

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Lučka BRULC

**VPLIV RASTLINSKIH OLJ NA DEBELINO
MAŠČOBNEGA SLOJA NA USTNIH POVRŠINAH**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2010

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Lučka BRULC

**VPLIV RASTLINSKIH OLJ NA DEBELINO MAŠČOBNEGA SLOJA
NA USTNIH POVRŠINAH**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**IMPACT OF VEGETABLE OIL ON FAT THICKNESS ON ORAL
SURFACE**

GRADUATION THESIS
University studies

LJUBLJANA, 2010

POPRAVKI

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Laboratorijsko delo je bilo opravljeno na Katedri za biokemijo in kemijo živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija je za mentorja imenovala prof. dr. Petera Rasporja, za somentorico prof. dr. Natašo Poklar Ulrih, za recenzentko pa doc. dr. Natašo Šegatin.

Mentor: prof. dr. Peter Raspor

Somentorica: prof. dr. Nataša Poklar Ulrih

Recenzentka: doc. dr. Nataša Šegatin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član :

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Lučka Brulc

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 543.92:544.165:664.3(043)=163.6
KG	senzorične lastnosti/analizne metode/fizikalno-kemijske lastnosti olj/rastlinska olja/ viskoznost olj/gostota olj/fluorescenčne metode/maščobni sloj/debelina maščobnega sloja na ustnih površinah/jezik
AV	BRULC, Lučka
SA	RASPOR, Peter (mentor)/POKLAR ULRIH, Nataša (somentorica)/ŠEGATIN, Nataša (recenzentka)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI	2010
IN	VPLIV RASTLINSKIH OLJ NA DEBELINO MAŠČOBNEGA SLOJA NA USTNIH POVRŠINAH
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	XV, 71 str., 9 pregl., 33 sl., 11 pril., 46 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Preučevali smo vpliv različnih rastlinskih olj (ekstra deviško oljčno olje, rafinirano olje oljne repice, rafinirano sončnično olje, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sezamovo olje, mandljevo olje, olje makadamije, oljčno olje, bučno olje, mešanica rafiniranih rastlinskih olj, rafinirano olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega rastlinskega olja, rafinirano sojino olje, laneno olje, mešanica nerafiniranega bučnega olja in rafiniranega rastlinskega olja, mešanica rafiniranega sončničnega z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja) na debelino maščobnega nanosa na jeziku <i>in vivo</i> . Za merjenje debeline nanosa smo uporabili fluorescentno emisijsko spektroskopijo z optičnimi vlakni. Meritve so bile opravljene na 12 točkah jezika pri 9 različnih volumnih vnešene maščobe. Poleg tega smo opravili meritve viskoznosti in gostote olj. Rezultati so pokazali, da na tanjši maščobni nanos na jeziku vpliva višja vsebnost nasičenih maščobnih kislin in višja viskoznost olj. Na debelejši nanos maščobe na jeziku pa nenasičene, še posebno večkrat nenasičene ter daljše maščobne kisline v triacilglicerolu in višja gostota olj. Pri višjih volumnih olj, vnešenih v ustno votlino, imajo fizikalno-kemijski parametri večji vpliv kot pri nižjih volumnih. Močan vpliv na debelino maščobnega nanosa imajo tudi zunanji dejavniki, ki povzročajo dnevno spreminjanje debeline maščobnega nanosa na jeziku.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDC 543.92:544.165: 664.3(043)=163.6
 DX sensory analysis/analytical methods/physico-chemical properties of oil/vegetable oil/oil viscosity/density of oil/fluorescence methods/fat thickness/fat thickness on the oral cavity/tongue/
 AU BRULC, Lučka
 AA RASPOR, Peter (supervisor)/POKLAR ULRIH, Nataša (co-advisor)/ŠEGATIN, Nataša (reviewer)
 PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
 PY 2010
 TI IMPACT OF VEGETABLE OIL ON FAT THICKNESS ON ORAL SURFACE
 TD Graduation thesis (University studies)
 NO XV, 71 p., 9 tab., 33 fig., 11 ann., 46 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB We investigated the influence of various vegetable oils (extra virgin olive oil, refined rape oil, refined sunflower oil, refined sunflower oil with high oleic acid, sunflower oil with high oleic acid, sesame oil, almond oil, macadamia oil, olive oil, pumpkin seed oil, a mixture of refined vegetable oil, refined maize germ oil, a mixture of refined peanut and refined vegetable oil, refined soybean oil, linseed oil, a mixture of unrefined pumpkin seed oil and refined vegetable oil, a mixture of refined sunflower oil with high oleic acid and refined linseed oil) on the thickness fat retention on the tongue *in vivo*. For measure fat thickness we used fluorescence emission spectroscopy. Measurements were made at 12 positions on tongue with 9 different volumes of oil. Additional, we performed measurements of viscosity and density of oil. The results showed that the thinner coating on the tongue fat is affected by higher content of saturated fatty acids and viscosity of oils. The thick coating of fat on the tongue is affected by unsaturated, particularly polyunsaturated fatty acids, longer chain of fatty acids in triacylglycerols and density of oils. At higher volumes have physico-chemical parameters of greater influence than at lower volumes. Strong influence on the thickness of the layer of fat are also external factors that cause daily variation in thickness of fat coating on the tongue.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VIII
KAZALO SLIK.....	IX
KAZALO PRILOG	XIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIV
SLOVARČEK	XV
1 UVOD	1
1.1 DELOVNA HIPOTEZA.....	2
1.2 CILJ NALOGE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 RASTLINSKA OLJA.....	3
2.2 FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI OLJ	3
2.2.1 Nekatere fizikalne karakteristike olj	7
2.3 RAZDELITEV OLJ.....	8
2.3.1 Olja linolne kisline	8
2.3.1.1 Arašidovo olje.....	8
2.3.1.2 Sezamovo olje.....	8
2.3.1.3 Sončnično olje.....	8
2.3.1.4 Olje koruznih kalčkov	9
2.3.2 Olja, ki vsebujejo linolensko kislino, in žitna olja	9
2.3.2.1 Sojino olje	9
2.3.2.2 Olje oljne repice.....	9
2.3.2.3 Laneno olje	10
2.3.3 Olja oleinske kisline.....	10
2.3.3.1 Oljčno olje.....	10
2.3.3.2 Sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline	11
2.3.3.3 Bučno olje	11
2.3.3.4 Olje makadamije	11
2.3.3.5 Mandljevo olje	11

2.4	USTNA VOTLINA	12
2.4.1	Jezik	12
2.4.1.1	Zaznava maščob in senzorika	13
2.4.2	Slina	13
2.4.3	Debelina maščobnega nanosa v ustni votlini.....	14
2.5	METODE MERJENJA DEBELINE MAŠČOBE	15
2.6	UPORABA	16
3	MATERIALI IN METODE	17
3.1	MATERIALI	17
3.1.1	Vzorci.....	17
3.1.2	Kurkumin (E100).....	18
3.1.3	MCT (srednje-verižni triacilgliceroli)	19
3.2	METODE.....	19
3.2.1	Načrt poskusa.....	19
3.2.2	Merjenje debeline nanosa	20
3.2.2.1	Umeritvena krivulja	23
3.2.2.2	Potek merjenja debeline maščobnega nanosa na jeziku	23
3.2.3	Merjenje gostote	24
3.2.3.1	Umeritev piknometrov	25
3.2.3.2	Merjenje gostote	25
3.2.4	Viskoznost	25
3.2.4.1	Merjenje viskoznosti.....	26
3.2.4.2	Merjenje napake viskoznosti.....	28
3.2.5	Statistična obdelava podatkov	28
3.2.5.1	Aritmetična sredina	28
3.2.5.2	Mediana	29
3.2.5.3	Standardni odklon	29
3.2.5.4	Kvocien variacije	29
3.2.5.5	Koeficient korelacije po Pearsonu	29
3.2.5.6	Hierarhične metode razvrščanja.....	30
3.3	OPREMA.....	31

4	REZULTATI.....	32
4.1	REZULTATI MERITVE GOSTOTE	32
4.2	REZULTATI MERITVE VISKOZNOSTI	35
4.3	REZULTATI DEBELINE MAŠČOBNEGA NANOSA	37
4.3.1	Interni standard.....	37
4.3.1.1	Prva skupina olj	39
4.3.2	Druga skupina olj	43
4.3.3	Dejavniki vpliva na maščobni nanos.....	45
4.3.3.1	Proste maščobne kisline	46
4.3.3.2	Nasičene maščobne kisline	47
4.3.3.3	Nenasičene maščobne kisline	49
4.3.3.4	Vpliv dolžine verig C-atomov v maščobnih kislinah na debelino maščobnega nanosa.	52
4.3.3.5	Vpliv gostote	55
4.3.3.6	Vpliv viskoznosti	57
4.3.3.7	Drugi vplivi.....	59
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	61
5.1	RAZPRAVA	61
5.1.1	Variacije internega standarda po dnevih	61
5.1.2	Vpliv nekaterih fizikalno-kemijskih dejavnikov na debelino maščobnega nanosa.....	62
5.1.2.1	Vpliv prostih maščobnih kislin	62
5.1.2.2	Vpliv nasičenih maščobnih kislin	63
5.1.2.3	Vpliv nenasičenih maščobnih kislin	63
5.1.2.4	Vpliv dolžine maščobnih kislin	63
5.1.2.5	Vpliv gostote in viskoznosti	64
5.1.3	Vpliv okusa.....	65
5.2	SKLEPI.....	66
6	POVZETEK	67
7	VIRI	68
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Tipična maščobno-kislinska sestava olj, peroksidno in saponifikacijsko število (White, 2000; ^a Stevenson in sod., 2007; ^b O'Brien, 2004; ^c Almond oil, 2010).	6
Preglednica 2: Viskoznosti in gostote olj pri 20 °C in 40 °C (Hidalgo in Zamora, 2006)....	7
Preglednica 3: Metode merjenja maščobnega nanosa na ustnih površinah.....	15
Preglednica 4: Vzorci olj za analizo	18
Preglednica 5: Povprečni pretočni čas, t_0 , gostota, d_0 ter absolutna viskoznost saharoze, η_0 (Mathlouthi, 1995), v temperaturnem območju od 293,15 do 313,15 K.....	27
Preglednica 6: Parametri enačbe (10) za saharozo ($W = 56,3 \%$) pri preiskovanih temperaturah.	27
Preglednica 7: Povprečna gostota ($\bar{d}$) olj pri 20 °C in 35 °C s standardnim odklonom in kvocientom variacije.....	34
Preglednica 8: Povprečna viskoznost ($\bar{\eta}$) olj pri 20 °C in 35 °C s standardnim odklonom in kvocientom variacije.....	36
Preglednica 9: Razdelitev analiziranih olj v skupine glede na podobnost meritve debeline maščobnega nanosa med internim standardom..	39

KAZALO SLIK

Slika 1: Delitev maščobnih kislin glede na strukturo in njihov vpliv na fizikalne lastnosti maščob.....	4
Slika 2: Vrste brbončic ter njihova razvrstitev na jeziku (Khan in Beshrad, 2009).....	11
Slika 3: Strukturna formula kurkumina v keto obliki (Kurkumin, 2007).....	17
Slika 4: Načrt poskusa glede na cilje diplomske naloge.	19
Slika 5: Potek merjenja debeline maščobnega nanosa.....	21
Slika 6: Točke merjenja fluorescence znane količine olja na petrijevi plošči.....	22
Slika 7: Točke merjenja fluorescence na jeziku.	23
Slika 8: Umeritvena krivulja za določitev konstante C in E z 56,3 % saharozo.	26
Slika 9: Gostota različnih vzorcev olj pri 20 °C in 35 °C.	32
Slika 10: Viskoznosti različnih vzorcev olj pri 20 °C in 35 °C.....	34
Slika 11: Viskoznost olj v odvisnosti od gostote pri 35 °C (×) in pri 20 °C (+).....	36
Slika 12: Podobnosti med debelino maščobnega nanosa olja oljne repice v različnih dneh meritve. Številke poleg oznake predstavljajo zaporedni dan meritve.	37
Slika 13: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanega arašidovega in repičnega olja (■) ter olja koruznih kalčkov (★) v odvisnosti od količine zaužitega olja.	39
Slika 14: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), sojinega olja (▼) ter olja oljčnega olja (◆) v odvisnosti od količine zaužitega olja.	40
Slika 15: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja repice (▲), olja makadamije (●), rastlinskega olja (◆) ter olja MCT (◄) v odvisnosti od količine zaužitega olja.	41

Slika 16: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), oljčnega olja (●) ter ekstra deviškega oljčnega olja (▲) odvisnosti od količine zaužitega olja..... 42

Slika 17: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■) ter olja koruznih kalčkov (★) v odvisnosti od količine zaužitega olja. 43

Slika 18: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (◆) ter sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (◆) v odvisnosti od količine zaužitega olja.. 44

