kg). U periodu između 3 i 6 meseci su nastupile blage promene kod uzoraka oznake 1, 2, 7 i 8, pri čemu su se nakon 6 meseci vrednosti Pbr kretale od 6-10 meq/kg (slika 56). Drastične promene Pbr su registrovane kod uzoraka oznake 3, 4, 5, 6 i 9, pri čemu je Pbr dostigao maksimalnu vrednost propisanu Pravilnikom, a za uzorak 6 je čak bio viši (15.84 meq O<sub>2</sub>/kg). Između šestog i devetog meseca skladištenja, vrednost Pbr je naglo porasla, i osim kod uzoraka oznake 1 i 2, za sve ostale uzorke je prekoračila dozvoljenu vrednost nakon 9 meseci skladištenja (slika 57).

Na osnovu dobijenih rezultata Pbr se može zaključiti da maksimalni rok trajanja namaza može biti najviše do 6 meseci (slika 58).

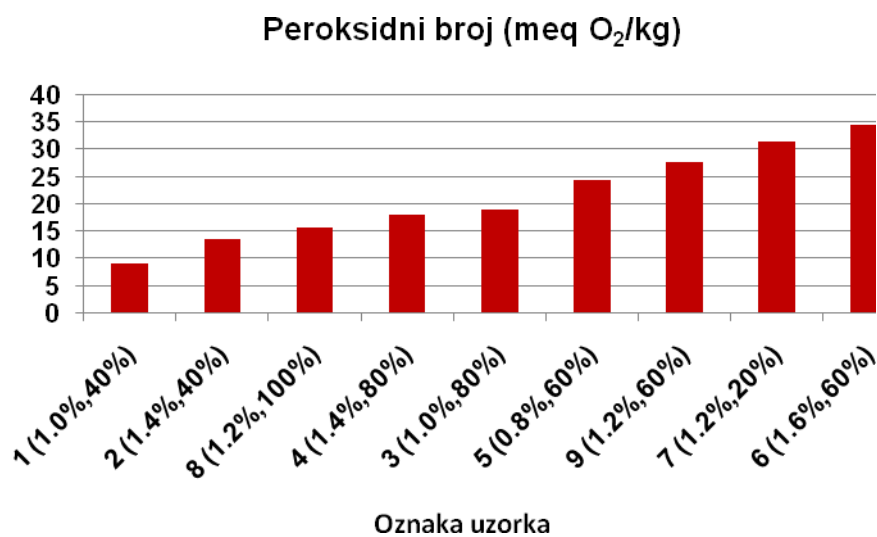
Upoređenjem rezultata ovog istraživanja sa rezultatima koje su dobili Ni Edhin i sar. (2003) ispitivanjem oksidativne stabilnosti omega-3 namaza, može se videti da su njihovi namazi dostigli vrednost Pbr od 15 meq O<sub>2</sub>/kg već nakon 4 nedelje skladištenja i to pri veoma niskim temperaturama od 4 i 8°C. Boljoj oksidativnoj stabilnosti, tj. dužoj održivosti namaza na bazi mlevene pogače uljane tikve golice, sigurno je doprinelo zaostalo tikvino ulje, sa velikim udelom γ-tokoferola (tabela 10), kao i visoko-oleinsko suncokretovo ulje, sa visokim udelom oleinske kiseline (tabela 10), koje je korišteno u formulaciji namaza.



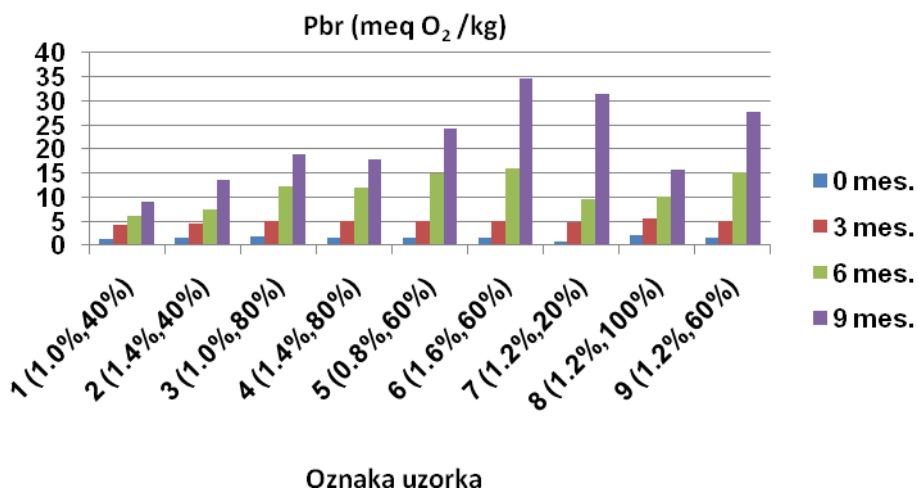
**Slika 55.** Promena peroksidnog broja ulja u sastavu namaza u periodu od 3 meseca čuvanja



**Slika 56.** Promena peroksidnog broja ulja u sastavu namaza u periodu od 6 meseci čuvanja



**Slika 57.** Promena peroksidnog broja ulja u sastavu namaza u periodu od 9 meseci čuvanja



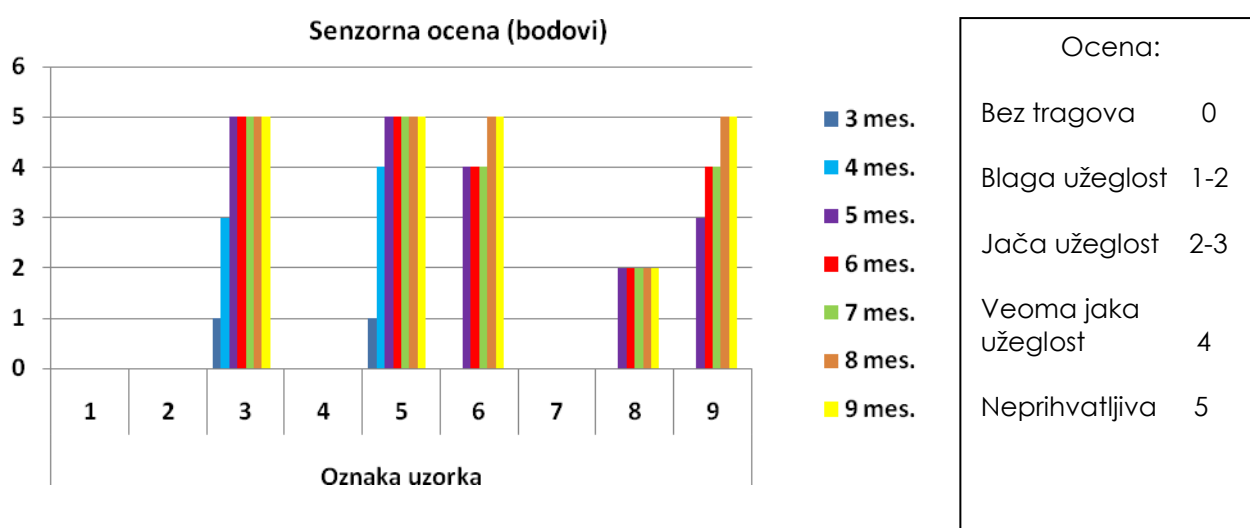
**Slika 58.** Porast peroksidnog broja ulja u sastavu namaza u funkciji vremena skladištenja



#### 4.5.4. Ispitivanje promene užečnosti namaza tokom čuvanja (senzorni testovi)

Svi uzorci namaza su senzorno testirani na pojavu užečnosti jednom nedeljno, u toku 9 meseci. Uzorci su testirani na miris i ukus prema skali u rasponu ocena od 0 (bez tragova užečnosti) do 5 (izuzetno izražena užečnost – neprihvatljivo).

Kao što se na histogramu vidi (slika 59), nijedan uzorak nije pokazao tragove užečnosti u toku prvih dva meseca skladištenja. Promene su počele kod uzoraka oznake 3 i 5 između drugog i trećeg meseca, pri čemu su uzorci imali blagu užečnost posle trećeg meseca. Nakon 4 meseca skladištenja, jedino su uzorci oznake 3 i 5 bili užečni i imali čak veći stepen promena okarakterisanih kao "jača" i "veoma jaka užečnost". Nakon 5 meseci skladištenja uzorci oznake 3 i 5 su bili neprihvatljivi, dok su uzorci oznake 6, 8 i 9 pokazali nagle promene u toku jednog meseca i dostigli nivo oksidativnih promena (užečnost) izraženo ocenama od 4, 2 i 3, respektivno. Nakon 6 i 7 meseci, uzorci oznake 6 i 8 nisu pokazali dalje oksidativne promene, dok je uzorak oznake 9 pokazao jaku užečnost. Nakon osam meseci skladištenja, uzorci oznake 6 i 9 su bili neprihvatljivi, dok je uzorak oznake 8 zadržao istu ocenu - "blaga užečnost" do kraja perioda ispitivanja.



**Slika 59.** Senzorna ocena užečnosti namaza u tokom skladištenja

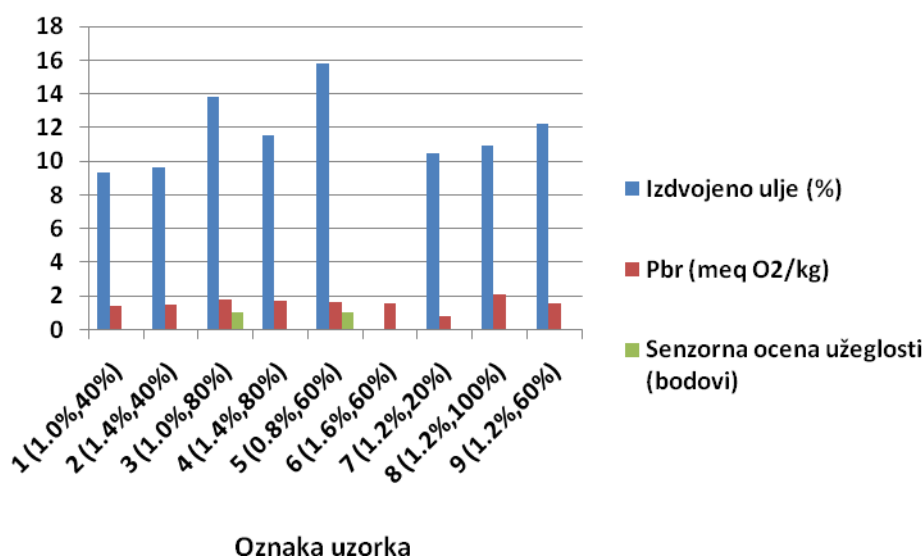
Uzorci oznake 1, 2, 4 i 7 nisu uopšte pokazali nikakve oksidativne promene koje su se mogle senzorno detektovati kao užeglost u toku 9 meseci skladištenja, i kao takvi su ocenjeni najboljom ocenom.

Promena ukusa i mirisa tokom skladištenja je najverovatnije bila uslovljena oksidativnim promenama polinezasićenih masnih kiselina ulja i bila pod zaštitom tokoferola do granice njihove iscrpljenosti kada je peroksidni broj, kao pokazatelj oksidativnih promena, nakon 6 meseci, dostigao vrednost propisanu Pravilnikom o kvalitetu ulja i masti.