Slika 19: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (☞), sončničnega olja (★), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti prostih maščobnih kislin. 45

Slika 20: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (☞), sončničnega olja (★), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti nasičenih maščobnih kislin. 46

Slika 21: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (▲), sojino olje (☞), oljčno olje (●), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (◆), olje makadamije (●) in olje MCT (◄)) v odvisnosti od vsebnosti nasičenih maščobnih kislin pri 20 ml vnešenega olja. 47

Slika 22: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (☞), sončničnega olja (★), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin. 48

Slika 23: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (♣), sojino olje (♤), oljčno olje (♠), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (♣), olje makadamije (●) in olje MCT (▲)) v odvisnosti od vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin pri 20 ml vnešenega olja. .. 49

Slika 24: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (♣), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (♠), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♠), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (♣), sojinega olja (♤), sončničnega olja (★), olja MCT (♠) v odvisnosti od vsebnosti večkrat nenasičenih maščobnih kislin. 50

Slika 25: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (♣), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (♠), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♠), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (♣), sojinega olja (♤), sončničnega olja (★), olja MCT (♠) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin s 16 C atomi. 51

Slika 26: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (♣), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (♠), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♠), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (♣), sojinega olja (♤), sončničnega olja (★), olja MCT (♠) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin z 18 C atomi. 52

Slika 27: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (♣), sojino olje (♤), oljčno olje (♠), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (♣), olje makadamije (●) in olje MCT (▲)) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin s 18 C atomi pri 20 ml vnešenega olja. .. 53

Slika 28: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (☛), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (☞), sončničnega olja (✱), olja MCT (◄) v odvisnosti od gostote olj. 54

Slika 29: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj druge skupine (olje oljne repice (☛), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olje koruznih kalčkov (★)) v odvisnosti od gostote olj pri 20 ml vnešenega olja. 55

Slika 30: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (☛), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (☞), sončničnega olja (✱), olja MCT (◄) v odvisnosti od viskoznosti olj. 56

Slika 31: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj druge skupine (olje oljne repice (☛), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olje koruznih kalčkov (★)) v odvisnosti od viskoznosti olj pri 20 ml vnešenega olja. 57

Slika 32: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (☛), mandljevega olja (▼), sezamovo olje (►), rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆) v odvisnosti od količine zaužitega olja..... 58

Slika 33: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (☛), ekstra deviškega oljčnega olja (▲) v odvisnosti od količine zaužitega olja..... 59

KAZALO PRILOG

Priloga A: Analizni list izbranih olj z dne 31. 07. 2009.

Priloga B: Analizni list izbranih olj z dne 30. 03. 2009.

Priloga C: Izračun viskoznosti olj pri temperaturi 20 °C.

Priloga D: Izračun viskoznosti olj pri temperaturi 35 °C.

Priloga E: Izračun koeficienta korelacije po Paersonu za 0,4 ml nanosa olja na jeziku.

Priloga F: Izračun koeficienta korelacije po Paersonu za 20 ml nanosa olja na jeziku.

Priloga G: Klasifikacijsko drevo za 1. skupino olj.

Priloga H: Klasifikacijsko drevo za 2. skupino olj brez vzorca KKO.

Priloga I: Primer umeritvene krivulje za olje MCT.

Priloga J: Primer izračuna za umeritveno krivulje za MCT.

Priloga K: Enačbe premice za vse umeritvene krivulje merjenja debeline maščobnega nanosa.

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARR	mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega repičnega olja
BRA	mešanica bučnega in rastlinskega olja
BUO	bučno olje
C	ogljikov atom
CMT	srednje verižni trigliceridi s kurkuminom
COL	ekstra deviško oljčno olje 2
EnMK	enkrat nenasičene maščobne kisline
EOL	ekstra deviško oljčno olje 1
ESO	rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline
GRAS	splošno priznan kot varen (»generally recognized as safe«)
KKO	rafinirano olje koruznih kalčkov
LAN	laneno olje
MAK	olje makadamije
MAN	mandljevo olje
MCT	srednje-verižni trigliceridi (»medium-chain triglycerids«)
NeMK	nenasičene maščobne kisline
NMK	nasičene maščobne kisline
OLO	olivno olje
PMK	proste maščobne kisline
RAO	rafinirano rastlinsko olje
REO	rafinirano repično olje
SEZ	sezamovo olje
SLA	mešanica rafiniranega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja
SOJ	rafinirano sojino olje
SON	rafinirano sončnično olje
SOO	sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline
T	temperatura
t	čas
VeNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline

SLOVARČEK

Fluorimetrija

Je analizno-kemična metoda, ki jo imenujemo jo tudi molekularna fluorescenčna spektroskopija. Pri tem je vzorec izpostavljen sevanju, katerega energijo absorbira in jo oddaja pri prehodu v osnovno stanje. Vzorec odda svetlobo iste ali daljše valovne dolžine za 10^{-9} s.

1 UVOD

Slovenci zaužijemo kar tretjino preveč skupnih maščob (Govc Eržen, 2010) kar privede do številnih bolezni, kot so debelost, bolezni srca in ožilja. Zaužijemo še vedno velik delež živalskih maščob (kot so mast in loj), ki vsebujejo veliko nasičenih maščob in so pri sobni temperaturi v trdnem agregatnem stanju. Rastlinske maščobe so pri sobni temperaturi navadno v tekočem agregatnem stanju, saj vsebujejo velik delež nenasičenih maščobnih kislin. Izjema so hidrogenirana rastlinska olja in nekatere rastlinske masti kot je kokosova mast. Za pripravo hrane se izmed rastlinskih olj največ uporablja sončnično olje, čeprav se je poraba povečala v prid bučnemu in oljčnemu olju zaradi ugodne maščobno kislinske sestave, vitaminov, mineralov, polifenolov in drugih snovi, ki ugodno vplivajo na zdravje posameznika.

Na trgovinskih policah lahko najdemo različna rastlinska olja, v glavnem sončnična olja, ki pa se razlikujejo predvsem glede na namen uporabe (na primer olje za cvrtje, za solate), manj pa glede na kemijsko sestavo, kjer prevladujejo mononenasičene oleinske kisline in polinenasičene linolne kisline. Glede na proizvodnji postopek zasledimo dva prevladujoča tipa rastlinskih olj: hladno stiskana, ki se uporabljajo predvsem za pripravo solat oziroma polivk, in rafinirana olja, ki so bolj stabilna.

Pridobivanje olja poteka preko mletja plodov in zrn, čemur sledi stiskanje olja. Ekstrakcija olja s topili in povišana temperatura povečata izkoristek. Nato lahko sledi rafinacija, ki je sestavljena iz deguminacije, nevtralizacije, beljenja, vinterizacije in deodorizacije. Iz olja se tako odstrani vse primesi, ki bi lahko povzročile kvar olja (proste maščobne kisline, oksidacijske produkte, itd.), neprijetni vonj, barvo in okus olja ali neprimeren videz (voski) itd.

V ustni votlini je živilo izpostavljeno številnim procesom: prežvečeno na manjše kose, izpostavljeno močnemu pretoku sline, segreto ali ohlajeno na telesno temperaturo, poleg tega pride tudi v stik z zrakom in z ustnimi površinami (Pivk in sod., 2008b). Na te najbolj vplivajo lastnosti zaužite hrane, kot so reologija in tekstura. Na zaznavo teksture imajo maščobe velik vpliv. Doprinesejo k vsečnosti senzoričnih lastnosti hrane (Drewnowski, 1987). Občutek v ustih je pomemben parameter za zaznavo razlike med polnomastnimi izdelki in izdelki z nizko vsebnostjo maščob (de Wijk in sod., 2006a).

1.1 DELOVNA HIPOTEZA

V postopku načrtovanja tega dela smo zastavili tri hipoteze:

- Sestava olja vpliva na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah.
- Olja z višjo vsebnostjo trigliceridov z daljšimi maščobnimi kislinami tvorijo debelejši nanos.
- Olja z višjo vsebnostjo prostih maščobnih kislin tvorijo debelejši nanos.

1.2 CILJ NALOGE

Z diplomskim delom smo želeli določiti nekaj faktorjev, ki vplivajo na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah.

2 PREGLED OBJAV

2.1 RASTLINSKA OLJA

Rastlinska olja so lipofilni produkt, estri glicerola in maščobnih kislin. Pridobivamo jih z obdelavo semen, sadežev in oreškov (O'Brien, 2004). Pri sobni temperaturi so v tekočem agregatnem stanju.

V 95 % so sestavljena iz triacilgliceridov. Ostale komponente pa so proste maščobne kisline, monogliceridi, digliceridi, fosfolipidi, steroli, vitamini (tokoferoli), antioksidanti, pigmenti (karotenoidi, klorofili), minerali in druge snovi (Min in Bradley, 1992).

2.2 FIZIKALNO-KEMIJSKE LASTNOSTI OLJ

Glavni vpliv na kemične in fizikalne lastnosti olj predstavljajo maščobne kisline. Te se med seboj razlikujejo po dolžini verig, številu dvojnih oziroma trojnih vezi med ogljikom, orientaciji le-teh in pozicijo na triacilglicerolu. Ti vsebujejo predvsem mešanico maščobnih kislin s 16 in 18 ogljikovih atomov (Preglednica 1). Z večanjem števila C atomov narašča točka tališča, z večanjem števila dvojnih vezi med ogljikovimi atomi, pa točka tališča pada.

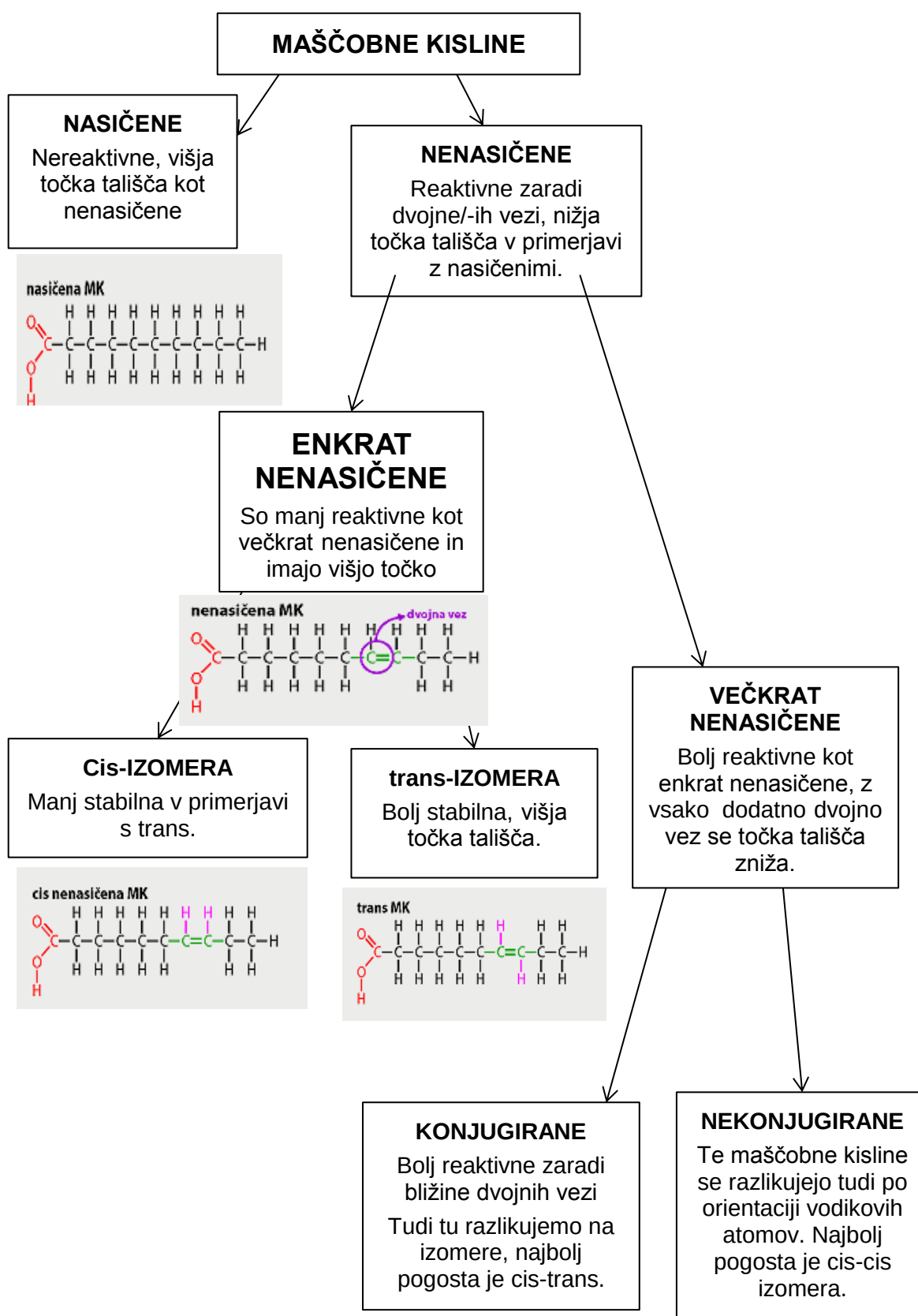
Vsaka maščobna kislina, ki je vezana na triacilglicerol, s svojo lokacijo vpliva na fizikalne značilnosti trigliceridov, te pa na fizikalne lastnosti olj (glej Sliko 1).

Surova olja vsebujejo veliko prostih maščobnih kislin. Olja so hidrofobnega značaja in se topijo v nepolarnih topilih. S polarnimi topili, kot je voda, in ob prisotnosti emulgatorjev tvorijo emulzijo.

Za določanje kemijskih lastnosti olj se poslužujemo naslednjih analiz:

- Saponifikacijsko število nam pove, koliko mg KOH je potrebnih za nevtralizacijo prostih maščobnih kislin in hidrolizo estrov v 1 g maščobe. Pri oljih se vrednosti gibljejo med 150 in 200.
- S kislinskim številom določamo prisotnost prostih karboksilnih skupin v oljih. To število nam pove, koliko mg KOH je potrebnih za nevtralizacijo prostih maščobnih kislin v 1 g maščobe. Običajno so vrednost pod 5.
- Estrsko število nam pove, koliko mg KOH je potrebnih za hidrolizo esterskih vezi v 1 g lipidov. Izračunamo ga kot razliko saponifikacijskega števila v primerjavi s kislinskim.

- Z jodnim številom določamo vsebnost nenasičenih maščobnih kislin oziroma maso v g halogena, ki se adira na dvojno vez v 100 g lipidov.
- Hidroksilno število nam pove, koliko mg KOH na 1 g maščobe je potrebnih za nevtralizacijo očetne kisline, s katero acetiliramo proste hidroksilne skupine.
- Stopnjo žarkosti olja nam pove peroksidno število, ki ga definiramo z 1 mg kisika, ki se v točno določenih pogojih veže na 1000 g vzorca.



Slika 1: Delitev maščobnih kislin glede na strukturo in njihov vpliv na fizikalne lastnosti maščob.

Brulc L. Vpliv rastlinskih olj na debelino maščobnega sloja na ustnih površinah.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2010

Preglednica 1: Tipična maščobno-kislinska sestava olj ter saponifikacijsko in jodno število (White, 2000;^a Stevenson in sod., 2007;^b O'Brien, 2004;^c Almond oil, 2010).

	Lavrična	Miristinska	Palmitinska	Palmitoolenska	Margarična	Stearinska	Oleinska	Linolna	Linolenska	Arahidonska	Eikozenojska	Eikozodienojska	Behenska	Lignocerinska	Jodno število	Saponifikacijsko število
Arašidovo	12:0	14:0	16:0	16:1	17:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	20:1	20:2	22:0	24:0	84 - 102	188 - 196
Olje koruznih kalčkov	-	0.1	11.6	0.2	0.1	3.1	46.5	31.4	-	1.5	14.1	0.1	3.0	1.0	110-128	156-196
Laneno	-	-	12.2	0.1	-	2.2	27.5	57.0	0.9	0.1	-	-	-	-	/	/
Mandljevo olje	-	0.1	4.8	-	-	4.7	19.9	15.9	52.7	-	-	-	-	-	75-94	184-194
Oljivo	-	-	13.7	1.2	-	0.1	44.5	40.5	0.6	-	-	-	-	-	76 - 90	188 - 196
Makdanija	-	-	7.89	21.21	-	2.5	71.1	10.0	0.6	0.9	-	-	-	-	70 - 80	190 - 200
Repično	-	-	3.9	0.2	-	1.9	64.1	18.7	9.2	-	1.0	-	0.2	-	110 - 115	/
Sezanovo	-	-	9.9	0.3	-	5.2	41.2	43.3	0.2	-	-	-	-	-	104 - 118	187 - 196
Sojino	-	0.1	11.0	0.1	-	4.0	23.4	53.2	7.8	0.3	-	-	0.1	-	125 - 138	188 - 195
Sončnično	0.5	0.2	6.8	0.1	-	4.7	18.6	68.2	0.5	0.4	-	-	-	-	122 - 139	186 - 196
^b Sončnično (visoko oleinsko)	-	-	3.7	0.1	-	5.4	81.3	9.0	-	0.4	-	-	0.1	-	78 - 88	188 - 194
^c Pučno olje	-	0.09-0.27	12.6-18.4	0.12-0.52	-	5.1-8.5	17.0-39.5	18.1-62.8	0.34-0.82	0.26-1.12	0-0.17	-	0.12-0.58	-	/	/

Legenda: - maščobna kislina ni prisotna
/ ni podatek

2.2.1 Nekatere fizikalne karakteristike olj

Olja spadajo med Newtonske tekočine, katerih viskoznost je konstantna ne glede na uvedeno moč pri dani vrednosti temperature (Hidalgo in Zamora, 2006).

Viskoznost olj narašča z molekulsko maso in pada z nenasičenostjo in temperaturo (Azian in sod., 2000). Tudi Abramovič in Klofutar (1998) ugotovila linearno odvisnost jodnega števila od viskoznosti ter zaznala hitro padanje viskoznosti s povišanjem temperature rastlinskih olj (rafinirano sončnično in nerafinirano sončnično, oljčno olje, nerafinirano bučno olje, mešanica nerafiniranega bučnega in rafiniranih rastlinskih olj). Viskoznost olj pa je tudi odvisna od prostih maščobnih kislin, ki povišajo viskoznost nerafiniranim oljem (Hidalgo in Zamora, 2006).

Gostota olj navadno pada z nižanjem molekulske mase maščobnih kislin. Pri temperaturi 25 °C je le-ta v območju 0,91 g/cm³ in 0,92 g/cm³ in z naraščanjem temperature pade (Hidalgo in Zamora, 2006). Viskoznost in gostota olj pri temperaturah 20 in 40 °C navaja Preglednica 2.

Preglednica 2: Viskoznosti in gostota olj pri 20 °C in 40 °C (Hidalgo in Zamora, 2006)

	Viskoznost (cP)		Gostota (g/ml)	
	T = 20 °C	T = 40 °C	T = 20 °C	T = 40 °C
Arašidovo	68-82	33	0,914-0,920	0,906-0,912
Laneno	42-47	24	0,928-0,933	0,914-0,922
Olivno	75-79	42	0,910-0,916	0,899-0,905
Repično	86-97	38	0,910-0,916	0,897
Sezamovo	64-67	29	0,915-0,923	0,910-0,913
Sojino	53-58	32	0,921-0,924	0,906-0,912
Sončnično	51-57	28	0,920-0,925	0,906-0,910

2.3 RAZDELITEV OLJ

Pokorny (2006) navaja naslednjo razdelitev olj:

2.3.1 Olja linolne kisline

2.3.1.1 Arašidovo olje

Arašide (*Arachis hypogaea* L.) uvrščamo, tako kot sojo, v družino *Leguminosae* (Abraham in Horn, 1992). Uspevajo v vseh tropskih in subtropskih področjih. Vsebujejo kar 47–50 % maščob. Pridobljeno olje je blede rumene barve in ima okus po arašidih. K blede rumeni barvi prispevata β -karoten in lutein.

Čeprav vsebuje nekaj linolenske kisline, je arašidovo olje oksidativno zelo stabilno in se uporablja za cvrtje (ima visoko točko dimljenja). V primerjavi z drugimi olji vsebuje manj fosfatidov in drugih neoljnih komponent. Vsebuje več kot 6 % dolgoveriznih nasičenih maščobnih kislin. Vsebnost tokoferolov pa je nizka v primerjavi z drugimi olji (O'Brien, 2004).

2.3.1.2 Sezamovo olje

Sezam (*Sesamum indicum* L.) vsebuje 45 % olja. Izhaja iz Afrike in Azije. Sezamovo olje so poznali že v antiki. Lahko se ga pridobi že s samim stiskanjem (White, 2000).

Je visoko oksidativno stabilno, kljub nizki vsebnosti tokoferolov. Vsebuje veliko ostalih fenolov: sezamin (5800–6490 mg/kg), sezamolin (1830–3490 mg/kg), sezamol. Olje iz praženega sezama je oksidativno stabilnejše, zaradi višje vsebnosti gama-tokoferola in sezamola. Sezamovo olje, estrahirano iz sezama s povrhnjico, je oksidativno stabilnejši od sezamovega olja brez povrhnjice in je tako bolj obstoječe pri dolgem skladiščenju (White, 2000).

2.3.1.3 Sončnično olje

Sončnica (*Helianthus annuus* L.) je ena pomembnejših rastlin za pridobivanje olja. Večino se jo pridelava v Rusiji. Vsebnost olja v sončničnem semenu se giblje med 24 in 65 % (Abraham in Horn, 1992). Surovo olje je svetlo jantarjeve barve, rafinirano pa blede rumene barve. Ima svojstven okus, ki se ga odstrani z deodorizacijo. Uporablja se za kuho, cvrtje in izdelavo margarine (Abraham in Horn, 1992).

Vsebuje 0,02–0,35 % voskov in precej fosfatidov (O'Brien, 2004). Vsebnost tokoferolov pa je podobna vsebnosti tokoferolov v olju koruznih kalčkov – približno 700 mg/kg. Je manj oksidativno stabilno v primerjavi s sojinim oljem. Olja z večjo vsebnostjo gama

tokoferolov so oksidativno stabilnejša. Sončnično olje je občutljivo na avtooksidacijo (White, 2000).

2.3.1.4 Olje koruznih kalčkov

Uvrščamo ga tako med linolenska kot tudi oleinska olja.

Olje se pridobiva iz kalčkov koruze (*Zea mays* L.), ki predstavljajo 3,1–5,7 % celotnega zrnja. Kalčki vsebujejo približno 50 % olja, ki je v osnovi temno rdečkasto jantarjeve barve in vsebuje 0,05 % voskov. Pridobivanje tega olja izvira iz Severne in Južne Amerike (O'Brien, 2004).

Kljub visoki vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin ima dobro oksidativno stabilnost. Izkazuje ga odlična stabilnost okusa. To je zaradi tega, ker se na zunanjih mestih v glicerolu (pozicija 1 in 3) nahajata nasičeni maščobni kislini, kar zmanjša oksidativnost za 3 do 4-krat (O'Brien, 2004). Olje koruznih kalčkov vsebuje veliko tokoferolov (495–1071 mg/kg) in ubinkinonov (200 mg/kg) ter ostalih fenolnih komponent (5,79 mg/kg) (White, 2000).

2.3.2 Olja, ki vsebujejo linolensko kislino, in žitna olja

2.3.2.1 Sojino olje

Soja (*Glycine max* L.) je enoletna stročnica, ki je zelo razširjena po svetu. Vsebuje največ proteinov od vseh rastlin, ki se uporabljajo za olje (Abraham in Horn, 1992). V Združenih Državah Amerike predstavlja kar 60 % vsega zaužitega olja (O'Brien, 2004).

Olje vsebuje veliko nenasičenih maščobnih kislin, od tega posebno veliko linolenske maščobne kisline (6–8 %). Posledica tega je slabša stabilnost arome in oksidacija (O'Brien, 2004). Vsebnost tokoferolov v surovem olju je 1490 mg/kg, v prečiščenem pa 1360 mg/kg (White, 2000). Na poziciji 2 v glicerolnu je običajno vezana linolenska kislina (O'Brien, 2004). Raziskovalci so prišli tudi do zaključka, da med tokoferolom in polinenasičeno maščobno kislino obstoja pozitivna odvisnost. Rastlina proizvede več tokoferolov kot zaščitni faktor proti oksidaciji nenasičenih maščobnih kislin (White, 2000).

2.3.2.2 Olje oljne repice

Za pridobivanje olja se uporabljata dva kultivarja oljne repice in sicer *Brassica napus* L. in *Brassica campestris*. Oljna repica vsebuje do 40 % olja. Zaradi visoke vsebnosti eruične maščobne kisline se je olje oljne repice dolga leta uporabljalo predvsem v industriji. Z gojenjem novega kultivarja LEAR (low erucic acid rapeseed), kjer je odstotek eruične

maščobne kisline pod 2 %, se je začel uporabljati tudi v prehranske namene (Abraham in Horn, 1992).

Olje oljne repice je stabilnejše od drugih olj, z enako vsebnostjo linolne in linolenske kisline, saj sta ti dve maščobni kislini vezani na poziciji 2 v glicerolu. Od drugih olj se razlikuje v vsebnosti klorofila in žveplovih komponent, ki pa jih med obdelavo olja odstranijo. Kljub nizki stopnji nasičenosti ima boljšo oksidativno stabilnost kot druga olja s podobno vsebnostjo linolenske in linolne kisline (O'Brien, 2004).