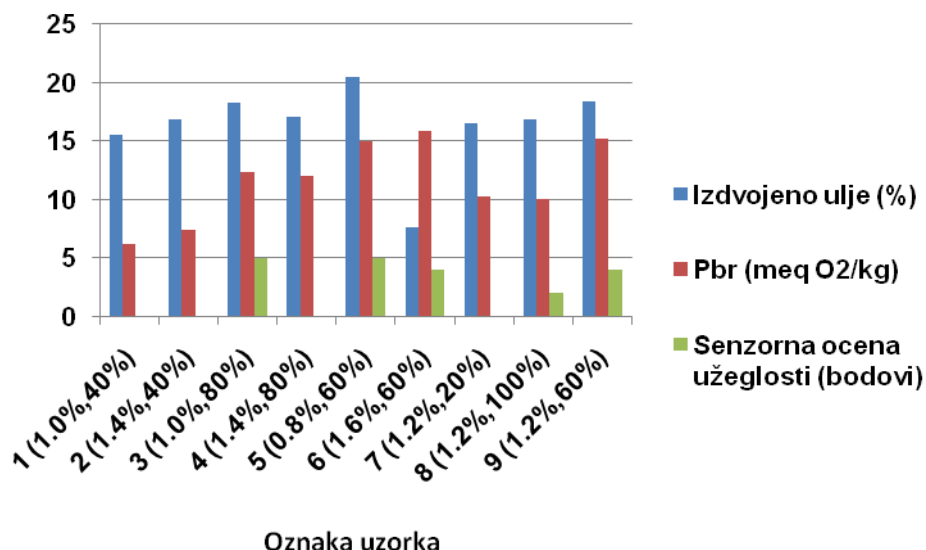
#### 4.5.5. Ispitivanje kvaliteta izdvojenog ulja tokom čuvanja namaza

Stabilnost uzoraka je određena i na osnovu rezultata dobijenih praćenjem količine izdvojenog ulja, peroksidnog broja i senzorne užeglosti namaza u toku 3, 6 i 9 meseci skladištenja.

Na slici 60 je prikazana količina i kvalitet izdvojenog ulja iz namaza (Pbr i senzorni kvalitet) koji je skladišten u toku tri meseca na sobnoj temperature (21°C). Isti pokazatelji nakon 6 meseci čuvanja namaza prikazani su na slici 61, a nakon 9 meseci na slici 62.

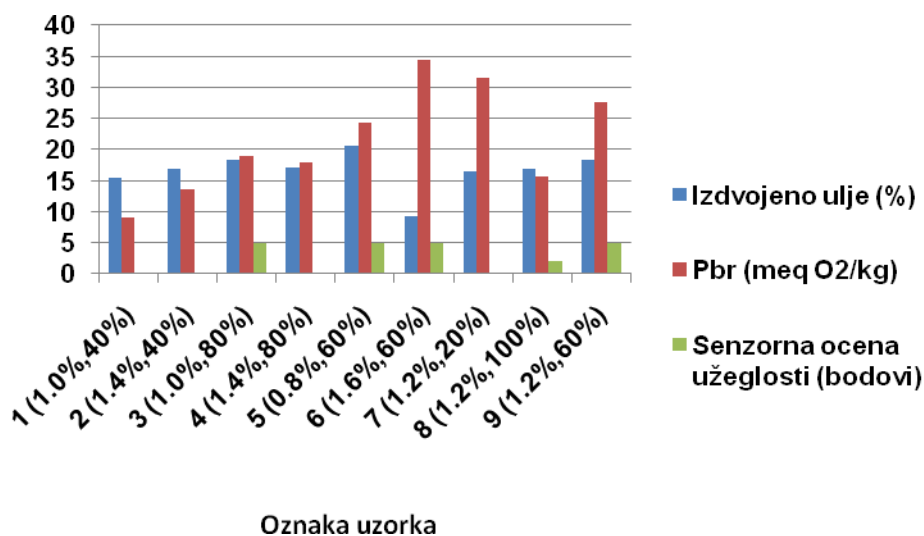


**Slika 60.** Sadržaj i kvalitet izdvojenog ulja nakon tri meseca skladištenja namaza pri sobnoj temperaturi



**Slika 61.** Sadržaj i kvalitet izdvojenog ulja nakon šest meseci skladištenja namaza pri sobnoj temperaturi

Izdvajanje ulja je prestalo nakon 6 meseci za sve uzorke osim uzorka 6 gde su promene, tj. izdvajanje ulja tek počelo posle trećeg meseca. Ovaj uzorak se pokazao najstabilnijim u pogledu izdvajanja ulja, pošto je sadržao najveću količinu stabilizatora (slika 61).



**Slika 62.** Sadržaj i kvalitet izdvojenog ulja nakon devet meseci skladištenja namaza pri sobnoj temperaturi

Posle tri meseca skladištenja svi uzorci su bili prihvatljivog izgleda u pogledu količine izdvojenog ulja (slika 60). Neki uzorci su imali manje ili više sjajnu površinu, uzorci oznake 3 i 5 su pokazali vidljivo izdvajanje ulja, dok su Pbr i senzorni kvalitet namaza bili prihvatljivi. U toku naredna 3 meseca skladištenja (ukupno 6 meseci), peroksidni broj je naglo porastao tako da su uzorci oznake 3 i 5 postali neprihvatljivi, a uzorci oznake 6 i 9 su bili u podmakloj fazi oksidacije (slika 61). Izdvojeno ulje je bilo izraženo u većem stepenu kod svih uzoraka, a primećeno je i kod uzorka 6. Nakon 6 meseci, uzorci oznake 1, 2, 4 i 7 su bili bez ikakvih tragova senzorne užeglosti, što se produžilo kao takvo do kraja posmatranja – nakon 9 meseci (slika 62). Ovo su izuzetno dobri rezultati u poređenju sa rezultatima drugih ispitivanja.

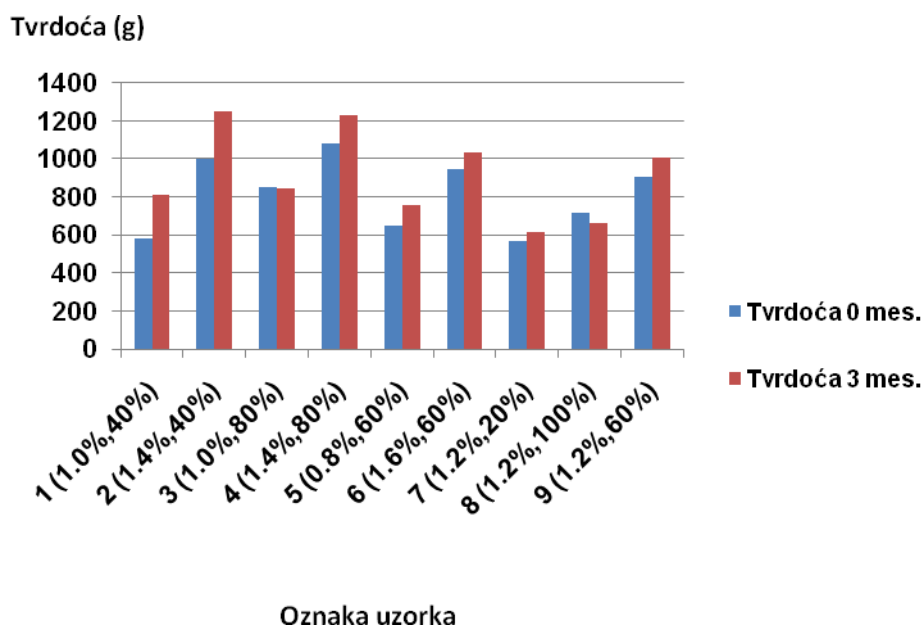
Stabilnost kikiriki maslaca stabilizovanog upotrebom palminog ulja je bilo praćena tokom 5 meseci skladištenja pri različitim temperaturama. Rezultati su pokazali da je došlo do veoma vidnog izdvajanja ulja (17%) i senzornih oksidativnih promena kod svih uzoraka, nakon 39 i 74 dana skladištenja (Gills and Resurrection, 2000).

Aryana i sar. (2003) su takođe ispitivali stabilnost kikiriki maslaca upotrebom palminog ulja i komercijalnog stabilizatora, praćenjem izdvajanja ulja u toku 23 nedelje, pri različitim temperaturama skladištenja. Autori su primetili da se već nakon sedme nedelje, pri temperaturi skladištenja od 21°C, formirao tanak, otvrdli sloj na dnu namaza. Nakon petnaest nedelja, ovaj sloj je bio vrlo primetan. Posle 23 nedelje, namazi su imali od 15 do 18% izdvojenog ulja, što je u skladu sa rezultatima ovih istraživanja (nakon 6 meseci skladištenja pri temperaturi od 21°C).

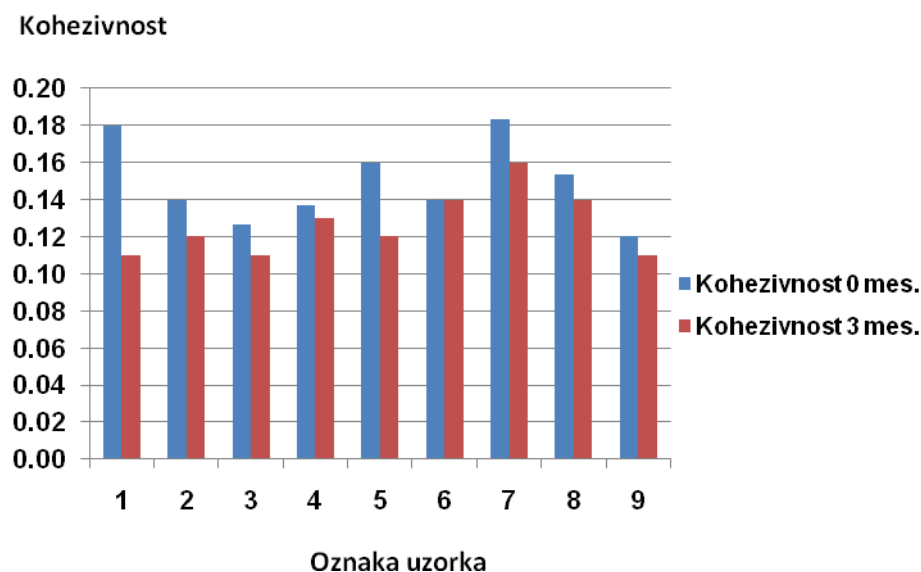
#### 4.5.6. Promena teksture namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca

Promena teksture svih uzoraka je utvrđena instrumentalnim merenjem (TPA) nakon 3 meseca čuvanja. Promena tvrdoće polaznih uzoraka i nakon 3 meseca se može videti na slici 68. Tvrdoća skoro svih uzoraka je neznatno porasla, što je bilo i očekivano, osim kod uzoraka oznake 1, 2 i 4. Tvrdoća je, međutim, još uvek bila u granicama prihvatljivosti, dok je najnižu vrednost imao uzorak oznake 7, a zatim uzorci oznake 8 i 5. Ovi rezultati su u skladu sa istraživanjima Kolanowski i sar. (2006), koji su takođe primetili blagi porast tvrdoće namaza na bazi repičinog i ribljeg ulja u toku 3 meseca skladištenja.

Kohezivnost svih uzoraka je neznatno opala sa vremenom, a najveće promene su pretrpeli uzorci oznake 1 i 5. Kohezivnost uzorka oznake 6 se uopšte nije promenila (slika 69).