2.3.2.3 Laneno olje

Pridobivajo ga iz semen lanu (*Linum ussitatissimum*), ki najboljšo uspeva v hladnejših območjih.

Vsebuje veliko α -linolenske kisline. Sestava olja je močno odvisna od temperature in ostalih klimatskih pogojev. Zelo je občutljivo tudi na oksidacijo, zato z dodatkom naravnih antioksidantov β -karotena in kvarcetina, kot tudi α -tokoferola, askorbilpalmitata, citronske in askorbinske kisline ter etoksiliranega etilen glikola, lahko močno izboljšamo stabilnost (White, 2000).

2.3.3 Olja oleinske kisline

2.3.3.1 Oljčno olje

Deviško oljčno olje pridobivamo iz plodu oljke (*Olea europea*) izključno z mehanskimi in drugimi naravnimi postopki (Valenčič, 2004). Oljka uspeva v subtropskem območju s suhim poletjem in milo zimo. Po obiranju morajo biti oljke čim hitreje predelane, da preprečimo zvišanje vsebnosti prostih maščobnih kislin. Vsebnost le-teh mora biti pri hladno stiskanih oljih pod 4,0 % (O'Brien, 2004). Rafinirano olje pridobivajo s solventno ekstrakcijo iz tropin. Ravno tako rafinirajo deviško oljčno olje, če ima veliko prostih maščobnih kislin oziroma je senzorično nesprejemljivo.

Vsebnosti oleinske, linolenske in palmitinske kisline se spreminjajo glede na poreklo olja. Tako kot druga olja, pridobljena iz rastlin, ki uspevajo v hladnejših podnebjih, vsebujejo več nenasičenih maščobnih kislin. Velika vsebnost oleinske kisline daje večjo oksidativno stabilnost olju. Oljčno olje vsebuje le 10–18 % nasičenih maščobnih kislin (O'Brien, 2004). Oksidativno stabilnost pripisujejo bolj fenolnim komponentam, kavni kislini in 3,4-dihidroksifeniletanolu kot pa l-tokoferolu (White, 2000). Vsebnost fenolnih komponent je močno odvisna od sorte olj in lege. Valenčič (2004) je ugotovil pozitivno korelacijo med vsebnostjo skupnih fenolov, grenkobo in pikantnostjo.

2.3.3.2 Sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline

S kemičnimi mutageni je ruski znanstvenik spremenil sončnična semena in vzgojil visoko oleinski hibrid, primeren za drugačne klimatske pogoje. V primerjavi z običajnim sončničnim oljem se razlikuje le v vsebnosti oleinske maščobne kisline in sicer za 4 – 5 %. Oksidativna stabilnost je izboljšana zaradi večje vsebnosti oleinske kisline v primerjavi z linolensko kislino (O'Brien, 2004). Maščobno kislinska sestava se tako močno približa oljčnemu olju.

Znanstveniki so prišli do zaključka, da mešanica polinenasičenega olja (repično, koruzno, sojino) in visoko-oleinskega olja, izboljša oksidativno stabilnost in ima boljšo termično stabilnost (White, 2000).

2.3.3.3 Bučno olje

Pridobivajo ga iz semen buče (*Cucurbita Pepo Convariates Citrullinia – Varietas Styraca*), ki vsebujejo 35 – 55 % olja. Pridobljeno olje je temnozelene barve in ima okus po praženih oreščkih. Prvi zapisi tega olja segajo že v 18. stoletje in mu vseskozi pripisujejo zdravju koristne učinke. Pridobivanje bučnega olja je značilno za področje slovenske in avstrijske Štajerske, dela Madžarske in Hrvaške (Gea, 2008).

Vsebuje veliko vitamina E. V slovenskem bučnem olju ga najdemo od 50 do 70 mg na 100 g olja (Gea, 2008). Kljub veliki vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin je izmed vseh znanih olj termično najbolj stabilno.

2.3.3.4 Olje makadamije

Pridobivajo ga iz plodu drevesa makadamija (*Makadamia integrifolia*), ki raste v Avstraliji. Rafinirano olje je čisto in ima svetlo-jantarjevo barvo z nežnim okusom po oreščkih s sladkim podtonom. Lahko ga rafiniramo do popolnega razbarvanja, vendar se v tem primeru izgubi okus po oreščkih (Organic macadamia oil profile, 2010).

Olje, pridobljeno iz tega oreščka, je zelo oksidacijsko stabilno zaradi vsebnosti nasičenih maščobnih kislin. Vsebuje 1,35 % prostih maščobnih kislin (Organic macadamia oil profile, 2010).

2.3.3.5 Mandljevo olje

Pridobivajo ga iz mandljev (*Prunus dulcis*), ki vsebujejo 54,2 % maščobe. Mandlji rastejo predvsem na območju Mediterana. Olje je svetlorjave barve in ima okus po mandljih. Uporabljali so ga že v antičnih časih v medicini za zdravljenje kože. Številne študije mu

pripisujejo antikancerogeno in antioksidativno delovanje ter učinkovitost pri odpravljanju arterioskleroze in kožnih težav (Jahanban Esfahlan in sod., 2010).

Olje ima ugodno maščobno kislinsko sestavo in veliko hranilnih snovi.

2.4 USTNA VOTLINA

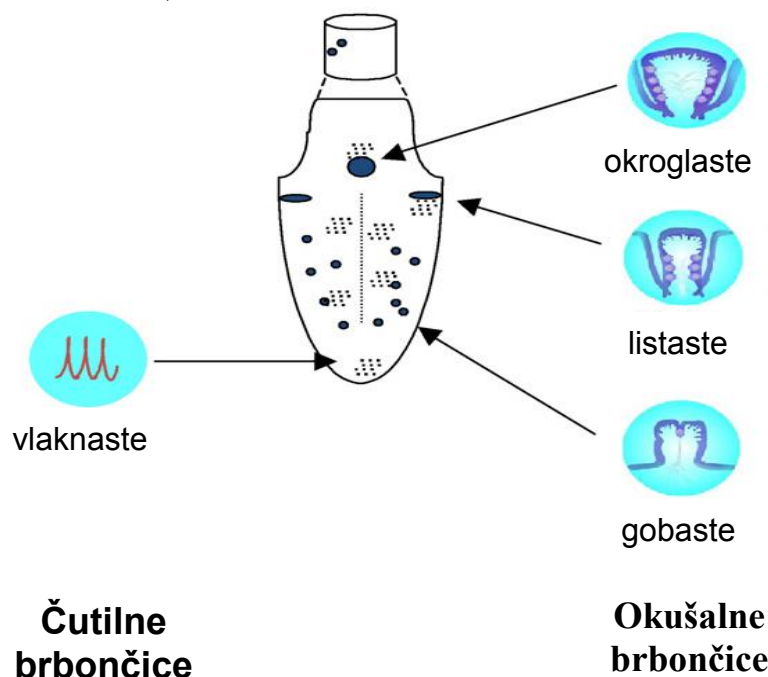
Za obdelavo hrane v ustni votlini niso pomembni le zobje in mišice, ampak tudi jezik, ustnice, lica, trdo in mehko nebo, okušalne brbončice ter slina.

Chen (2009) je opisal dogajanje v ustni votlini od ugriza, prve stopnje transporta, žvečenja in obdelave hrane, drugi del transporta, oblikovanja kepe ter požiranje. Ti procesi se lahko dogajajo zaporedno ali vzporedno. Na dogajanje v ustni votlini najbolj vplivajo lastnosti zaužite hrane (reologija in tekstura) ter fiziologija človeka (starost, spol, zdravstveno stanje itd.).

Glede na tematski okvir se bomo v tem pregledu osredotočili predvsem na slino in jezik.

2.4.1 Jezik

Jezik je mišica, ki leži v spodnjem delu ustne votline in sestoji iz dveh skupin mišic intrinzičnih in ekstrinzičnih (Chen, 2009). Površina jezika ima hidroforen značaj, vendar njegova hidrofilnost narašča z debelino sloja sline ali sluzi, tako imenovanega mukoznega sloja (Schipper in sod., 2007).



Slika 2: Vrste brbončic in njihova razvrstitev na jeziku (Khan in Besnrad, 2009)

Prednji del jezika sestoji iz tankega sloja epitelija z množico okušalnih brbončic. Poznamo štiri tipe brbončic (glej Slika 2): okroglaste, gobaste, listaste in vlaknaste. Vse razen slednje vsebujejo okušalne popke, ki se spreminjajo glede na tip brbončic. Le-ti so prisotni na mehkem nebu, žrelu, grlu in zgornjem delu požiralnika. Okroglaste in listaste so razporejene na centru in ob straneh zadnjega dela jezika, medtem ko so gobaste na prednjem delu jezika (Chen, 2009).

2.4.1.1 Zaznava maščob in senzorika

Poznamo pet vrst okusov: sladko, slano, kislo, grenko in umami. Veliko pozornost v zadnjem času se posveča obstoju zaznavanja maščob in maščobnih kislin (Breslin in Spector, 2008), ki nastanejo pod vplivom različnih dejavnikov. Zadnje raziskave potrjujejo, da ima receptorju podoben protein CD3 ključno vlogo pri zaznavanju maščob v ustni votlini pri miših in podganah (Laugerette in sod, 2007), kar omogoča izbiranje bolj mastne hrane in s tem zagotovijo organizmu dovolj energije (Khan in Besnard, 2009). Ugotovili so, da obstoja negativna odvisnost med občutljivostjo zaznave nenasičenih maščobnih kislin ter želji po uživanju hrane bogate z maščobami (Gilbertson, 1998).

Kot omenjata Khan in Besnard (2009) so zdravi ljudje sposobni zaznavati nasičene in nenasičene dolgoveržne maščobne kisline, medtem ko je zaznavanje trigliceridov manjše. Mehanizem zaznavanja prostih maščobnih kislin pri ljudeh še ni znan. Razumevanje samega delovanja mehanizma zaznavanja lipidov bo omogočilo nove pristope za izboljšanje prehrane in razvoj novih izdelkov (Dransfield, 2008).

Vsebnost maščobe predvsem povezujejo (de Wijk in sod., 2006b) s kremastim in mastnim občutkom. Le-ta narašča z naraščanjem vsebnosti maščobe v ustni votlini. Kremasti občutek prevladuje do dosežene 15 % vrednosti maščobe v izdelku, naprej pa masten občutek. Zaznava drsnega in oljnega sloja je odvisna od debeline maščobnega nanosa (Pivk in sod., 2008b).

2.4.2 Slina

Slina je sestavljena pretežno iz vode (99,5 %), proteinov (0,3 %) ter anorganskih in drugih snovi v sledovih (0,2 %). Sline proizvajajo trije pari eksokrinih žlez slinavk: obušesne, podčeljustne in podjezične. Le-te proizvedejo 90 % vse sline. Ostalih 10 % pa Ebnerjeve žleze (na jeziku) in majhne žleze, ki so razporejene po celotni ustni votlini. Izločanje sline je predvsem odvisno od načina stimulacije. Med spanjem proizvaja slino predvsem podčeljustna slinavka, pri mehanski stimulaciji obušesna in podčeljustna žleza. Preko dneva se spreminja predvsem vsebnost stimulirane sline, katere je največ zjutraj in okoli poldneva (Chen, 2009).

Sekrecija znaša od 0,3 do 7 ml na minuto (Schipper in sod., 2007) in se spreminja glede na posameznika, njegov spol, starost, zdravstvenega stanja. pH se giblje med 6,2 in 7,4 ter narašča prvih 5 min po zaužitju, nato po 15 minutah pade na minimum (Chen, 2009).

Slino lahko uvrstimo med nenewtonsko tekočino, glavni razlog za to so glikoproteini, na primer mucini, ki tvorijo šibek gel. Le-ti so prisotni predvsem pri »nestimulirani slini«, ki je izloček predvsem podčeljustne in podjezične žleze slinavke ter malih žlez slinavk. Viskoznost sline je tako odvisna od tipa žleze slinavke, ki jo proizvaja, posameznika, pogojev stimulacije ter od metode zbiranja in merjenja. Pri slini, ki nastane brez stimulacije, lahko opazimo zmanjšanje viskoznosti pozno popoldan. Po nekaj urah viskoznost sline pade pri njenem shranjevanju zunaj ustne votline. Stimulirana slina je encimatsko stabilna 30 min pri hranjenju na sobni temperaturi. Količina izločene sline in njena viskoznost sta med seboj v pozitivni odvisnosti (Schipper in sod., 2007).

Schipper in sodelavci (2007) so mnenja, da je vpliv viskoznosti sline na mazljivost ustne površine zanemarljiva. Tanini, ki jih zaužijemo s hrano zmanjšujejo mazljivost in povzročijo občutek suhosti. Ta efekt je bil pripisan tvorbi kompleksa med tanini in proteini iz sline, ki zmanjša viskoznost sline in poveča trenje.

Slina pokriva sluznico in zobe v 8 do 40 μm debelem sloju s selektivno absorpcijo proteinov iz sline (Schipper in sod., 2007).

V slini so prisotne tudi proste maščobne kisline, katerih prisotnost je odvisna od zaužitja prehranskih maščob. Vegetarijanci imajo tako več α -linolenske kisline ter manj arahidonske kisline kot vsejedci (Actis in sod., 2005).

2.4.3 Debelina maščobnega nanosa v ustni votlini

Prinz in sodelavci (2006) so z merjenjem motnosti po več izpiranj ustne votline ugotovili, da se sloj maščob na ustnih površinah zadržuje dlje časa v odvisnosti od viskoznosti zaužite hrane. V drugi študiji so ugotovili (de Jongh, 2006), da se lipidi hitreje izpirajo v primerjavi s proteini in ogljikovimi hidrati. Razlike v sestavi sloja v ustni votlini ni bilo odkrito. Olje pa se v ustni votlini nahaja kot emulzija (Adams in sod., 2007).

Pivk in sodelavci (2008a) so v svoji študiji dokazali, da je povprečna izmerjena debelina maščobnega sloja na jeziku znašala od 5 pa do 32 μm . Debelina sloja je odvisna od mesta merjenja in je na centru jezika večja kot na robu ter večja v zadnjem delu jezika kot sprednjem. Debelina sloja je odvisna tudi od količine vnesenega olja v ustno votlino (Pivk in sod., 2008c). Le-ta narašča z večanjem volumna olja dokler ne dosežemo nasičenosti površine jezika z oljem. Debelina sloja se zmanjša za polovico po 1 min izpostavljenosti, po 2 min pa za četrtino. Debelina sloja na nebu je zelo nizka in je vedno pod 10 μm .

2.5 METODE MERJENJA DEBELINE MAŠČOBE

Kar nekaj metod, tako *in vivo* kot *in vitro*, je bilo razvitih predvsem za določanje teksture mlečnih desertov (de Wijk, 2006a). To so: merjenje lomnega količnika IR-svetlobe (Infrared reflectance), motnosti (turbidity of spat-out rinse water) ter razni reološki testi. Med temi testi se za merjenje maščobnega nanosa uporabljajo naslednje metode, ki so opisane v Preglednici 3.

Preglednica 3: Metode merjenja maščobnega nanosa na ustnih površinah

METODA	PRINCIP	UPORABA
Vpliv maščob na motnost izplaknjene vode → »turbidity of spit-out rinse water« (Prinz in sod., 2006)	Merjenje motnosti izplaknjene vode iz ustnih površin.	Ni uporabna, semikvantitativna.
Optično-elektronski odsevni senzor → »opto-electronic reflectance sensor« (Prinz in sod., 2006)	Merjenje lomnega količnika na površini, ki se spreminja z vsebnostjo maščob.	Ni uporabna, saj je ni mogoče povezati s senzoričnimi atributi.
ATR-FTIR spektroskopija → »Attenuated Total Reflection Fourier Transform InfraRed« (de Jongh in sod., 2006)	Določanje ostanka hrane na ustni površini po požiranju, ki ga dobimo s pomočjo vate in nato z ATR-FTIR spektrom določimo snovi. S površino signala pa spremljamo tudi koncentracijo.	Ni pokazala nobene razlike v sestavi sloja v ustni votlini, saj se lipidi hitreje spirajo v primerjavi s proteini in ogljikovi hidrati. Metoda je semikvantitativna, <i>ex vivo</i> .
Video endoskopija (Adams in sod., 2007)	S pomočjo video endoskopije spremljanje struktur oziroma ostankov hrane na površini jezika.	<i>In vivo</i> , kvalitativno spremljanje, za velikosti kapljic olja na površini jezika.
Izplakovalna metoda (Pivk in sod., 2008b)	Gravimetrično določanje maščob po izplaknjenju – zadržane maščobe na celotni ustni površini.	Kvantitativna, <i>ex vivo</i> , ne da realne slike saj je preračunana vrednost zelo nizka in se nanaša na celotno ustno površino.
Fluorescentna metoda (Pivk in sod., 2008b)	Določanje debeline maščobnega nanosa na določeni poziciji ustne površine s pomočjo fluorescentnega markerja za maščobo in kalibracijske krivulje.	Kvantitativna, <i>in vivo</i> , lahko izmerimo debelino na točno določeni točki.
Filter papir metoda (Pivk in sod., 2008b)	Določanje maščobe (s pomočjo fluorescentnega markerja za maščobo) na filter papirju, na katerega se absorbirajo maščobe ob pritisku na ustno površino.	Kvantitativna, <i>ex vivo</i> , lahko merimo na točno določeni točki. Slabe absorpcije lipidov iz ustne površine na filter papir.

2.6 UPORABA

Fluorescentna metoda ima uporabno vrednost pri določanju debeline sloja na ustnih površinah ne samo za maščobe, temveč tudi za druge molekule, ki so prisotne v hrani (Pivk in sod., 2008c).

Van Aken s sodelavci (2007) ugotavlja, da bomo z razvojem novih kvantitativnih metod bolje razumeli strukturne spremembe hrane, do katerih prihaja v ustih, in s tem zapolnili vrzel med strukturo hrane in njenimi senzoričnimi lastnostmi. S tem bomo lahko tudi na »inženirski« način kontrolirali obnašanje hrane v ustni votlini preko strukture in sestave.

Ker imajo maščobe močan vpliv na teksturo, lahko z zadostnim poznavanjem vpliva le-teh na senzorične lastnosti znanje prenesemo tudi v industrijo. V današnjem času narašča uporaba izdelkov z nizko vsebnostjo ali celo brez maščobe. Z dobrim poznavanjem vpliva maščob na senzorične lastnosti lahko izdelkom z nizko vsebnostjo maščob izboljšamo teksturo, okus in aromo.

3 MATERIALI IN METODE

Izhajajoč iz delavnih hipotez, da sestava olja vpliva na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah, da višja vsebnost trigliceridov z daljšimi maščobnimi kislinami tvorijo debelejši maščobni nanos in da višja vsebnost prostih maščobnih kislin tvori tanjši maščobni nanos na ustnih površinah, smo za analizo izbrali različna olja rastlinskega izvora (ekstra deviško oljčno olje, rafinirano olje oljne repice, rafinirano sončnično olje, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sezamovo olje, mandljevo olje, olje makadamije, oljčno olje, bučno olje, mešanica rafiniranih rastlinskih olj, rafinirano olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega rastlinskega olja, rafinirano sojino olje, laneno olje, mešanica nerafiniranega bučnega olja in rafiniranega rastlinskega olja, mešanica rafiniranega sončničnega z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja) in jim izmerili debelino maščobnega nanosa *in vivo* s fluorescenčno metodo. Oljem smo izmerili gostoto in viskoznost ter uporabili podatke o sestavi. Iz analiznih listov vzorcev olj, ter poskušali poiskati korelacije med temi parametri na debelino maščobnega nanosa.

3.1 MATERIALI

Za delo smo uporabili različne vzorce rastlinskih olj, MCT (srednje-veržni trigliceridi) in fluorescenčno barvilo kurkumin.

3.1.1 Vzorci

Za analizo smo uporabili rastlinska olja, ki so podana v Preglednici 4.

Za vsak vzorec smo pridobili podatke o vsebnosti prostih maščobnih kislin, peroksidnem številu, barvi po Gerberju, senzorično oceno in maščobno kislinsko sestavo olja. Analizni listi olj se nahajajo v Prilogi A in B.

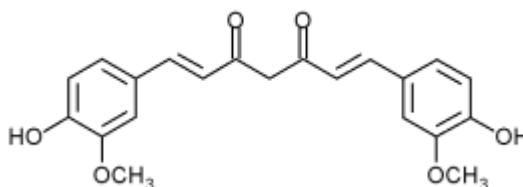
Preglednica 4: Vzorci olj za analizo.

OZNAKA	VZORCI	ŠARŽA
ARR	mešanica 50 % jedilnega rafiniranega in 50 % arašidovega olja in jedilnega rafiniranega repičnega olja	11.05.2010
BRA	mešanica 30 % nerafiniranega bučnega olja in 70 % rafiniranega rastlinskega olja (rafinirano sončnično olje, sojino olje in repično olje)	14.04.2010
BUO	bučno olje (nerafinirano)	28.09.2010
COL	ekstra deviško oljčno olje 2	17.06.2010
EOL	ekstra deviško oljčno olje 1	25.09.2010
ESO	ekstra sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline (rafinirano)	01.03.2010, 28.02.2010
KKO	rafinirano olje koruznih kalčkov	14.10.2010
LAN	laneno olje (hladno stiskano)	19.03.2010
MAK	olje makadamije (nerafinirano hladno stiskano)	19.09.2010
MAN	mandljevo olje (nerafinirano hladno stiskano)	20.09.2010, 20.05.2010
OLO	oljčno olje (rafinirano)	25.03.2010
RAO	mešanica rafiniranega sončničnega, sojinega in repičnega olja	03.02.2010
REO	rafinirano olje oljne repice	16.03.2010
SEZ	sezamovo olje (nerafinirano hladno stiskano)	12.03.2011
SLA	mešanica 95 % rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline in 5 % rafiniranega lanenega olja	07.07.2010
SOJ	rafinirano sojino olje	16.04.2010
SON	rafinirano sončnično olje	11.03.2010
SOO	sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline (nerafinirano, hladno stiskano)	20.10.2010, 22.07.2010

3.1.2 Kurkumin (E100)

Kurkumin je v lipidih topen fluorescirajoč polifenol. Nahaja se v korenini tumerike (*Curcuma longa*). Pripisujejo mu antioksidativno, protivnetno in antikarcenogeno delovanje. V zadnjih letih so bile narejene mnoge študije, ki potrjujejo njegovo farmakološko in biološko učinkovitost (Preetha in sod., 2008).

Za raziskavo smo uporabili kurkumin s 95 % čistostjo.



Slika 3: Strukturna formula kurkumina v keto obliki (Kurkumin, 2007).

3.1.3 MCT (srednje-verižni triacilgliceroli)

Že od leta 1950 se uporablja za prehrano bolnikov in ima status GRAS. Vsebuje 60 % kaprilične (C8:0) in 40 % kaprične kisline (C10:0).

Energijska vrednost je 8,3 Kcal/g (Akoh, 2000). Kratko verižne maščobne kisline v glicerolu so bolj topne v vodi v primerjavi z dolgoverižnimi.

3.2 METODE

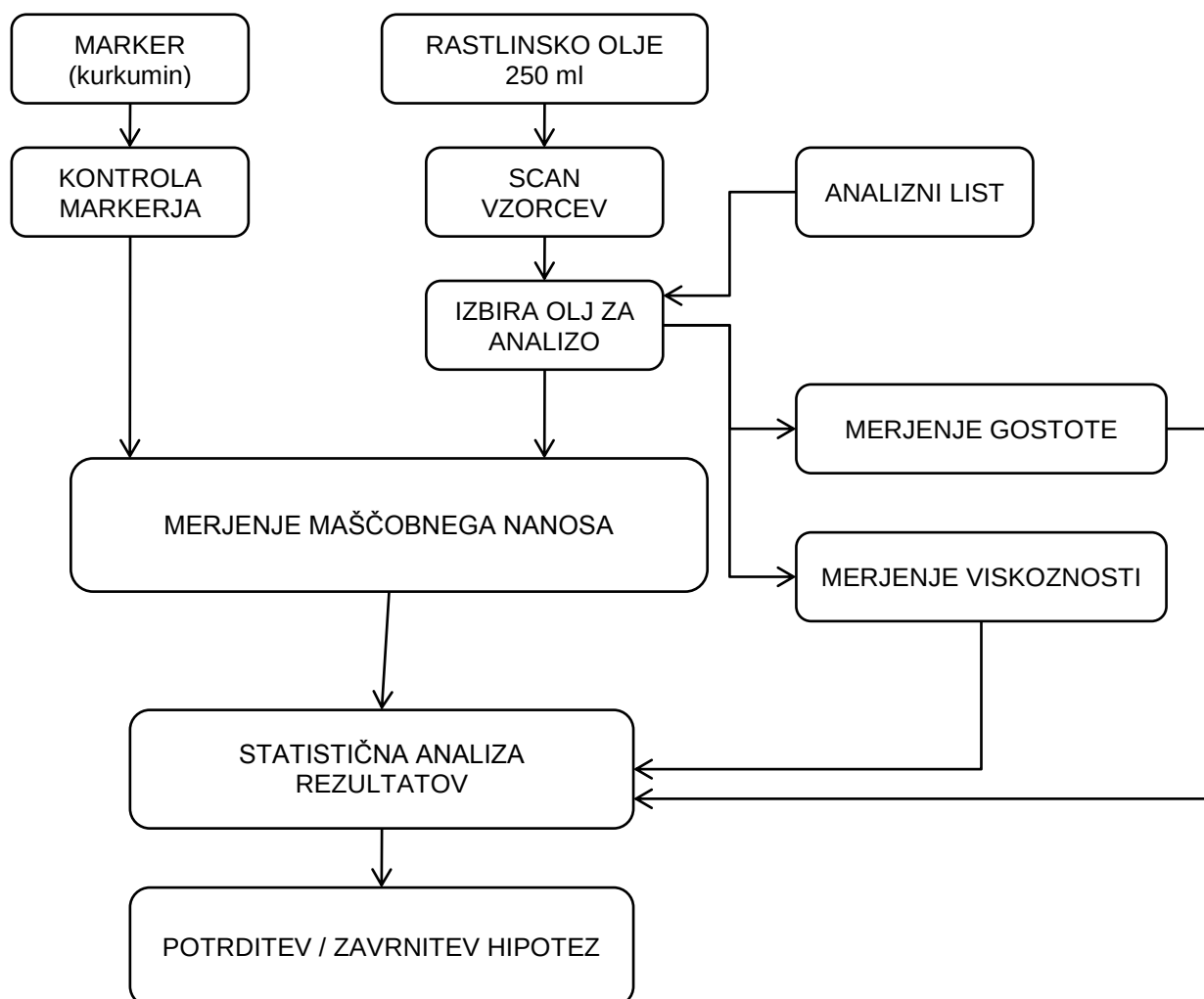
Za določitev faktorjev vpliva na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah po zaužitju rastlinskih olj smo izbranim oljem izmerili viskoznost, gostoto in določili debelino maščobnega nanosa na jeziku *in vivo*. Zaradi obarvanosti olj smo pri določanju debeline maščobnega nanosa na jeziku izločili laneno in bučno olje ter mešano bučno in repično olje. Zaradi podobne maščobno kislinske sestave smo izločili tudi mešanico rafiniranega sončničnega olja in rafiniranega lanenega olja. Vsem preiskovanim oljem, vključno z lanenim in bučnim oljem, smo tudi izmerili gostoto in viskoznost pri 20 °C in 35 °C.