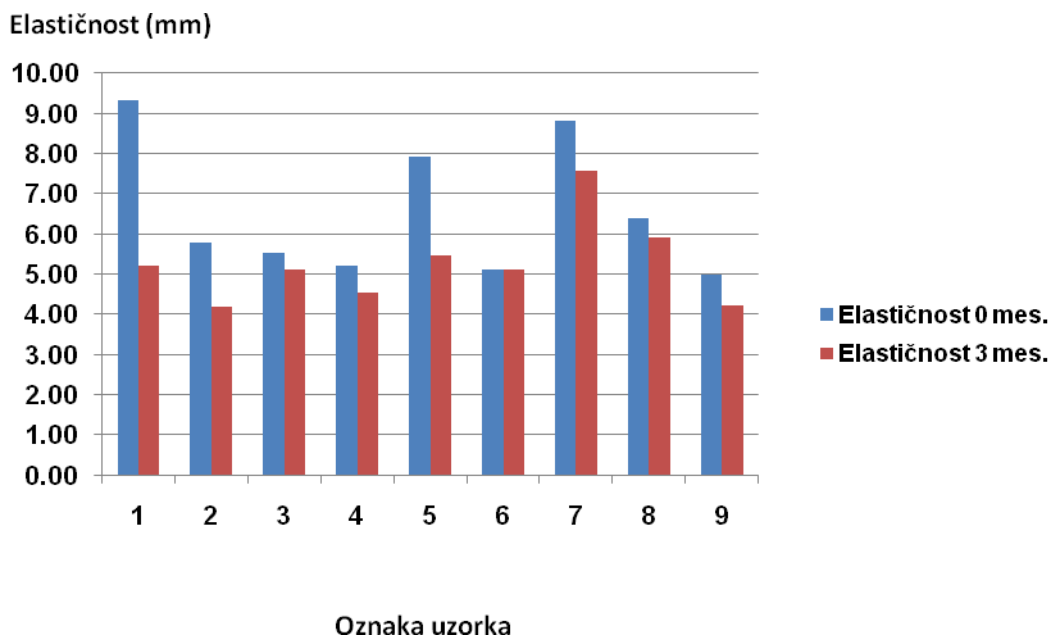
**Slika 63.** Promena tvrdoće namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca



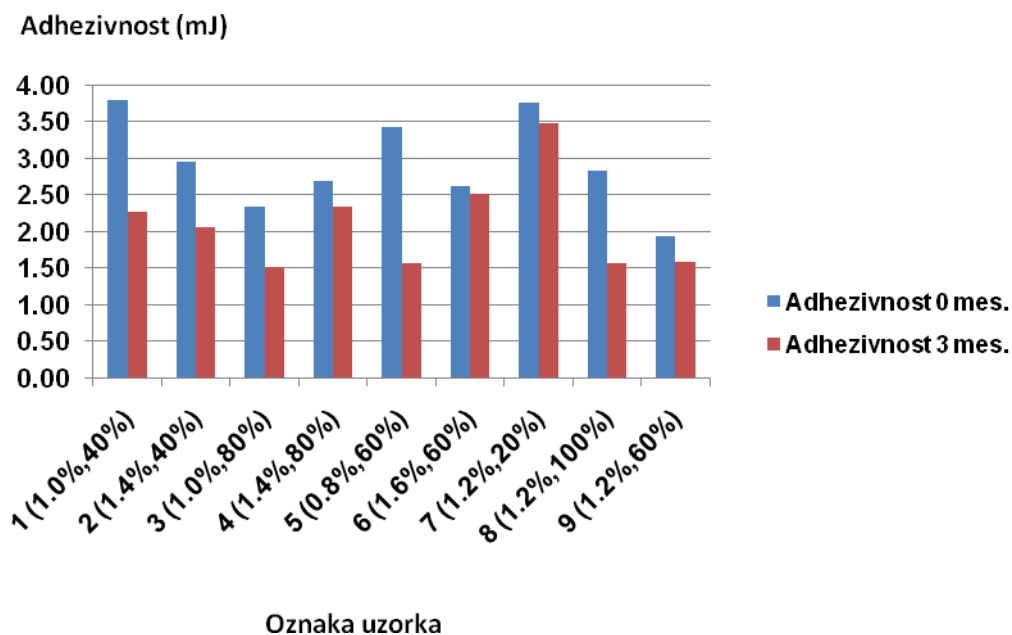
**Slika 64.** Promena kohezivnosti namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca

Elastičnost svih uzoraka se smanjila, sa neznatnim promenama na svim uzorcima, osim uzoraka oznake 1 i 5, čija se elastičnost izrazito smanjila, što nije bilo očekivano (slika 70).

Jedina osobina teksture, kod koje je opadanje vrednosti bilo povoljno, je adhezivnost, i slično kao u ostalim analizama, uzorci oznake 1 i 5 su pretrpeli drastične promene, dok su ostali uzorci imali manje promene, a uzorak oznake 6 je ostao nepromenjen (slika 71). Ovi rezultati su takođe u skladu sa istraživanjima Kolanowski i sar. (2006) (namazi na bazi repičinog i ribljeg ulja) i Yeh i sar. (2002) (kikiriki maslac) koji su приметили smanjenje adhezivnosti ispitivanih namaza u toku 3 meseca skladištenja.



**Slika 65.** Promena elastičnosti namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca



**Slika 66.** Promena adhezivnosti namaza tokom skladištenja u periodu od 3 meseca

#### **4.6. Završno razmatranje optimizacije procesa na osnovu rezultata odzivnih funkcija**

Metoda odzivnih površina je potvrđena kao veoma efikasan način za optimizaciju sadržaja ulja i stabilizatora u formulaciji namaza (sličan kikiriki maslacu) da bi se sprečilo izdvajanje ulja i dobila poželjna tekstura proizvoda. Sprovedena istraživanja u okviru ove teze su u skladu sa zaključcima autora Yeh i sar. (2003), po pitanju kreiranja modela za optimizaciju uslova i sastava namaza koji bi minimizirali adhezivnost, tvrdoću i izdvajanje ulja, a imali teksturu sličnu kikiriki maslacu.

Upoređivanjem rezultata ovih istraživanja sa rezultatima koje su dobili Lima i Guraya (2005), čiji je cilj bio da se dobije proizvod koji je sličan kikiriki maslacu optimizacijom suncokretovog namaza, može se videti da su njihovi namazi (koristeći isti stabilizator Dritex-C, ali pri većim koncentracijama) bili mnogo tvrđi, a pri tome ispoljili izdvajanje ulja na površini već nakon pripreme. Međutim, njihov matriks nije sadržao sledeće sastojke: maltodekstrin, chia seme i emulgator (Myvatex), što je verovatno uticalo na povoljno formiranje stabilne gel strukture, kao što je ranije već napomenuto.

Tehnološki proces proizvodnje namaza sa visokim sadržajem omega masnih kiselina je optimiziran koristeći višestruku numeričku i grafičku optimizaciju, upotrebom softvera koji je korišćen pri dizajniranju eksperimenata, da bi se utvrdile optimalne odzivne funkcije sa poželjnim vrednostima namaza. U tom smislu, nakon utvrđenog procesa i parametara proizvodnje, sadržaj komponenata namaza je optimiziran za maksimalnu vrednost sadržaja omega polinezasićenih masnih kiselina, indukcioni period, senzornu ocenu i sadržaj vitamina E, a minimiziran za peroksidni broj i izdvajanje ulja.

Takođe, sadržaj komponenata namaza je bio optimiziran za minimalnu vrednost tvrdoće, adhezivnosti, guminoznosti, dužine istezanja i viskoziteta, sa ciljem dobijanja maksimalne vrednosti za kohezivnost, elastičnost, žvakljivost i indeks elastičnosti sa stabilnošću sličnom onoj koju ima kikiriki maslac. Instrumentalna TPA metoda se potvrdila kao veoma efikasna tehnika pri izboru formulacija u prihvatljivom opsegu vrednosti za karakteristike teksture, što je takođe u skladu sa istraživanjima Dubost i sar. (2003).



Većina generisanih modela je adekvatno objasnila razlike između odziva sa zadovoljavajućim vrednostima  $R^2$  (minimum je bio  $R^2 > 0.81$ ). Regresiona analiza je pokazala da su se razlike između uticaja ispitivanih faktora uglavnom mogle objasniti kvadratnim modelima, a u nekim slučajevima lineranim modelima.

Ovi se modeli mogu smatrati adekvatnim jer je nivo verovatnoće za sve modele bio  $p < 0.05$ .

Regresioni modeli dobijeni u ovom radu se mogu koristiti za optimiziranje sadržaja komponenata namaza, kako za nutritivne, tako i za poželjne karakteristike teksture namaza.

Iz navedenog se može zaključiti da je suština optimizacije tehnološkog procesa proizvodnje masnog namaza na bazi mlevene pogače tikve ili drugog praškastog materijala (npr. kikiriki brašna) u optimizaciji sastava namaza, tj. količine dodatih stabilizatora i ulja. Na osnovu dobro odabranog sastava i količine komponenata namaza bi se moglo omogućiti dobijanje proizvoda sa unapred utvrđenim poželjnim kako nutritivnim, tako i teksturalnim karakteristikama.

## 5. ZAKLJUČCI

Na osnovu izvršenih ispitivanja i dobijenih rezultata se može zaključiti sledeće:

1. Pogača semena uljane tikve golice, koja zaostaje kao nusproizvod pri proizvodnji devičanskog ulja, je odličan izvor proteina visoke nutritivne i biološke vrednosti, što pokazuju dobijeni rezultati za količinu proteina od 50.21%, biološka vrednost 83.2, indeks esencijalnih amino kiselina 87.1, uz vrlo visoku svarljivost proteina (PER vrednost 2.36) i nutritivni indeks od 43.7. Pogača semena uljane tikve golice ovakvog sastava predstavlja veoma vrednu sirovinu za dalju valorizaciju u vidu proteinskih proizvoda za humanu ishranu.
2. Sastav amino kiselina proteina je vrlo povoljan i uporediv sa objavljenim literaturnim podacima. Prva deficitarna (limitirajuća) amino kiselina je triptofan, sa hemijskom ocenom 9, a druga limitirajuća amino kiselina je lizin (hemijska ocena 39), pri čemu je odnos leucina i izoleucina 1.8, što ukazuje na dobar kvalitet proteina.
3. Pogača je veoma bogata mineralima, pri čemu se za dobijeni namaz, prema Pravilniku o deklarisanju upakovanih namirnica, može reći da imaju izuzetno visok sadržaj fosfora (>100% dnevnih potreba), gvožđa (74.5% dnevnih potreba) i cinka (58.5% dnevnih potreba). Pogača takođe sadrži velike količine magnezijuma, mangana i bakra, za razliku od kikiriki maslaca, čije su vrednosti za ove minerale bile ispod nivoa za ovakvo deklarisanje.
4. Devičansko tikvino ulje u sastavu namaza je bogato omega-6 masnim kiselinama (51.04%) i  $\gamma$ -tokoferolima (704 mg/kg).
5. Konopljino ulje korišćeno u formulaciji namaza je bogato omega-6 (55.13%) i omega-3 (17.75%) masnim kiselinama, u odnosu 3:1, koji savršeno odgovara preporukama nutricionista i brojnih istraživača za kvalitetnu ishranu. Konopljino ulje je takođe bogato  $\gamma$ -tokoferolima (777 mg/kg), a sadrži i

značajne količine  $\delta$ -tokoferola (7.84 mg/kg), koji pružaju dobru zaštitu protiv oksidacije.

6. Chia seme je izuzetno bogato omega-3 (61.12%) masnim kiselinama, uz značajnu količinu omega-6 (20.13%) MK, kao i esencijalnom amino kiselinom lizinom (4.4 mg/100 g).
7. Ova istraživanja su pokazala da se nusproizvod, kao što je pogača semena uljane tikve goliće, može uspešno upotrebiti za pripremu proteinskog namaza za ljudsku ishranu – dodatkom jestivih ulja specifičnog masnokiselinskog profila. Ovakav namaz je svojim izgledom i karakteristikama sličan kikiriki maslacu, ali je znatno kvalitetniji sa aspekta nutritivne vrednosti.
8. Primenom dvofaktorskog eksperimentalnog dizajna na pet nivoa i analizom odzivnih površina (RSM metoda), mogu se dobiti matematički modeli koji mogu uspešno da predvide rezultate za sve značajne ispitivane odzivne funkcije karakteristika namaza.
9. Senzorna ocena svih uzoraka je bila povoljna za ovakav tip proizvoda, međutim, zbog vrlo malih senzornih razlika između uzoraka, nije bilo moguće optimizirati proces na osnovu ove odzivne funkcije.
10. Količina dodatog konopljinog ulja veoma utiče na senzornu ocenu proizvoda u smislu ukusa i teksture. Najviša prosečna senzorna ocena je dodeljena uzorku oznake 3 (sa 80% konopljinog ulja u sastavu uljne faze) 17.9 bodova, a namaz oznake 7 (sa najmanjim sadržajem konopljinog ulja 20%) je ocenjen najmanjom ocenom od 17.5 bodova.
11. Količina dodatog konopljinog ulja ima znatan uticaj na oksidativnu stabilnost namaza, kao što je peroksidni broj. Sa porastom količine konopljinog ulja u sastavu namaza smanjuje se oksidativna stabilnost namaza, odnosno raste peroksidni broj. Najviša vrednost peroksidnog broja je zabeležena kod uzorka 8 (6.20 meq O<sub>2</sub>/kg).