3.2.1 Načrt poskusa

Eksperimentalni del je bil sestavljen iz merjenja fluorescence in določitve debeline maščobnega nanosa na jeziku, merjenja viskoznosti in gostote. Ostale lastnosti olj smo pridobili iz analiznega lista.

Pred merjenjem debeline maščobnega nanosa smo opravili še kontrolo meritve markerja in vzorcev. S kontrolo vzorcev smo preverjali, ali obarvanost olja vpliva na meritev in na določitev debeline.

Poskus smo zasnovali, kot je prikazano na diagramu na Sliki 4.



Slika 4: Načrt poskusa glede na cilje diplomske naloge.

3.2.2 Merjenje debeline nanosa

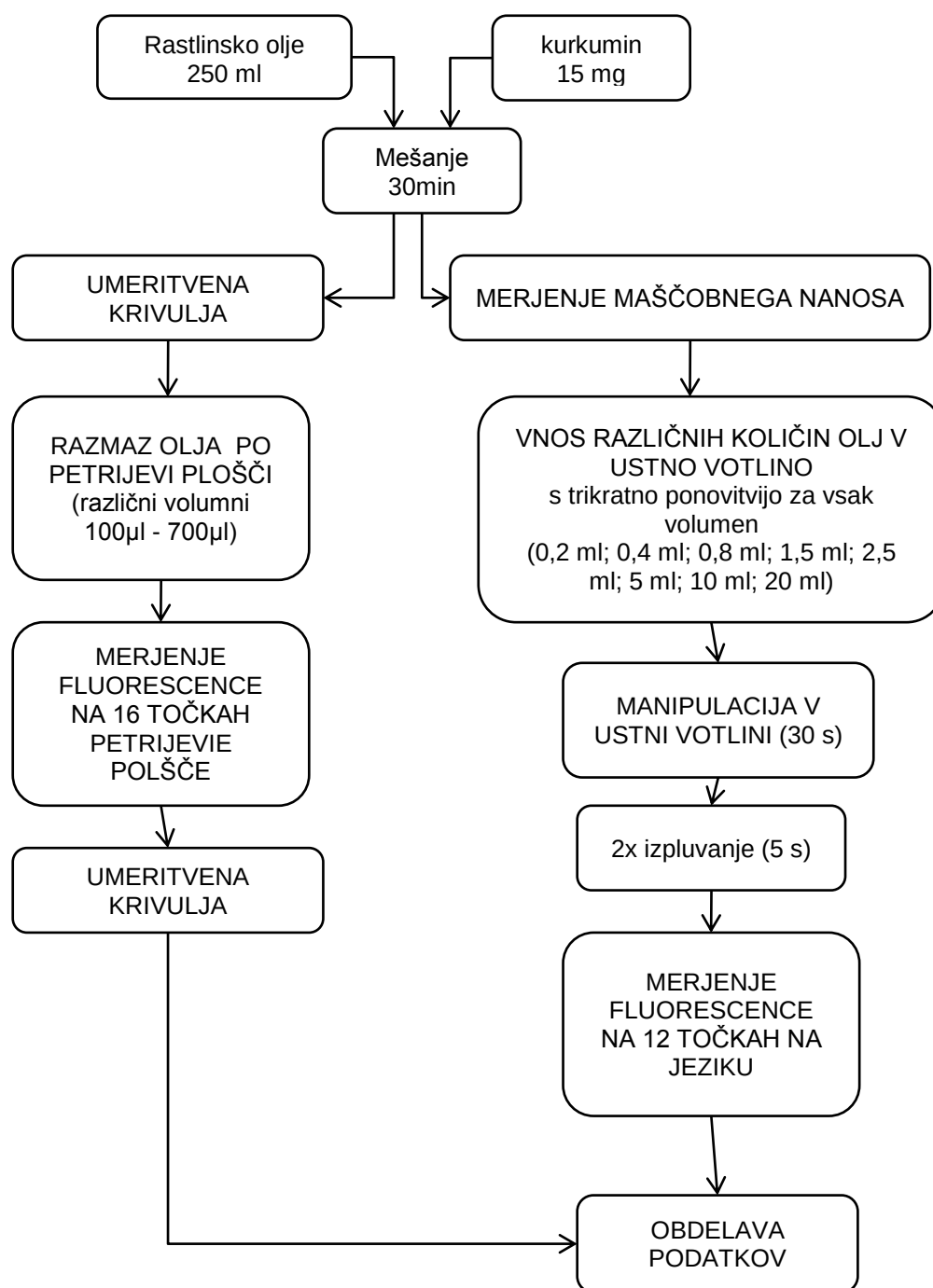
Uporabili smo fluorescenčno metodo, ki so jo razvili Pivk in sodelavci (2008a). Metoda temelji na merjenju debeline sloja olja s pomočjo fluorescence barvila kurkumina *in vivo*. Potek metode ponazarja Slika 5.

Debelino maščobnega nanosa smo izmerili *in vivo* na enem posamezniku, ženskega spola, starosti 25 let, v desetih različnih dneh in v časovnem obdobju med 2. 6. in 5. 6. 2009, 14. 9. in 18. 9. 2009 ter 7. in 8. 9. 2009. Meritve smo naredili pri 9 različnih volumnih olj: 0,2 ml; 0,4 ml; 0,8 ml; 1 ml; 1,5 ml; 2,5 ml; 5 ml; 10 ml; 20 ml s 3 ponovitvami.

Pri eksitacijski valovni dolžini 440 nm, smo izmerili intenziteto fluorescence pri valovni dolžini 515 nm. Konstantno razdaljo med vzorcema in detektorjem smo dosegli s posebnim nastavkom za merjenje fluorescence na trdnih podlagah.

Najprej smo s pomočjo standardnega olja MCT naredili kontrolo markerja. Določen volumen olja, ki smo mu predhodno vmešali 65 ppm kurkumina smo razmazali po petrijevi plošči, površine 56,4 cm². Na debelini maščobnega sloja 0 µm; 35,2 µm; 70,5 µm; 105,7 µm; 141,0 µm smo posneli spekter v območju valovnih dolžin od 470 do 600 nm.

Vsakem preiskovanemu vzorcu olja smo izmerili ozadje in sicer tako, da smo znanemu volumnu olja, ki smo ga dobro razmazali po petrijevi plošči posneli fluorescenčni spekter od 470 do 600 nm. Spektre smo posneli pri naslednjih debelinah maščobnega sloja: 0 µm; 35,2 µm; 70,5 µm; 105,7 µm; 141,0 µm. Olju smo nato dodali 65 ppm kurkumina in postopek ponovili. Če obarvanost olja ni motila meritve smo iz teh meritev naredili umeritveno krivuljo, iz katere smo določili debelino maščobnega sloja. To smo uporabili za merjenje debeline maščobnega nanosa, kar je natančneje opisano v naslednji točki.



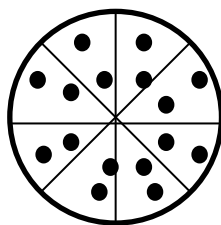
Slika 5: Potek merjenja debeline maščobnega nanosa na jeziku.

S pomočjo pridobljenih podatkov o sestavi olja smo olje razporedili v skupine. Rafinirano olje oljne repice smo uporabili kot interni standard in ga analizirali vsak dan v kombinaciji z 2 ali 3 vrstami olja.

3.2.2.1 Umeritvena krivulja

Za merjenje debeline maščobnega nanosa na jeziku je pomembna stopnja priprave umeritvene krivulje, ki jo moramo narediti v istem dnevu, kot je bila opravljena meritev debeline maščobnega nanosa na jeziku, saj se intenziteta fluorescence kurkumina lahko dnevno spreminja.

Na petrijeve plošče damo različne volumne preiskovanega olja (0,1 ml–0,7 ml), ki smo mu predhodno dobro vmešali 65 ppm kurkumina oziroma 15 mg na 250 ml olja. Olje smo dobro razmazali po površini. Naredili smo 16 meritev na točno določenih mestih petrijeve plošče, kot ga prikazuje Slika 6, ter izračunali povprečje. Ker pa je fluorescence kurkumina odvisna od temperature in je pri temperaturi jezika (35 °C) manjša za 12,3 %, kot pri sobni temperaturi (23 °C), smo zmanjšali intenziteto izmerjene fluorescence za to vrednost.



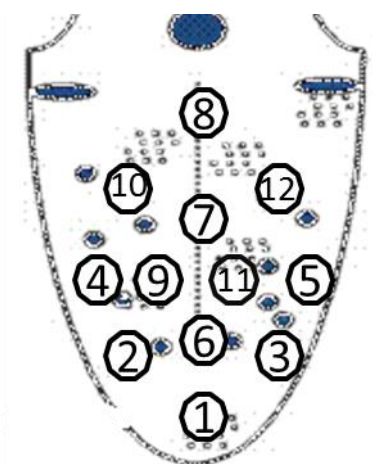
Slika 6: Točke meritve fluorescence znane količine olje na petrijevi plošči.

Glede na nanešen volumen in velikost petrijeve plošče, ki znaša 56,4 cm², smo izračunali debelino olja na posamezni plošči, ki smo jo nanесли na os X umeritvene krivulje. Na os Y pa povprečje izmerjene fluorescence na 16 točkah, katerim smo zmanjšali intenziteto za 12,3 %. Po metodi najmanjših kvadratov smo izračunali enačbo premice (Priloga I, J in K) ki smo jo nato uporabili pri izračunavanju debeline maščobnega nanosa.

3.2.2.2 Potek merjenja debeline maščobnega nanosa na jeziku

Pol ure pred začetkom merjenja in med merjenjem se ni smelo umivati zob ter hraniti. Za pitje se je lahko uporabljala le voda.

Pred vnosom vzorca v ustno votlino smo spili požirek vode. Po vnosu vzorca olja smo ga 30 s skušali čim bolj porazdeliti po celotni ustni votlini, nato smo olje dvakrat izpljunili (traja približno 5 s) in izmerili absorbanco na 12 točno določenih točkah na jeziku. Med vzorci smo usta 1 minuto spirali z vodo.



Slika 7: Točke merjenja fluorescence na jeziku.

Izmerjeni absorbanci posamezne točke na jeziku smo s pomočjo umeritvene krivulje določili debelino.

3.2.3 Merjenje gostote

Gostota, ρ , je definirana kot masa (m) enote volumna (V). Merska enota je g/cm^3 .