12. Rok trajanja namaza zavisi od stepena oksidacije ulja u sastavu proizvoda, pre svega od količine dodatog konopljinog ulja i može biti najduže do 6 meseci, pri sobnoj temperaturi skladištenja.
13. Izdvajanje ulja na površini namaza zavisi od količine dodatog stabilizatora. Najbolji rezultati su postignuti dodatkom 1.6% stabilizatora (uzorak oznake 6 ni nakon 3 meseca nije pokazao znake izdvajanja ulja). Optimalna vrednost za minimalno izdvajanje ulja je namaz sa sadržajem stabilizatora od 1.2-1.4% uz 40-60% dodatog konopljinog ulja.
14. Svi proizvedeni namazi su sadržali omega-3 masne kiseline uz mogućnost deklarisanja kao „izvor omega-3 PNMK“, od kojih su neki uzorci imali vrlo visok sadržaj (0.98 i 1.24 g) po konzumnoj jedinici (15 g).
15. Svi proizvedeni namazi su sadržali omega-6 masne kiseline, od kojih su neki uzorci imali visok sadržaj po konzumnoj jedinici (2.5-3 g), uz mogućnost deklarisanja kao „izvor omega-6 PNMK“.
16. Svi namazi su imali odlično izbalansiran odnos između omega-6 i omega-3 masnih kiselina (2-3:1), izuzev jednog uzorka (uzorak oznake 7).
17. Sadržaj proteina namaza po konzumnoj jedinici, (oko 4 g), je bio viši od sadržaja proteina u kikiriki maslacu (oko 3 g).
18. Optimizacijom eksperimenata je utvrđeno da bi za dobijanje najprihvatljivijih uzoraka sa aspekta nutritivnog i senzornog kvaliteta, stabilnosti i TPA teksture, optimalni uslovi za novi proizvod u vidu namaza bili sa dodatkom:
  - a. 1% stabilizatora i 40% konopljinog ulja (uzorak oznake 1)
  - b. 1.4% stabilizatora i 40% konopljinog ulja (uzorak oznake 2)
  - c. 1.4% stabilizatora i 80% konopljinog ulja (uzorak oznake 4) i
  - d. 1.2% stabilizatora i 20% konopljinog ulja (uzorak oznake 7).

19. Uzorci oznake 1 (1% stabilizatora i 40% konopljinog ulja) i 7 (1.2% stabilizatora i 20% konopljinog ulja) su bili najpribližniji kontrolnom uzorku kikiriki maslaca po teksturi.
20. Ovim istraživanjima je potvrđeno da se instrumentalna TPA analiza može uspješno koristiti za predviđanje teksture proizvoda tipa proteinskog namaza i izvršiti upoređenje sa kontrolnim uzorkom za tačniju formulaciju proizvoda.
21. Potvrđena je izuzetno dobra korelacija između instrumentalne TPA tvrdoće, adhezivnosti, kohezivnosti, elastičnosti i žvakljivosti namaza.
22. Guminoznost i viskozitet nisu važne karakteristike teksture za ispitivani namaz na bazi mlevene pogače semena tikve golice.
23. Dodatak chia semena je obezbedio viši nivo omega-3 masnih kiselina i predstavljao je izvor vlakana u namazima. Osim toga, doprineo je uticaju na formiranje bolje strukture i stabilnosti namaza, tj. zadržavanja ulja u proteinsko-ugljenohidratnom matriksu.
24. S obzirom na činjenicu da je potrošnja kikiriki maslaca u daljem usponu, a da potrošači sve više traže alternativne namaze koji ne sadrže alergene i imaju bolji nutritivni sastav, dobijeni proizvod bi se mogao plasirati na tržištu kao nova funkcionalna hrana (bogata proteinima, mineralima i omega masnim kiselinama).

## REZIME ZAKLJUČAKA

Ova istraživanja su pokazala da se od pogače semena tikve golice, koja zaostaje kao nusprodukt pri proizvodnji devičanskog ulja, može proizvesti visokokvalitetan namaz iz grupe funkcionalne hrane, vrlo jednostavnim i ekonomičnim tehnološkim procesom, koji bi mogao biti deklarisan kao proizvod „bogat omega-6 i omega-3 masnim kiselinama“. Osim toga, dobijeni namazi su imali odličan odnos između omega-6 i omega-3 masnih kiselina (2-3:1), prema preporukama nutricionista i principima savremene i kvalitetne ishrane. Primenom dvofaktorskog eksperimentalnog dizajna na pet nivoa i metodom odzivnih površina, mogu se dobiti statistički značajni matematički modeli koji mogu uspešno da predvide rezultate za sve značajne ispitivane odzivne funkcije namaza. Dobijeni proizvod, sa rokom trajanja od 6 meseci, čuvan pri sobnoj temperaturi (21°C), bi se mogao plasirati na tržištu kao funkcionalna hrana (bogata proteinima, mineralima i omega masnim kiselinama), s obzirom na to da ne sadrži alergene, a uz to ima bolji nutritivni sastav od kikiriki maslaca, koji je trenutno najpopularniji namaz na bazi uljarica.

Ova istraživanja doprinose dizajniranju procesa za iskorišćenje pogače tikve golice na osnovu proširenog i obogaćenog saznanja o upotrebi instrumentalne metode analize teksture za predviđanje teksture namaza na bazi ulja.

## 6. LITERATURA

- 1 Abegaz E.G., Kerr W. L. and Koehler P. E. (2004). The role of moisture in flavor changes of model peanut confections during storage. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie* 37 (2) : 215-225.
- 2 Abuzaytoun R. and Shahidi F. (2006). Oxidative stability of flax and hemp oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83 (10) : 855-61.
- 3 Akubulut M. and Hacer Ç. (2008). Physicochemical and rheological properties of sesame pastes (tahin) processed from hulled and unhulled roasted sesame seeds and their blends at various levels. *Journal of Food Process Engineering* 31 (4) : 488-502.
- 4 Al-Zuhair H., El-Fattah A.A.A. and El Latif H.A.A. (1997). Efficacy of simvastatin and pumpkin-seed oil in the management of dietary-induced hypercholesterolemia. *Pharmacological Research* 35 (5) : 403-408.
- 5 Anderson B.M. and Ma D.W.L. (2009). Are all n-3 polyunsaturated fatty acids created equal? *Lipids in Health and Disease* (8) : 33.
- 6 Anwar F., Latif S. and Ashraf M. (2006). Analytical characterization of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83 (4) : 323-329.
- 7 AOAC (1995, 1997, 2000). Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, DC.
- 8 AOCS (1997). American Oil Chemist's Society. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society. 5<sup>th</sup> edition. Champaign, Illinois.
- 9 Applequist W.L., Avula B., Schaneberg B.T., Wang Y.H. and Khan I.A. (2006). Comparative fatty acid content of seeds of four *Cucurbita* species grown in a common (shared) garden. *Journal of Food Composition and Analysis* 19 (6) : 606-611.
- 10 Aryana K.J., Resurreccion A.V.A., Chinnan M.S. and Beuchat L.R. (2003). Functionality of palm oil as a stabilizer in peanut butter. *Journal of Food Science* 68 (4) : 1301-1307.
- 11 Aryana K.J., Resurreccion A.V.A., Chinnan M.S. and Beuchat L.R. (2000). Microstructure of peanut butter stabilized with palm oil. *Journal of Food Processing and Preservation* 24 (3) : 229-241.

- 12 Asiegbu J.E. (1987). Some biochemical evaluation of fluted pumpkin seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 40 (2) : 151-155.
- 13 Ayerza Ricardo. (1995). Oil content and fatty acid composition of chia (*Salvia hispanica* L.) from five northwestern locations in Argentina. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 72 : 1079-81.
- 14 Badifu G.I.O. (2001). Effect of processing on proximate composition, antinutritional and toxic contents of kernels from *cucurbitaceae* species grown in Nigeria. *Journal of Food Composition and Analysis* 14 (2) : 153-161.
- 15 Badifu G.I.O. (1991). Chemical and Physical Analyses of Oils from Four Species of Cucurbitaceae. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 68 (6) : 428-432.
- 16 Baş D. and Boyaci I.H. (2007). Modeling and optimization I: Usability of response surface methodology. *Journal of Food Engineering* 78 (3) : 836-845.
- 17 Berenji J. (Ed.)(2011). Uljana tikva – *Cucurbita pepo* L. Monografija. Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.
- 18 Bezold T.N., Loy J.B. and Minocha S.C. (2003). Changes in the cellular content of polyamines in different tissues of seed and fruit of a normal and hull-less seed variety of pumpkin during development. *Plant Science* 164 : 743-752.
- 19 Bhagya S. and Sastry M.C.S. (2003). Chemical, functional and nutritional properties of wet dehulled niger (*Guizotia abyssinica* Cass.) seed flour. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie* 36 : 703-708.
- 20 Blade S.F., Ampong-Nyarko K. and Przybylski R. (2005). Fatty acid and tocopherol profiles of industrial hemp cultivars grown in the high latitude prairie region of Canada. *Journal of Industrial Hemp* 10 (2) : 33-43.
- 21 Blagrove R.J. and Lilley G.G. (1980). Characterisation of cucurbitin from various species of the Cucurbitaceae. *European Journal of Biochemistry* 103 (3) : 577-584.
- 22 Bócsa I., Finta-Korpelová Z. and Máthé P. (2005). Preliminary results of selection for seed oil content in hemp (*Cannabis sativa* L.). *Journal of Industrial Hemp* 10 (1) : 5-15.
- 23 Boodhoo M. V., Humphrey K. L., and Narine S. S. (2009). Relative hardness of fat crystal networks using force displacement curves. *International Journal of Food Properties* 12 (1) : 129–144.
- 24 Bourne M.C. (2002). Food texture and viscosity - concept and measurement. (2<sup>nd</sup> ed). Academic Press, New York.