Gostoto tekočine ali tekoče mešanice pogosto navajamo kot relativno gostoto (d), ki je razmerje mas enakih volumnov tekočine ali tekoče mešanice in primerjalne tekočine, običajno vode. Pri tem sta temperatura tekočine ali tekoče mešanice in primerjalne tekočine enaki ali celo različni. Relativna gostota nima enote (Tasič in Klofutar, 2007).

$$d_{T_0}^T = \frac{\left(\frac{m}{V}\right)_T}{\left(\frac{m_0}{V}\right)_{T_0}} \quad \dots(1)$$

Gostoto tekočine ali tekoče mešanice izračunamo preko relativne gostote z zvezo:

$$d_T = d_{T_0}^T \cdot d_{T_0} \quad \dots(2)$$

Za merjenje relativne gostote olja smo uporabili metodo merjenja mase znanega volumna snovi in sicer vode (AOAC 985.19, 1999), ki jo merimo v posebni posodi imenovani piknometer oziroma bolj natančno z *Gay-Lussacovo* steklenico.

3.2.3.1 Umeritev piknometrov

Najprej smo čiste in suhe piknometre (iz eksikatorja) stehali na 5 decimalk natančno (m_p). Destilirano vodo smo 10 min degazirali v ultrasonični kopeli in napolnili piknometre. Pokrili smo s pokrovčkom s kapilaro tako, da je ostal na vrhu pokrovčka mehurček vode. Piknometre smo postavili v vodno kopel s temperaturo 20 °C ali 35 °C in jih termostatirali 20 min ter pazili, da je bil mehurček tekočine vedno na pokrovčku. Po pretečenem času smo s filtrom odstranili preostanek preiskovane tekočine na pokrovčku ter obrisali piknometre. Postavili smo jih za 10 min v eksikator in jih nato stehali, da smo dobili maso m_{p+v} . Na podlagi poznane vrednosti gostote vode (d) pri preiskovani temperaturi, 20 °C ali 35 °C, smo po enačbi 3 izračunali volumen piknometra (V_p).

$$V_p = d \cdot (m_{p+v} - m_p) \quad \dots(3)$$

3.2.3.2 Merjenje gostote

Suh in čist piknometer smo nato ponovno stehali in dobili m_p . Ponovili smo postopek, tako kot pri umeritvi piknometrov, le da tokrat s preiskovanim oljem. Na koncu s tehtanjem določimo maso piknometra z oljem (m_{o+p}). Po enačbi 4 izračunamo gostoto olja d_o , kjer je V_p volumen piknometra, ki smo ga izračunali po enačbi 3.

$$d_o = \frac{m_{p+o} - m_p}{V_p} \quad \dots(4)$$

Naredili smo 4 ponovitve za vsako vrsto olja.

3.2.4 Viskoznost

Definiramo jo kot upor tekočine proti toku. Tako kot navajata Tasič in Klofutar (2007), poznamo dve vrsti viskoznosti:

Dinamična viskoznost, η , je definirana kot strižna sila F na enoto ploščine A , ki je potrebna, da porine plast tekočine naprej. Sorazmerna je kvocientu spremembe hitrosti Δv in razdalji med sosednjima plastema Δy .

$$\frac{F}{A} = \eta \frac{\Delta v}{\Delta y} \quad \dots(5)$$

Merska enota poise (P), $\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ po SI sistemu pa Pa·s. Relacija med obema je: $1 \text{ Pa} \cdot \text{s} = 10 \text{ P}$

Kinematična viskoznost, ν , je definirana kot razmerje viskoznosti in gostote tekočine, ν :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} \quad \dots(6)$$

Merska enota je Stokes, cm^2s^{-1} (St), po sistemu SI pa m^2s^{-1} .

Za merjenje viskoznosti smo uporabili viskozimeter s kapilaro in sicer Ubbelohde viskozimeter, katerega metoda temelji na Poiseuinovem zakonu (enačba 7).

$$t = \frac{\eta 8V}{\pi r^4 dg} = K \left(\frac{\eta}{\rho} \right) \quad \dots(7)$$

K je konstanta viskozimetra, ki se določi na osnovi umerjenja z znano tekočino. Iz relacije je razvidno, da je čas pretoka skozi kapilaro sorazmeren kinematični viskoznosti tekočine.

3.2.4.1 Merjenje viskoznosti

Viskoznost, merjena s kapilarnim viskozimetrom, podaja naslednja relacija (Cannon s sod., 1960):

$$\frac{\eta}{\rho} = Ct - \frac{E}{t^2} \quad \dots(8)$$

oziroma:

$$\eta = Cdt - \frac{Ed}{t^2} \quad \dots(9)$$

Empirični konstanti C in E sta odvisni od volumna viskozimetra. Določimo ju s tekočino, katere viskoznost poznamo. V ta namen smo za merjenje viskoznosti uporabili saharozo (W=56,3 %), kateri smo izmerili pretočni čase t_0 pri 20 °C in 35 °C. Iz znanih vrednosti za viskoznost d_0 pri teh temperaturah, ki jih podaja Preglednica 5, lahko z metodo najmanjših kvadratov določimo konstanto C in E.

$$\frac{\eta t^2}{d} = Ct^3 - E \quad \dots(10)$$

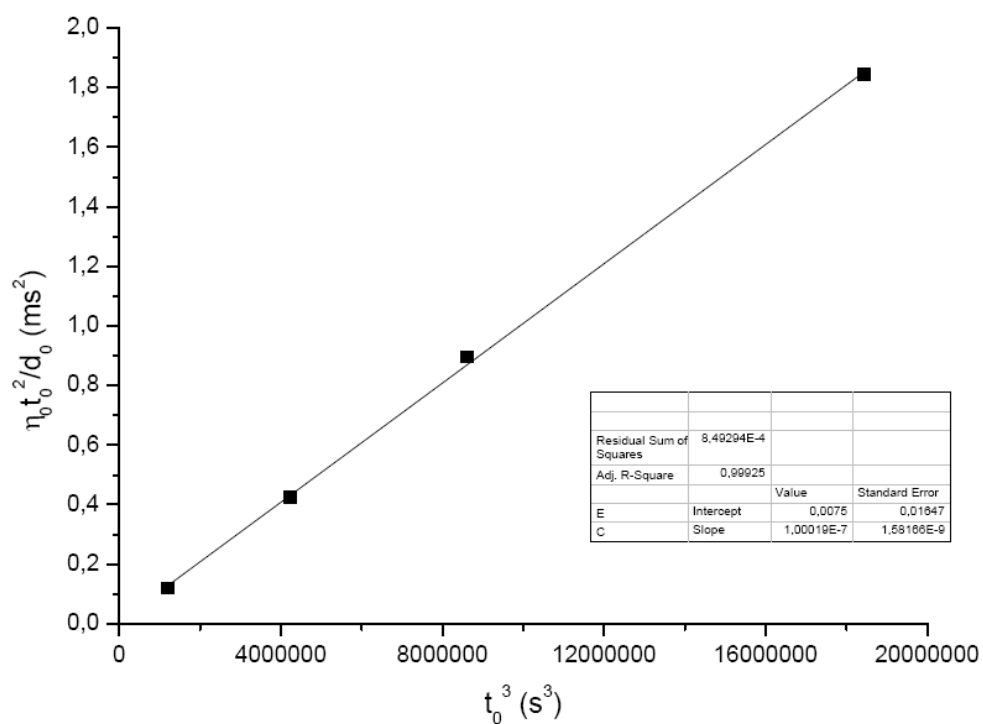
To storimo tako, da $\eta t^2 d^{-1}$ rišemo kot funkcijo t^3 .

Preglednica 5: Povprečni pretočni čas, t_0 , gostota, d_0 ter absolutna viskoznost saharoze, η_0 (Mathlouthi, 1995), v temperaturnem območju od 293,15 do 313,15 K.

T (K)	t_0 (s)	d_0 (kg m ⁻³)	$\eta_0 \cdot 10^3$ (kg m ⁻¹ s ⁻¹)
293,15	264,178	1264,96	33,390
298,15	205,050	1262,51	26,875
303,15	161,785	1260,06	20,360
313,15	106,196	1254,83	13,310

Preglednica 6: Parametri enačbe (10) za saharozo (W = 56,3 %) pri preiskovanih temperaturah.

T (K)	t_0^3 (s ³)	$\eta_0 t_0^2 / d_0$ (m ² s)
293,15	18438871	1,842309
298,15	8621430	0,895021
303,15	4234623	0,422925
313,15	1197635	0,119622



Slika 8: Umeritvena krivulja za določitev konstante C in E z 56,3 % saharozo.

Vrednost naklona in odseka premice na Sliki 10 za C in E določena z metodo najmanjših kvadratov, je sledeča:

$$C = (1,00019 \cdot 10^{-7} \pm 1,58166 \cdot 10^{-9}) m^2 s^{-2}$$

$$E = (-7,5 \cdot 10^{-3} \pm 1,647 \cdot 10^{-2}) m^2 s^{-2}$$

3.2.4.2 Merjenje napake viskoznosti

Preiskovanim vzorcem olj smo pri temperaturama 298,15 in 308,15 K izmerili pretočne čase t .

Absolutno oziroma dinamično viskoznost smo izračunali preko relacije 10, standardno napako izračunane vrednosti pa po relaciji (Topping, 1972):

$$\partial\eta = \sqrt{\left(\left(Ct - \frac{E}{t^2}\right)\partial d\right)^2 + \left(\left(Cd + \frac{2Ed}{t^3}\right)\partial t\right)^2 + ((dt)\partial C)^2 + \left(-\frac{d}{t^2}\right)\partial E)^2} \quad \dots(11)$$

$\mathcal{C}$ in $\mathcal{E}$ standardni napaki konstant C in E , ki smo ju določili pri umerjanju viskozimetra. $\mathcal{d}$ in $\mathcal{t}$ pa sta standardni napaki gostote in časa.

3.2.5 Statistična obdelava podatkov

Za analizo rezultatov diplomskega dela sem uporabila naslednje statistične metode:

Gostota:

- aritmetična sredina
- standardni odklon
- koeficient variacije

Viskoznost:

- aritmetična sredina
- kvocient variacije

Debelina maščobnega nanosa na jeziku:

- mediana
- koeficient variacije po Pearsonu
- hierarhične metode razvrščanja

3.2.5.1 Aritmetična sredina

Aritmetična sredina ($\bar{x}$), je vrednost pri kateri je vsota odklonov enaka 0. Izračunali smo jo po enačbi 12 (Košmelj, 2001),

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \dots(12)$$

kjer n predstavlja število meritev, x_i pa vrednost i -te meritve.

3.2.5.2 Mediana

Mediana razdeli ranžirno vrsto na enaka dela. Polovica vrednosti je manjših od mediane ali njej enakih, polovica pa večjih od mediane ali njej enakih (Košmelj, 2001).

$$Me = 0,5 \cdot n + 0,5 \quad \dots(13)$$

3.2.5.3 Standardni odklon

Opremljen je kot vsota kvadratnih odklonov od aritmetične sredine, ki jo podaja enačba 12 (Košmelj, 2001).

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad \dots(14)$$

3.2.5.4 Kvocient variacije

Kvocient variacije meri kolikšen odstotek aritmetične sredine ($\bar{x}$) predstavlja standardni odklon (s). Izračunali smo ga po spodnji enačbi:

$$KV (\%) = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100 \quad \dots(15)$$

3.2.5.5 Koeficient korelacije po Pearsonu

Pearsonov koeficient korelacije (r) je merilo linearne povezanosti dveh spremenljivk. Analiziramo dve opisni spremenljivki za katere X in Y za katere nas zanima ali sta povezani ali ne. Ničelna domena trdi, da X in Y nista povezani, alternativna pa, da sta X in Y povezani.

Koeficient korelacija izračunamo po spodnjih enačbah (enačba 16 in 17).

$$r = \frac{c_{xy}}{s_x \cdot s_y} \quad \dots(16)$$

$$c_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n [(x - \bar{x})(y - \bar{y})] \quad \dots(17)$$

Koeficient korelacije lahko zasede mesta med 1 in -1. Če je izračunana vrednost koeficienta korelacije večja kot koeficient korelacije pri 0,05 stopnji značilnosti za n prostostnih stopenj, lahko ovržemo ničelno hipotezo in potrdimo alternativno hipotezo, da sta Y in X povezani.

3.2.5.6 Hierarhične metode razvrščanja

Postopek združevanja pri hierarhičnih metodah je naslednji (Košmelj in Brekvar-Žaucer, 2006):

- Vsaka enota je skupina.
- V vsakem koraku združevanja se poišče med seboj najbližji skupini in se ju združi v novo skupino. Staro matriko razdalj nadomesti nova matrika razdalj. Ta korak se ponavlja, dokler niso vse enote združene v eno skupino.

Evklidska razdalja je definirana kot razdalja v n-razsežnostnem prostoru med dvema točkama A ($a_1, a_2, \dots, a_n$) in B ($a_1, a_2, \dots, a_n$) je izračunana po enačbi 18.

$$d(A, B) = \sqrt{(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2} \quad \dots (18)$$

Uporabili smo Wardovo metodo združevanja v skupine, pri kateri se razdalja med skupinama vrednoti z »izgubo informacije«, ki jo povzroča združevanje dveh skupin v novo skupino. Pri tem se poveča vsota kvadriranih odklonov znotraj skupin (VKO), to je količina, ki jo poznamo iz analize variance. Uporabili smo kvadratni odklon median.

$$VKO = \sum_{i \in S} (x_i - \bar{x}_s)^2 \quad \dots (19)$$

Ward je kot kriterij za vrednotenje posamezne razvrstitve upošteval VKO za pripadajočo razvrstitev; če je spremenljivk več, se vrednosti za VKO po spremenljivkah seštejejo. Metoda teži k skupinam, ki imajo primerljivo variabilnost.