- 25 Brigelius-Flohé R. and Traber M.G. (1999). Vitamin E: Function and metabolism. *FASEB Journal* 13 (10) : 1145-1155.
- 26 Brookfield Texture PRO CT Operating Instructions Manual No. M08-373. (2009). Brookfield Engineering Laboratories, Inc., USA.
- 27 Burnett S. L, Gehm, E. R. and Weissinger W. R. (2000). Survival of salmonella in peanut butter and peanut butter spread. *Journal of Applied Microbiology* 89 (3) : 472-477.
- 28 Bushway A.A., Belyea P.R. and Bushway R. J. (1981). Chia seed as a source of oil, polysaccharide, and protein. *Journal of Food Science* 46 (5):1349-1350.
- 29 Bushway A.A., Wilson A.M., Houston L. and Bushway R.J. (1984). Selected properties of the lipid and protein fractions from chia seed. *Journal of Food Science* (49) : 555-557.
- 30 Caili F., Huan S. and Quanhong L. (2006). A review on pharmacological activities and utilization technologies of pumpkin. *Plant Foods for Human Nutrition* 61 : 73-80.
- 31 Callaway J.C. (2004). Hempseed as a nutritional resource: An overview. *Euphytica* 140 (1-2) : 65-72.
- 32 Caramez S.M.B., Stefani M., Medeiros J.D., Vieira M.A., Brüske G.R., De Francisco A. and Amante E.R. (2008). Softening of pumpkin seeds (*Cucurbita Moschata*) by alkaline maceration. *Journal of Food Process Engineering* 31 (4) : 431-442.
- 33 Carpenter A.P. (1979). Determination of tocopherols in vegetable oils. *Journal of the American Oil Chemists Society* 56 (7) : 668-671.
- 34 Castillo R.M., Ramirez L.E. and Chalala M. (2006). Preliminary phytochemical characterization of *Cucurbita pepo* L. cultivated in Cuba. *Revista Cubana de Plants Medicinales* 11(3-4).
- 35 CFIA Nutrition Labelling Guide. [www.inspection.gc.ca](http://www.inspection.gc.ca) (2009).
- 36 Chronakis I.S. (1998). On the molecular characteristics, compositional properties, and structural-functional mechanisms of maltodextrins: a review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition* 38 (7) : 599-637.
- 37 Chu C.A. and Resurreccion A.V.A. (2004). Optimization of a chocolate peanut spread using response surface methodology (RSM). *Journal of Sensory Studies* 19 (3) : 237-260.

- 38 Chu C.A. and Resurreccion A.V.A. (2005). Sensory profiling and characterization of chocolate peanut spread using response surface methodology. *Journal of Sensory Studies* 20 (3) : 243-274.
- 39 Colman P.M., Suzuki E. and Van Donkelaar A. (1980). The structure of cucurbitin: subunit symmetry and organization *in situ*. *European Journal of Biochemistry* 103 : 585-588.
- 40 Connor W.E. (2000). Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition* 71 (1) : 171S-175S.
- 41 Crippen K.L., Hamann D.D. and Young C.T. (1989). Effects of grind size, sucrose concentration and salt concentration on peanut butter texture. *Journal of Texture Studies* 20 (1) : 29-41.
- 42 Dalton A., Witthuhn R.C., Smuts C.M., Wolmarans P. and Nel D.G. (2006). Development, microbiological content and sensory analysis of a spread rich in n-3 fatty acids. *Food Research International* 39 (5) : 559-567.
- 43 Das U.N. (2006). Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnology Journal* 1 (4) : 420-439.
- 44 Daubert C.R., Tkachuk J.A. and Truong V.D. (1998). Quantitative measurement of food spreadability using the vane method. *Journal of Texture Studies* 29 (4) : 427-435.
- 45 Đaković Lj. (1985). Koloidna hemija. Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- 46 Di Monaco R., Giancone T., Cavella S. and Masi P. (2008). Predicting texture attributes from microstructural, rheological and thermal properties of hazelnut spreads. *Journal of Texture Studies* 39 (5) : 460-479.
- 47 Di Monaco R., Cavella S. and Masi P. (2008a). Predicting sensory cohesiveness, hardness and springiness of solid foods from instrumental measurements. *Journal of Texture Studies* 39 (2) : 129-149.
- 48 Dimić E. (2005). Hladno ceđena ulja. Monografija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad.
- 49 Dimić E., Romanić R. and Vujasinović V. (2009). Essential fatty acids, nutritive value and oxidative stability of cold pressed hempseed (*Cannabis sativa* L.) oil from different varieties. *Acta Alimentaria* 38 (2) : 229-236.
- 50 Dimić E., Romanić R., Vujasinović V. i Berenji J. (2008). Održivost hladno presovanog ulja semena uljane tikve golice. *Uljarstvo* 39 (1-2) : 17-26.

- 51 Dimić E., Vujasinović V., Romanić R. and Parenta G. (2009a). Održivost hladno presovanog i devičanskog ulja semena tikve golice. 50. Savetovanje industrije ulja, "Proizvodnja i prerada uljarica", *Zbornik radova*, pp. 167-172, Herceg Novi.
- 52 Dimić, E., Romanić R., Peričin, D. and Panić, B. (2006). Ispitivanje mogućnosti valorizacije nusproizvoda prerade semena uljane tikve golice. *Uljarstvo* 37 (3-4) : 29-35.
- 53 Dokić Lj., Dimić E., Romanić R. and Nikolić I. (2009). Reološke karakteristike namaza od tikve golice. 50. Savetovanje industrije ulja, "Proizvodnja i prerada uljarica", *Zbornik radova*, pp. 213 - 218, Herceg Novi.
- 54 Dreher M.L., Schantz R.M., Holm E.T. and Frazier R.A. (1983). Sunflower butter: Nutritional evaluation and consumer acceptance. *Journal of Food Science* 48 (1) : 237-239.
- 55 Dubost N.J., Shewfelt R.L. and Eitenmiller R.R. (2003). Consumer acceptability, sensory and instrumental analysis of peanut soy spreads. *Journal of Food Quality* 26 (1) : 27-42.
- 56 Eidhin D.Ní., Burke J. and O'Beirne D. (2003). Oxidative stability of  $\omega$ 3-rich camelina oil and camelina oil-based spread compared with plant and fish oils and sunflower spread. *Journal of Food Science* 68 (1) : 345-353.
- 57 El-Adawy T.A. and Taha K.M. (2001). Characteristics and composition of different seed oils and flours. *Food Chemistry* 74 (1) : 47-54.
- 58 El-Soukkary F.A.H. (2001). Evaluation of pumpkin seed products for bread fortification. *Plant Foods for Human Nutrition* 56 (4) : 365-384.
- 59 Esuoso K., Lutz H., Kutubuddin M. and Bayer E. (1998). Chemical composition and potential of some underutilized tropical biomass. I: Fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis*). *Food Chemistry* 61 (4) : 487-492.
- 60 Evon Ph., Vandenbossche V., Pontalier P.Y. and Rigal L. (2009). Aqueous extraction of residual oil from sunflower press cake using a twin-screw extruder: Feasibility study. *Industrial crops and products* 29 (2-3) : 455-465.
- 61 FAO/WHO. (1973). Energy and protein requirements. Food and Agriculture Organization Nutrition meeting report Series 52. Rome: *World Health Organization Technical Report Series*, 522.
- 62 Felland S.L. and Koehler P.E. (1997). Sensory, chemical, and physical changes in increased water activity peanut butter products. *Journal of Food Quality* 20 (2) : 145-156.

- 63 Friedman H.H., Whitney J.E. and Szczesniak A.S. (1962). The texturometer - a new instrument for objective texture measurement. *Journal of Food Science* 28 : 390-396.
- 64 Fruhwirth G.O. and Hermetter A. (2007). Seeds and oil of the styrian oil pumpkin: components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109 : 1128-1140.
- 65 Fruhwirth G.O. and Hermetter A. (2008). Production technology and characteristics of styrian pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 : 637-644.
- 66 Galvao L.C.A., Lopez A. and Williams H.L. (1976). Essential mineral elements in peanuts and peanut butter. *Journal of Food Science* 41 (6) : 1305-1307.
- 67 Gebauer S., Harris W.S., Kris-Etherton P.M. and Etherton T.D. (2005). Dietary n-6:n-3 Fatty acid ratio and Health. In Akoh, C.C. and Lai, O-M. (Eds.), *Healthful Lipids*, AOCS Press, pp. 221-248.
- 68 Giami S.Y. and Isichei I. (1999). Preparation and properties of flours and protein concentrates from raw, fermented and germinated fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition* 54 (1) : 67-77.
- 69 Giami S.J. and Bekebain D.A. (1992). Proximate composition and functional properties of raw and processed full-fat fluted pumpkin (*Telfairia Occidentalis*) seed flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 59 (3) : 321-325.
- 70 Giami S.Y. and Barber L. (2004). Utilization of protein concentrates from ungerminated and germinated fluted pumpkin (*Telfairia Occidentalis* Hook) seeds in cookie formulations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84 (14) : 1901-1907.
- 71 Giami S.Y. (2003). Nutritional evaluation of germinated fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seeds. *Plant Foods for Human Nutrition* 58 (3) : 1-9.
- 72 Giami S.Y., Achinewhu S.C. and Ibaakee C. (2005). The quality and sensory attributes of cookies supplemented with fluted pumpkin (*Telfairia Occidentalis* Hook) seed flour. *International Journal of Food Science and Technology* 40 : 613-620.
- 73 Giami S.Y., Mepba H.D., Kiin-Kabari D.B. and Achinewhu S.C. (2003a). Evaluation of the nutritional quality of breads prepared from wheat-fluted pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seed flour blends. *Plant Foods for Human Nutrition* 58 (3) : 1-8.
- 74 Gills L.A. and Resurreccion A.V.A. (2000). Sensory and physical properties of peanut butter treated with palm oil and hydrogenated vegetable oil to prevent oil separation. *Journal of Food Science* 65 (1) : 173-180.

- 75 Gills L.A. and Resurreccion A.V.A. (2000a). Overall acceptability and sensory profiles of unstabilized peanut butter and peanut butter stabilized with palm oil. *Journal of Food Processing and Preservation* 24 (6) : 495-516.
- 76 Glew R. H., Glew R.S., Chuang L.-T., Huang Y.-S., Millson M., Constans D. and Vanderjagt D.J. (2006). Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita spp*) and *Cyperus esculentus* nuts in the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition* 61 : 51-56.
- 77 Glibowski P., Zarzycki P. and Krzepkowska, M. (2008). The rheological and instrumental textural properties of selected table fats. *International Journal of Food Properties* 11 (30) : 678-686.
- 78 Gossell-Williams M., Davis A. and O'Connor N. (2006). Inhibition of testosterone-induced hyperplasia of the prostate of sprague-dawley rats by pumpkin seed oil. *Journal of Medicinal Food* 9 (2) : 284-286.
- 79 Gossell-Williams M., Lyttle K., Clarke T., Gardner M. and Simon O. (2008). Supplementation with pumpkin seed oil improves plasma lipid profile and cardiovascular outcomes of female non-ovariectomized and ovariectomized sprague-dawley rats. *Phytotherapy Research* 22 (7) : 873-877.
- 80 Grompone M.A. (2005). Sunflower Oil. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition*, John Wiley & Sons, Inc. pp. 655-730.
- 81 Guinda Á., Dobarganes C.M., Ruiz-Mendez V. M. and Mancha M. (2003). Chemical and physical properties of a sunflower oil with high levels of oleic and palmitic acids. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105 : 130-137.
- 82 Haiyan Z., Bedgood D.R.Jr., Bishop A.G., Prenzler P.D. and Robards K. (2007). Endogenous biophenol, fatty acids and volatile profiles of selected oils. *Food Chemistry* 100 : 1544-1551.
- 83 Hamed S.Y., El Hassan N.M., Hassan A.B., Eltayeb M.M. and Babiker E.E. (2008). Nutritional evaluation and physiochemical properties of processed pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook) seed flour. *Pakistan Journal of Nutrition* 7 (2) : 330-334.
- 84 Hayakawa M. and Deman J. M. (1982). Interpretation of cone penetrometer consistency measurements of fats. *Journal of Texture Studies* 13 : 201-210.
- 85 Heath M.R. and Prinz J.F. (1999). Oral processing of foods and the sensory evaluation of texture. In Rosenthal, A.J. (Ed.), *Food texture-measurement and perception*, Springer – Verlag, pp. 18-29.

- 86 Henry W.F., Katz M.H., Pilgrim F.J. and May A.T. (1971). Texture of semi-solid foods: sensory and physical correlates. *Journal of Food Science* 36 : 155-161.
- 87 Hinds M.J., Chinnan M.S. and Beuchat L.R. (1994). Unhydrogenated palm oil as a stabilizer for peanut butter. *Journal of Food Science* 59 (4) : 816-820 & 832.
- 88 Hiromi Y., Shougaki Y., Hirakawa Y., Tomiyama Y. and Mizushina Y. (2004). Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species in the kernels of pumpkin (*Cucurbita* spp) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84 (2) : 158-163.
- 89 Hornstra G. (1999). Lipids in functional foods in relation to cardiovascular disease. *Fett- Lipid* 101 (12) : 456-466.
- 90 How J. and Young C.T. (1985). Factors affecting peanut butter preference. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 62 (3) : 538-540.
- 91 ISO (2000 (E)). Sensory analyses – Vocabulary. International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, No 5492.
- 92 Ixtaina V.Y., Nolasco S.M. and Tomas M.C. (2008). Physical properties of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Industrial Crops and Products* 28 (3) : 286-293.
- 93 Jiju A. (2003). Design of Experiments for Engineers and Scientists. Elsevier Publishing Ltd.
- 94 Juranović I., Breinhoelder P. and Steffan I. (2003). Determination of trace elements in pumpkin seed oils and pumpkin seeds by ICP-AES. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* 18 (1) : 54-58.
- 95 Kamal-Eldin A. (2005). Minor components of fats and oils. In Shahidi F. (ed), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 319-359.
- 96 Kamal-Eldin, A. (2006). Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils. *European Journal of Lipid Science and Technology* 58 (12) : 1051-1061.
- 97 Kapoor R. and Nair H. (2005). Gamma Linolenic Acid Oils. In Shahidi F. (ed), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 67-119.
- 98 Khattab R.Y., Arntfield S.D. and Nyachoti C.M. (2009). Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments, Part 1: Protein quality evaluation. *LWT - Food Science and Technology* 42 (6) : 1107-1112.
- 99 Khattab R.Y. and Arntfield S.D. (2009). Functional properties of raw and processed canola meal. *LWT-Food Science and Technology* 42(6) : 1119-1124.

- 100 Kokini J.L. and Dickie A. (1982). A model of food spreadability from fluid mechanics. *Journal of Texture Studies* 13 : 211-227.
- 101 Kolanowski W., Jaworska D. and Weissbrodt J. (2006). Texture assessment of industrially produced spreadable fat fortified with fish oil. *International Journal of Food Engineering* 2(5) : Article 4, 1-10.
- 102 Košťálová Z., Hromádková Z. and Ebringerová A. (2009). Chemical evaluation of seeded fruit biomass of oil pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *Styriaca*). *Chemical papers* 63 (4) : 406-413.
- 103 Kreft I., Stibilj V. and Trkov Z. (2002). Iodine and selenium contents in pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) oil and oil-cake. *European Food Research and Technology* 215 (4) : 279–281.
- 104 Kriese U., Schumann E., Weber W.E., Beyer M., Brühl L. and Matthäus B. (2004). Oil content, tocopherol composition and fatty acid patterns of the seeds of 51 *Cannabis sativa* L. genotypes. *Euphytica* 137 (3) : 339-351.
- 105 Labuza T.P. and Altunakar B. (2007). Water activity in foods. Fundamentals and Applications. Edited by Barbosa-Cánovas, G.V., pp. 109-154.
- 106 Lampi A.-M., Hopia A. and Piironen V. (1997). Antioxidant activity of minor amounts of  $\gamma$ -tocopherol in natural triacylglycerols. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74 (5) : 549-555.
- 107 Lampi A.M. and Kamal-Eldin A. (1998). Effect of alpha- and gamma-tocopherols on thermal polymerization of purified high-oleic sunflower triacylglycerols. *Journal of the American Oil Chemists Society* 75 (12) : 1699-1703.
- 108 Lands W.E.M. (2005). Essential fatty acid metabolism to self-healing agents. In *Healthful Lipids*, (Eds. Akoh, C.C. and Lai, O-M.), AOCS Press, pp. 204-220.
- 109 Laufenberg G., Rosato P. and Kunz B. (2004). Adding value to vegetable waste: oil press cakes as substrates for microbial decalactone production. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106 (4) : 207-217.
- 110 Lazos E. S. (1986). Nutritional, fatty acid, and oil characteristics of pumpkin and melon seeds. *Journal of Food Science* 51 (5) : 1382-1383.
- 111 Lee C.M. and Resurreccion A.V.A. (2001). Improved correlation between sensory and instrumental measurement of peanut butter texture. *Journal of Food Science* 67 (5) : 1939-1949.
- 112 Leizer C., Ribnicky D., Poulev A., Dushenkov S. and Raskin I. (2000). The composition of hemp seed oil and its potential as an important source of nutrition. *Journal of Nutraceuticals, Functional and Medical Foods* 2 (4) : 35-53.

- 113 Lelley T., Loy B. and Murkovic M. (2009). Hull-less oil seed pumpkin. In Vollmann J. and Rajcan I. (Eds.), *Oil Crops, Handbook of Plant Breeding 4*, Springer Science+Business Media.
- 114 Leson G. (2006). Hemp foods in North America: Status and joint industry research. *Journal of Industrial Hemp* 11(1) : 87-93.
- 115 Lima I.M., Guraya H.S. and Champagne E.T. (2000). Improved peanut flour for a reduced-fat peanut butter product. *Journal of Food Science* 65 (5) : 854-861.
- 116 Lima I.M. and Guraya H.S. (2005). Optimization analysis of sunflower butter. *Journal of Food Science* 70 (6) : s365-s370.
- 117 Lin M.J.Y., Humbert E.S. and Sosulski F.W. (1974). Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science* 39 : 368-370.
- 118 Longe O.G., Farinu G.O. and Fetuga B.L. (1983). Nutritional value of the fluted pumpkin (*Telfaria Occidentalis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 31 (5) : 989-992.
- 119 Makni M., Fetoui H., Gargouri N.K., Garoui E.M., Jaber H., Makni J., Boudawara T. and Zeghal N. (2008). Hypolipidemic and hepatoprotective effects of flax and pumpkin seed mixture rich in  $\omega$ -3 and  $\omega$ -6 fatty acids in hypercholesterolemic rats. *Food and Chemical Toxicology* 46 (12) : 3714-3720.
- 120 Mandl A., Reich G. and Lindner W. (1999). Detection of adulteration of pumpkin seed oil by analysis of content and composition of specific  $\Delta$ 7-phytosterols. *European Food Research and Technology* (209) : 400-406.
- 121 Mansour E.H., Dworschák E., Lugasi A., Barna E. and Gergely A. (1993). Nutritive value of pumpkin (*Cucurbita Pepo* Kakai 35) seed products. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 61 (1) : 73-78.
- 122 Mansour E.H., Dworschák E., Huszka T., Hóvári J. and Gergely, A. (1996). Utilization of pumpkin seed and rapeseed proteins in the preparation of Bologna type sausages. *Acta Alimentaria* 25(1) : 25-36.
- 123 Markovic V.V. and Bastic L.V. (1976). Characteristics of pumpkin seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 53 (1) : 42-44.
- 124 Matthäus B. and Spener F. (2008). What we know and what we should know about virgin oils – a general introduction. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 (7) : 597-601.



- 125 Matthäus B, Brühl L. (2008). Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. *European Journal of Lipid Science and Technology* 110 (7) : 655-661.
- 126 McNeill K. L., Sanders T.H., Gail H. and Civille V.G. (2000). Using focus groups to develop a quantitative consumer questionnaire for peanut butter. *Journal of Sensory Studies* 15 (2) : 163-178.
- 127 McNeill Kay L., Sanders T.H., Gail H. and Civille V.G. (2002). Descriptive analysis of commercially available creamy style peanut butters. *Journal of Sensory Studies* 17 (5) : 391-414.
- 128 McWatters K.H., Young C. T. (1978). Quality and compositional characteristics of stabilized, unstabilized, and imitation peanut butter. *Journal of Food Science* 43 (2) : 370-384.
- 129 Merrill L.I., Pike O.A., Ogden L.V. and Dunn M.L. (2008). Oxidative stability of conventional and high-oleic vegetable oils with added antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 85 (8) : 771-776.
- 130 Mitra P., Ramaswamy H.S., Chang K.S. (2009). Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed oil extraction using supercritical carbon dioxide and physicochemical properties of the oil. *Journal of Food Engineering* 95 (1) : 208-213.
- 131 Moure A., Sineiro J., Domínguez H. and Parajó J.C. (2006). Functionality of oilseed protein products: A review. *Food Research International* 39 (9) : 945-963.
- 132 Muego K.F., Resurreccion A.V.A. and Hung Y.C. (1990). Characterization of the textural properties of spreadable peanut based products. *Journal of Texture Studies* 21 (1) : 61-73.
- 133 Muego-Gnanasekharan K.F. and Resurreccion A.V.A. (1993). Physicochemical and sensory characteristics of peanut paste as affected by processing conditions. *Journal of Food Processing and Preservation* 17 (5) : 321-336.
- 134 Muñoz A.M. (1986). Development and application of texture reference scales. *Journal of Sensory Studies* (1) : 55-83.
- 135 Murkovic M., Hillebrand A., Winkler J. and Pfannhauser W. (1996). Variability of the fatty acid content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 202 : 216-219.
- 136 Murkovic M., Hillebrand A., Winkler J. and Pfannhauser W. (1996a). Variability of vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.). *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und -Forschung A* 203 (3) : 275-278.

- 137 Murkovic M. and Pfannhauser W. (2000). Stability of pumpkin seed oil. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102 (10) : 607-611.
- 138 Murkovic M., Piironen V., Lampi A.M., Kraushofer T. and Sontag G. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 1: non-volatile compounds). *Food Chemistry* 84 (3) : 359-365.
- 139 Naghii M.R. and Mofid M. (2007). Impact of daily consumption of iron fortified ready-to-eat cereal and pumpkin seed kernels (*Cucurbita pepo*) on serum iron in adult women. *BioFactors* 30 : 19-26.
- 140 Nakić S.N., Rade D., Škevin D., Stucelj D., Mokrovčak Z. and Bartolić M. (2006). Chemical characteristics of oils from naked and husk seeds of *Cucurbita pepo* L. *European Journal of Lipid Science and Technology* 108 (11) : 936-943.
- 141 Nkosi C.Z., Opoku A.R. and Terblanche S.E. (2005). Effect of pumpkin seed (*Cucurbita pepo*) protein isolate on the activity levels of certain plasma enzymes in CCl<sub>4</sub>-induced liver injury in low-protein fed rats. *Phytotherapy Research* 19 (4) : 341-345.
- 142 Nkosi C.Z., Opoku A. R. and Terblanche, S. E. (2006). *In vitro* antioxidative activity of pumpkin seed (*Cucurbita pepo*) protein isolate and its *in vivo* effect on alanine transaminase and aspartate transaminase in acetaminophen-induced liver injury in low protein fed rats. *Phytotherapy Research* 20 (9) : 780-783.
- 143 Nolasco S.M., Aguirrezábal L.A.N., Lúquez J. and Mateo C. (2006). Variability in oil tocopherol concentration and composition of traditional and high oleic sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in the Pampean region (Argentina). *Grasas y Aceites* 57 (3) : 260-269.
- 144 Novak J., Zitterl-Eglseer, K., Deans S.G. and Chlodwig M.F. (2001). Essential oils of different cultivars of *Cannabis sativa* L. and their antimicrobial activity. *Flavor and Fragrance Journal* 16 : 259-262.
- 145 Nwokolo E. and Sim J.S. (1987). Nutritional assessment of defatted oil meals of melon (*Colocynthis citrullus* L.) and fluted pumpkin (*Telfaria occidentalis* Hook) by chick assay. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 38 (3) : 237-246.
- 146 Nyam K.L., Tan C.P., Lai O.M., Long K. and Che Man Y.B. (2009). Physicochemical properties and bioactive compounds of selected seed oils. *LWT - Food Science and Technology* 42 (8) : 1396-1403.
- 147 Nylander T., Arnebrant T., Bos M. and Wilde P. (2008). Protein/emulsifier interactions. In Hasenhuettl G.L. and Hartel R.W. (Eds.), *Food emulsifiers and their applications*, Springer Science and Business Media, Second edition, pp. 89-171.

- 148 Olaofe O., Adeyemi F.O. and Adediran G.O. (1994). Amino acid and mineral compositions and functional properties of some oilseeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 42 (4) : 878-881.
- 149 Onimawo I.A., Nmerole E.C., Idoko P.I. and Akubor P.I. (2003). Effects of fermentation on nutrient content and some functional properties of pumpkin seed (*Telfaria occidentalis*). *Plant Foods for Human Nutrition* 58 (3) : 1-9.
- 150 Oomah B.D., Busson M., Godfrey D.V. and Drover J.C.G. (2002). Characteristics of hemp (*Cannabis sativa* L.) seed oil. *Food Chemistry* 76 (1) : 33-43.
- 151 Oser B.L. (1951). Method for the integrating essential amino acid content in the nutritional evaluation of protein. *Journal of the American Dietetic Association* (27) : 399-404.
- 152 Oser B.L. (1959). An integrated essential amino acid index for predicting the biological value. In Albanese A.A. (Ed.), protein and amino acid nutrition. New York: Academic Press, pp. 281-295.
- 153 Özcan M. and Seven S. (2003). Physical and chemical analysis and fatty acid composition of peanut, peanut oil and peanut butter from COM and NC-7 cultivars. *Grasas y Aceites* 54 (1) : 12-18.
- 154 Parker T.D., Adams D.A., Zhou K., Harris M. and Yu, L. (2003). Fatty acid composition and oxidative stability of cold-pressed edible seed oils. *Journal of Food Science* 68 (4) : 1240-1243.
- 155 Parry J., Hao Z., Luther M., Su L., Zhou K. and Yu L.L. (2006). Characterization of cold-pressed onion, parsley, cardamom, mullein, roasted pumpkin, and milk thistle seed oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 83 (10) : 847-854.
- 156 Parry J., Cheng Z., Moore J. and Yu L.L. (2008). Fatty acid composition, antioxidant properties, and antiproliferative capacity of selected cold-pressed seed flours. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 85 (5) : 457-464.
- 157 Patel A.A. and Gupta S.K. (1988). Studies on a soy-based low-fat spread. *Journal of Food Science* 53 (2) : 455-459.
- 158 Peiretti, P.G. and Gai F. (2009). Fatty acid and nutritive quality of chia (*Salvia hispanica* L.) seeds and plant during growth. *Animal Feed Science and Technology* 148 (2-4) : 267-275.
- 159 Peričin D., Vaštag Ž., Popović S., Popović Lj. and Krimer V. (2009). Proteinski nusproizvodi industrije ulja i mogućnosti primene i novi proizvodi. Proizvodnja i prerada uljarica, *Zbornik Radova*, 50. Savetovanje industrije ulja, Herceg Novi.

- 160 Peričin D., Radulović-Popović Lj., Vaštag Ž., Mađarev-Popović S. and Trivić S. (2009a). Enzymatic hydrolysis of protein isolate from hull-less pumpkin oil cake: application of response surface methodology. *Food Chemistry* 115 : 753-757.
- 161 Peričin D., Krimer V., Trivić S. and Radulović Lj. (2009b). The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry* 113 (2) : 450-456.
- 162 Peričin D., Radulović Lj., Trivić S. and Dimić E. (2008). Evaluation of solubility of pumpkin seed globulins by response surface method. *Journal of Food Engineering* 84(4) : 591-594.
- 163 Pickard M.D. (2005). By-product utilization. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 391-416.
- 164 Pokorný J. and Parkányiová J. (2005). Lipids with antioxidant properties. In Akoh, C.C. and Lai, O-M (Eds.), *Healthful Lipids*, AOCS Press., pp. 273-300.
- 165 Pompei C., Lucisano M., Zanoni B. and Casiraghi E. (1988). Evaluation of spreadability of food products by penetration tests and panel scores. *Journal of Food Science* 53 (2) : 592-596.
- 166 Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarine i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode, *Službeni List SCG* oznake 23/2006.
- 167 Pravilnik o deklarisanju i označavanju upakovanih namirnica, *Službeni list SCG* oznake 4/2004.
- 168 Prinyawiwatkul W., Beuchat L. R., Phillips R.D. and Resurreccion A.V.A. (1995). Modelling the effects of peanut flour, feed moisture content, and extrusion temperature on physical properties of an extruded snack product. *International Journal of Food Science and Technology* 30 (1) : 37-44.
- 169 Przybylski R. (2005). Flax oil and high linolenic oils. In Shahidi F. (ed), *Bailey's Industrial Oil and Fat products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 281-301.
- 170 Radovanović R. i Popov-Raljić J. (2000/2001). Senzorna analiza prehrambenih proizvoda, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu, Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu, pp. 265-282.
- 171 Rao P.B.R., Norton H.W. and Johnson B.C. (1964). The amino acid composition and nutritive value of proteins. *The Journal of Nutrition* 82 : 88-92.
- 172 Rayan E., Galvin K., O'Connor T.P. and Maguire A.R. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods for Human Nutrition* 62 : 85-91.

- 173 Reddy Y.S., Nalinakshi M. and Chetana R. (1999). Fully hydrogenated vegetable oil as a stabilizer for low fat butter spreads. *Journal of Food Lipids* 6 (3) : 245-259.
- 174 Resurreccion A.V.A. (1988). Comparison of flavor quality of peanut based pastes and peanut butter by sensory methods. *Journal of Food Science* 53 (6) : 1827-1830.
- 175 Reyes-Caudillo E., Tecante A. and Valdivia-Lopez M.A. (2008). Dietary fibre content and antioxidant activity of phenolic compounds present in Mexican chia (*Salvia hispanica* L.) seeds. *Food Chemistry* 107(2) : 656-663.
- 176 Rohm H.A. and Raaber S. (1992). Difference thresholds in texture evaluation of edible fats: firmness and spreadability. *Journal of Food Science* 57 (3) : 647-650.
- 177 Romanić R., Dimić E., Vujasinović V. and Novaković I. (2009). Which is the proper one, the cold pressed or the hull-less virgin pumpkin seed oil? *Olaj Szappan Kozmetika* (Journal of Oil, Soap and Cosmetics) 58 (1-2) : 8-11.
- 178 Rosenthal A.J. (1999). Relation between instrumental and sensory measures of food texture. In Rosenthal, A.J (Ed.), *Food texture - measurement and perception*, Springer – Verlag, pp. 1-17.
- 179 Ross S.A., ElSohly H.N., ElKashoury E.A. and ElSohly M.A. (1996). Fatty acids of cannabis seeds. *Phytochemical Analysis* 7 (6) : 279-283.
- 180 Rubba, P. and Iannuzzi A. (2001). N-3 to n-6 fatty acids for managing hyperlipidemia, diabetes, hypertension and atherosclerosis: Is there evidence? *European Journal of Lipid Science and Technology* 103(6) : 407-418.
- 181 Ryan E., Galvin K., O'Connor T.P., Maguire A.R. and O'Brien N.M. (2007). Phytosterol, squalene, tocopherol content and fatty acid profile of selected seeds, grains, and legumes. *Plant Foods for Human Nutrition* 62 (3) : 85-91.
- 182 Sabudak T. (2007). Fatty acid composition of seed and leaf oils of pumpkin, walnut, almond, maize, sunflower and melon. *Chemistry of Natural Compounds* 43 (4) : 465-467.
- 183 Sacilik K. (2007). Effect of drying methods on thin-layer drying characteristics of hull-less seed pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Food Engineering* 79 (1) : 23-30.
- 184 Sahin S. and Sumnu S.G. (2006). Rheological properties of foods. In Heldman, Dennis R. (Ed.), *Physical Properties of Foods*, Springer New York.

- 185 Sakurai H. and Pokorny J. (2003). The development and application of novel vegetable oils tailor-made for specific human dietary needs. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105 : 769-778.
- 186 Samant S.K. and Rege D.V. (1989). Carbohydrate composition of some cucurbit seeds. *Journal of Food Composition and Analysis* 2 (2) : 149-156.
- 187 Santos B.L. and Resurreccion A.V.A. (1989). Effect of particle size on the quality of peanut pastes. *Journal of Food Quality* 12 (2) : 87-97.
- 188 Santos B.L., Koehler P.E. and Resurreccion A.V.A. (1987). Sensory analysis of peanut-based imitation cheese spread. *Journal of Food Quality* 10 (1) : 43-56.
- 189 Santos B.L., Resurreccion A.V.A. and Garcia V.V. (1989). Quality characteristics and consumer acceptance of a peanut-based imitation cheese spread. *Journal of Food Science* 54 (2) : 468-471.
- 190 Schinas P., Karavalakis G., Davaris C., Anastopoulos G., Karonis D., Zannikos F., Stournas S. and Lois E. (2009). Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil as an alternative feedstock for the production of biodiesel in Greece. *Biomass and Bioenergy* 33 (1) : 44-49.
- 191 Scrimgeour C. (2005). Chemistry of fatty acids. In Shahidi F. (ed), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 1-43.
- 192 Schwab U. S., Callaway J.C., Erkkila A.T. Gynther J., Uusitupa M.I.J. and Jarvinen T. (2006). Effects of hempseed and flaxseed oils on the profile of serum lipids, serum total and lipoprotein lipid concentrations and haemostatic factors. *European Journal of Nutrition* 45 (8) : 470-477.
- 193 Sineiro J., Dominguez H. and Nunez M. J. (1996). Ethanol extraction of polyphenols in an immersion extractor. Effect of pulsing flow. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 73 : 1121-1125.
- 194 Sener B., Orhan I., Ozcelik B., Kartal M., Aslan S. and Ozbilen G. (2007). Antimicrobial and antiviral activities of two seed oil samples of *Cucurbita pepo* L. and their fatty acid analysis. *Natural Product Communications* 2 (4) : 395-398.
- 195 Shahidi F. and Zhong Y. (2005). Antioxidants: regulatory status. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 491-512.
- 196 Shahidi F. and Zhong Y. (2005a). Lipid oxidation: measurement methods. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 357-385.

- 197 Shahidi F. (2005). Quality Assurance of fats and Oils. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 565-575.
- 198 Sharma P.B., Lal B.M., Madaan T.R. and Chatterjee S.R. (1986). Studies on the nutritional quality of some cucurbit kernel proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 37 (4) : 418-420.
- 199 Shieh C.-J.Y, Akoh C.C. and Koehler P.E. (1996). Optimizing low fat peanut spread containing sucrose polyester. *Journal of Food Science* 61 (6) : 1227-1229.
- 200 Shirani G. and Ganesharane R. (2009). Extruded products with fenugreek (*Trigonella foenum-gracium*) chickpea and rice: physical properties, sensory acceptability and glycaemic index. *Journal of Food Engineering* 90 : 44-52.
- 201 Siegmund B. and Murkovic M. (2004). Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil (Part 2: volatile compounds). *Food Chemistry* 84 (3) : 367-374.
- 202 Siger A., Nogala-Kalucka M. and Lampart-Szczapa E. (2008). The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids* 15 (2) : 137-149.
- 203 Simopoulos A.P. (2002). Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 11 (6) : S163-S173.
- 204 Simopoulos A.P. (2002a). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Pharmacotherapy* 56 : 365-379.
- 205 Singh S.K., Castell-Perez M.E. and Moreira R.G. (2000). Viscosity and textural attributes of reduced-fat peanut pastes. *Journal of Food Science* 65(5) : 849-853.
- 206 Singh P., Kumar R., Sabapathy S.N. and Bawa A.S. (2008). Functional and edible uses of soy protein products. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 7 : 14-28.
- 207 Singleton W. S. and Freeman A. F. (1950). Expansibility and specific volume of stabilized and unstabilized peanut butter. *Journal of Food Science* 15 (4) : 297-301.
- 208 Steenkamp V. (2003). Phytomedicines for the prostate. *Fitoterapia* 74 : 545-552.
- 209 Stevenson D. G., Eller F.J., Wang L., Jane J.-L., Wang T. and Inglett G.E. (2007). Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (10) : 4005-4013.

- 210 Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A., İbanoğlu E. and İbanoğlu Ş. (2008). Cauliflower by-products as a new source of dietary fibre, antioxidants and proteins in cereal based ready-to-eat expanded snacks. *Journal of Food Engineering* 87 : 554-563.
- 211 Stojceska V., Ainsworth P., Plunkett A. and İbanoğlu Ş. (2008a). The recycling of brewer's processing by-product into ready-to-eat snacks using extrusion technology. *Journal of Cereal Science* 47 : 469-479.
- 212 Stone H. and Sidel, J.L. *Sensory Evaluation Practices*. (Third Edition). (2004). Elsevier Inc., pp. 1-19.
- 213 Strugnell C. (1995). Consumer acceptance of fatty spreads. *Journal of Consumer Studies and Home Economics* 19 (1) : 25-34.
- 214 Sun A. and Gunasekaran S. (2009). Yield stress in foods: measurements and applications. *International Journal of Food Properties* 12 (1) : 70-101.
- 215 Szczesniak A.S. (1987). Correlating sensory with instrumental texture measurements - An overview of recent developments. *Journal of Texture Studies* 18 : 1-15.
- 216 Szczesniak A.S. (1962). Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science* 28 : 385-389.
- 217 Szczesniak A.S. (1995). Texture profile analysis - methodology interpretation clarified. *Journal of Food Science Letters*, vii.
- 218 Taga M.S., Miller E.E. and Pratt D. E. (1984). Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. *Journal of the American Oil Chemists Society* 61(5) : 928-931.
- 219 Takahashi T., Hayakawa F., Kumagai M., Akiyama Y. and Kohyama K. (2009). Relations among mechanical properties, human bite parameters, and ease of chewing of solid foods with various textures. *Journal of Food Engineering* 95 (3) : 400-409.
- 220 Trautwein E. A., Duchateau G. S. M. J. E., Lin Y., Mel'nikov S.M., Molhuizen H.O.F. and Ntanos F.Y. (2003). Proposed mechanisms of cholesterol-lowering action of plant sterols. *European Journal of Lipid Science and Technology* 105 (3-4) : 171-185.
- 221 Tulloch P.A. and Blagrove R.J. (1985). Electron microscopy of seed-storage globulins. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 241 (2) : 521-532.
- 222 Urbanek A., Zechmann B. and Müller M. (2004). Plant regeneration via somatic embryogenesis in Styrian pumpkin: cytological and biochemical investigations. *Plant cell, Tissue and Organ Culture* 79 : 329-340.



- 223 Vliet van T. (1999). Rheological classification of foods and instrumental techniques for their study. In Rosenthal, A.J. (Ed.), *Food texture-measurement and perception*, Springer – Verlag, pp. 65-98.
- 224 Vogl C.R., Mölleken H., Lissek-Wolf G., Surböck A. and Kobert J. (2004). Hemp (*Cannabis sativa* L.) as a resource for green cosmetics: Yield of seed and fatty acid compositions of 20 varieties under the growing conditions of organic farming in Austria. *Journal of Industrial Hemp* 9 (1) : 51-68.
- 225 Voutsinas L.P., Cheung E. and Nakai S. (1983). Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *Journal of Food Science* 48 (1) : 26-32.
- 226 Wang H.X. and Ng T.B. (2003). Isolation of cucurmoschin, a novel antifungal peptide abundant in arginine, glutamate and glycine residues from black pumpkin seeds. *Peptides* 24 (7) : 969-972.
- 227 Watkins B.A., Li Y., Henning B. and Toborek M. (2005). Dietary lipids and health. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc., pp. 577-606.
- 228 Wenli Y., Yaping Z., Jingjing C. and Bo S. (2004). Comparison of two kinds of pumpkin seed oils obtained by supercritical CO<sub>2</sub> extraction. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106 (6) : 355-358.
- 229 Wenzl T., Prettner E., Schweiger K. and Wagner F.S. (2002). An improved method to discover adulteration of Styrian pumpkin seed oil. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods* 53 (1-3) : 193-202.
- 230 Wikström M. and Sjöström M. (2004). Commercial spread optimization using experimental design and sensory data. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 81 (7) : 663-669.
- 231 Xanthopoulou M.N., Nomikos T., Fragopoulou E. and Atonopoulou S. (2009). Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *Food Research International* 42 (5-6) : 641-646.
- 232 Yağci S. and Göğüş F. (2008). Response surface methodology for evaluation of physical and functional properties of extruded snack foods developed from food-by-products. *Journal of Food Engineering* 86 : 122-132.
- 233 Yáñez E., Vásquez M. and Sánchez F. (1979). Texturization of sunflower/soy flour mixtures: chemical and nutritive evaluation. *Journal of Food Science* 44 (6) : 1714-1716.
- 234 Yeh J.-Y., Resurreccion A.V.A., Phillips R.D. and Hung Y.C. (2002). Overall acceptability and sensory profiles of peanut spreads fortified with protein, vitamins, and minerals. *Journal of Food Science* 67 (5) : 1979-1985.

- 235 Yeh J.-Y., Phillips R.D., Resurreccion A.V.A. and Hung Y.C. (2002a). Physicochemical and sensory characteristic changes in fortified peanut spreads after 3 months of storage at different temperatures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (8) : 2377-2384.
- 236 Yeh J.-Y., Phillips R.D. and Hung Y.C. (2003). Optimizing protein- and vitamin-fortified peanut spreads containing soybean or milk powder. *Journal of Food Quality* 26 (3) : 243-256.
- 237 Yorgun S., Şensöz S. and Koçkar Ö.M. (2001). Flash pyrolysis of sunflower oil cake for production of liquid fuels. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 60 (1) : 1-12.
- 238 Yoshida H., Shougaki Y., Hirakawa Y., Tomiyama Y. and Mizushina Y. (2004). Lipid classes, fatty acid composition and triacylglycerol molecular species in the kernels of pumpkin (*Cucurbita spp.*) seeds. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 84 : 158-163.
- 239 Young N. and Wassell P. (2008). Margarines and spreads. In "Food Emulsifiers and Their Applications", Springer + Business Science, pp. 307-326.
- 240 Younis Y. M. H., Ghirmay S. and Al-Shihry S. S. (2000). African *Cucurbita pepo* L.: properties of seed and variability in fatty acid composition of seed oil. *Phytochemistry* 54 (1) : 71-75.
- 241 Yu L.L., Parry J.W. and Zhou K. (2005). Oils from herbs, spices, and fruit seeds. In Shahidi F. (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Inc. pp. 233-258.
- 242 Yu L.L., Zhou K. K. and Parry J. (2005a). Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. *Food Chemistry* 91 (4) : 723-729.
- 243 Zdunczyk Z., Minakowski D., Frejnagel S. and Flis M. (1999). Comparative study of the chemical composition and nutritional value of pumpkin seed cake, soybean meal and casein. *Nahrung/Food* 43 (6) : 392-395.
- 244 Zhang X., Cambrai A., Miesch M., Roussi S., Raul F., Aoude-Werner D. and Marchioni E. (2006). Separation of  $\Delta^5$ - and  $\Delta^7$ -phytosterols by adsorption chromatography and semipreparative reversed phase high-performance liquid chromatography for quantitative analysis of phytosterols in foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54 : 1196-1202.

245 Zraidi A., Stiff G., Pachner M., Shojaeiyan A., Gong L. and Lelley T. (2007). A consensus map for *Cucurbita pepo*. *Molecular Breeding* 20 : 375-388.

246 Zucker H., Hays V.W., Speer V.C. and Catron D.V. (1958). Evaluation of pumpkin seed meal as a source of protein for swine using a depletion-repletion technique. *The American Journal of Nutrition* 65 (2) : 327-34.

## **7. PRILOG**

### **7.1. FORMULAR ZA SENZORNO OCENJIVANJE NAMAZA OD SEMENA ULJANE TIKVE GOLICE**

## FORMULAR ZA SENZORNO OCENJIVANJE NAMAZA OD SEMENA ULJANE TIKVE GOLICE

SENZORNA OCENA NAMAZA Oznaka uzorka:  Ime ocenjivača:  Datum ocenjivanja:  Molimo Vas da upišete odgovarajuću ocenu pored odabrane karakteristike!						
Parametar kvaliteta	Opis senzorne karakteristike	O	OD	FV	PB	G
<b>Spoljašnji izgled</b>						4
Boja	Karakteristična, privlačna braon nijansa	5		0.6		
	Tamnija braon nijansa, ali još uvek privlačna	3.6-4.9				
	Tamna braon nijansa, ali prihvatljiva	2.1-3.5				
	Jako tamna braon nijansa, neprihvatljiva	1.1-2.0				
	Nesvojstvena, neprivlačna, izrazito tamna braon ili zelena nijansa	0-1				
Površina	Sa blagim sjajem, glatka, privlačna, bez izdvojenog ulja	5		0.2		
	Sjajnija površina i glatka, jedva primetno izdvojeno ulje	3.6-4.9				
	Bez sjaja, rapava (sa grudvicama ili rupicama)	2.1-3.5				
	Neravna, jače zrnasta ili grudvičasta	1.1-2.0				
	Vidno izdvojeno ulje, neprivlačan izgled	0-1				
<b>Aroma</b>						10
Miris	Svojstven proizvodu, prijatan, izražen na pečeno seme, aromatičan	5		0.8		
	Svojstven, prijatan, ali slabije aromatičan	3.6-4.9				
	Slabo izražen svojstven miris ili stran miris, sa slabo izraženom užeglošću	2.1-3.5				
	Nesvojstven miris sa veoma izraženom užeglošću	1.1-2.0				
	Izrazito neprijatan miris-užegao, odbojan	0-1				
Ukus	Svojstven proizvodu, prijatno aromatičan na pečeno seme, fino zaokružen (slano i slatko)	5		1.2		
	Prijatan, svež, ali slabije aromatičan	3.6-4.9				
	Jako izražen, ali nesvojstven proizvodu, gorak	2.1-3.5				
	Nesvojstven ukus sa veoma izraženom užeglošću	1.1-2.0				
	Veoma neprijatan, neprepoznatljiv	0-1				

Parametar kvaliteta	Opis senzorne karakteristike	O	OD	FV	PB	G
<b>Konzistencija- Tekstura</b>						6
Mazivost	Namaz je gladak, lako se maže, ima odličnu mazivost	5		0.6		
	Namaz je gladak, malo teže se maže, ima dobru mazivost	3.6-4.9				
	Namaz je tvrd, teže se maže, lako prijanja uz nož	2.1-3.5				
	Veoma teško se maže, čvrsto prijanja uz nož	1.1-2.0				
	Namaz je izrazito čvrst, uopšte nije maziv	0-1				
Mastikacija- žvakanje	Namaz se ne lepi ni za zube ni za nepce, ima odličnu topivost u ustima, lako se guta	5		0.6		
	Namaz se blago lepi za zube ili nepce, ima dobru topivost u ustima, teže se guta	3.6-4.9				
	Namaz se lepi za zube i oblaže nepce, teško se guta	2.1-3.5				
	Namaz se izraženo lepi za nepce ili oblaže nepce, teško se guta	1.1-2.0				
	Namaz se izrazito jako lepi za nepce ili oblaže nepce, osećaj "suvog nepca", jako teško se guta	0-1				
Ukupno bodova: Max. 20						
Primedbe:						
Potpis ocenjivača:						

Legenda:

O - senzorna ocena (bodovi)

OD - ocena degustatora

FV - faktor važnosti

PB - ponderisani bodovi

G - ukupna ocena za grupu karakteristika