3.3 OPREMA

Oprema:	• avtomatska pipeta 10–100 ml	BIOHIT PROLINE, Finska
	• avtomatska pipeta 100–1000 ml	BIOHIT PROLINE, Finska
	• fluorescenčni spektrofotometer	Cary Eclipse, Varian, Avstralija
	• kabel z optičnimi vlakni FA-VAROO-AP15	Cary Eclipse, Varian, Avstralija
	• nastavek za trdne površine FA-VAR00-OA0K	Cary Eclipse, Varian, Avstralija
	• 25 ml piknometri	TLOS, Zagreb in BRAND, Nemčija
	• viskozimeter Ubbelohde (kapilarnia) Typ-Nr. 530 20, capillary $\varnothing$ (mm)- 1,13.	SCOTT, Nemčija
	• analitska tehtnica AT201	METTLER TOLEDO, Švica
	• sušilec model: 100–800	Memmert, Nemčija
	• ultrazvočna kopel SONOREX TK52	BRANDELIN ELECTRONIC, Berlin, Nemčija
	• cirkulacijski termostat	JULABO, Nemčija
	• termometer	
	• štoparica	
Potrošni material:	• nastavki za pipetiranje 100 ml	
	• nastavki za pipetiranje 1000 ml	
	• kozarčki 0,5 ml	
	• petrijeve plošče	
	• plastične 250 ml stekleničke	
	• papirnate brisače	
	• deionizirana voda	
	• plastične 3 ml kapalke	
	• filter papir	
Reagenti:	• kromžveplena kislina	
	• 95 % kurkumin (maščobotopni)	Naturex, Avignon, France
	• MCT (Delios V)	Cognis, Monheim, Nemčija

4 REZULTATI

Eksperimentalno delo je potekalo s presledki od 11. 5. 2009 do 8. 10. 2009 na Katedri za biokemijo in kemijo živil. V mesecu maju smo izvedli predposkusne meritve debeline maščobe na ustnih površinah in standardizirali metodo. Meritve debeline maščobnega nanosa so potekale v juniju in septembru po 1 teden ter dva dni v oktobru. V ostalih dneh pa smo merili gostote in viskoznosti.

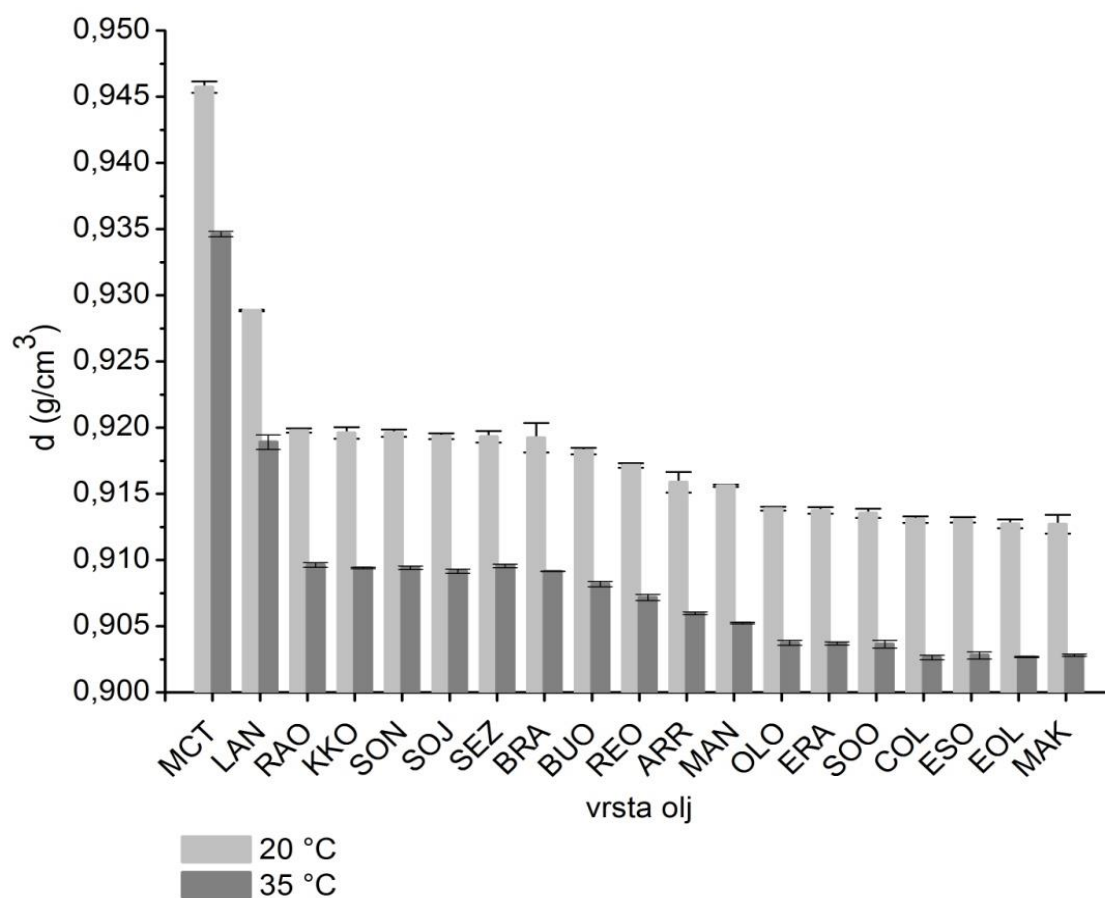
Namen dela je bil določiti nekaj fizikalnih in kemijskih parametrov, ki vplivajo na debelino maščobnega nanosa na jeziku. Skladno s ciljem smo opravili meritve debeline maščobnega nanosa 35 vzorcev na 12 točkah jezika pri 9 različnih volumnih v treh ponovitvah. Vsakemu vzorcu smo izmerili tudi viskoznost v 10 ponovitvah in gostoto v 4 ponovitvah. Vse izračune smo opravili s pomočjo programskega paketa Microsoft Excel, klasifikacijo vzorcev v skupine po Wardovi metodi pa smo opravili s programom Systat.

Rezultate smo predstavili na 26 slikah, v 3 preglednicah in 8 prilogah.

4.1 REZULTATI MERITVE GOSTOTE

Vrednosti gostote posameznih olj so bile izračunane s pomočjo programskega paketa Microsoft Excel kot povprečje 4 meritev.

Če izvzamemo olje MCT in MCT z dodanim kurkuminom (CMT) in laneno olje (LAN), se gostota preiskovanih olj pri 20 °C giblje od 0,9127 g/cm³ do 0,9197 g/cm³, s kvocientom standardnega odklona od 0,120 % do 0,006 %. Pri temperaturi 35 °C pa je gostota olj od 0,9026 do 0,9096, s kvocientom standardnega odklona 0,002 % do 0,032 %.



Slika 9: Gostota različnih vzorcev olj pri 20 °C in 35 °C.

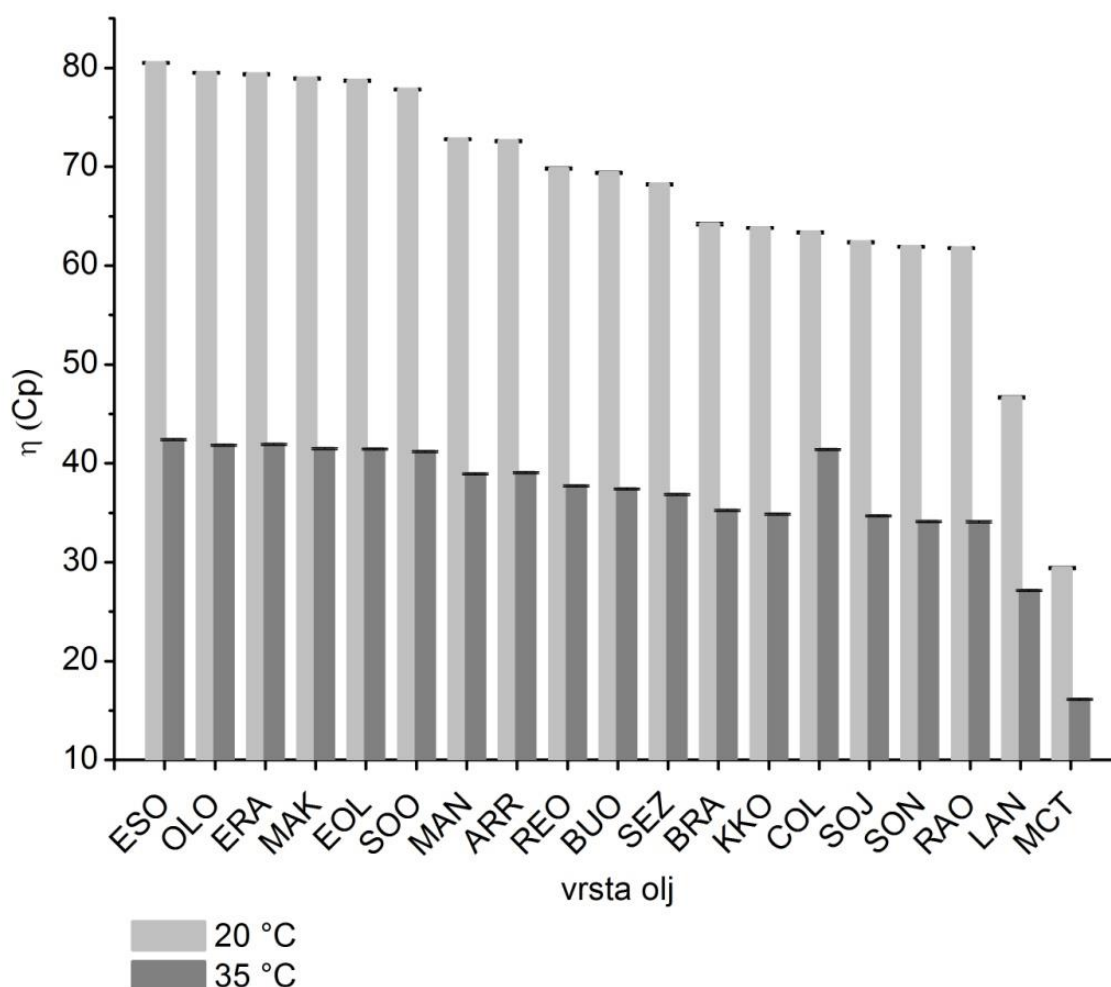
MCT ima pri temperaturi 20 °C gostoto $0,9457 \text{ g/cm}^2 \pm 0,00443 \text{ g/cm}^2$ in pri 35 °C $0,9346 \pm 0,00019 \text{ g/cm}^3$. Gostota vzorca MCT s kurkuminom se ne razlikuje. Za laneno olje (LAN) pa je vrednosti gostote pri 20 °C $0,9189 \text{ g/cm}^2 \pm 0,00006 \text{ g/cm}^3$ ter pri 35 °C $0,9189 \text{ g/cm}^2 \pm 0,00055 \text{ g/cm}^3$. Relativna sprememba pri povečanju temperature iz 20 °C na 35 °C znaša v povprečju $-1,107 \% \pm 0,059 \%$ in ni večje razlike med vzorci.

Preglednica 7: Povprečna gostota ($\bar{d}$) olj pri 20 °C in 35 °C z standardnim odklonom in kvocientom variacije.

vzorci	$\bar{d}$ (g/cm ³) 20 °C	KV (%)	$\bar{d}$ (g/cm ³) 35 °C	KV (%)
ARR	0,91588 ± 0,00078	0,085	0,90597 ± 0,00010	0,011
BRA	0,91924 ± 0,00111	0,120	0,90915 ± 0,00002	0,002
BUO	0,91824 ± 0,00024	0,026	0,90819 ± 0,00021	0,023
CMT	0,94556 ± 0,00042	0,045	0,93455 ± 0,00002	0,003
COL	0,91273 ± 0,00033	0,036	0,90267 ± 0,00004	0,005
EOL	0,91306 ± 0,00024	0,026	0,90264 ± 0,00017	0,019
ERA	0,91375 ± 0,00026	0,028	0,90370 ± 0,00011	0,012
ESO	0,91305 ± 0,00020	0,022	0,90280 ± 0,00027	0,030
KKO	0,91960 ± 0,00043	0,047	0,90940 ± 0,00005	0,006
LAN	0,92886 ± 0,00006	0,006	0,91893 ± 0,00055	0,059
MAK	0,91270 ± 0,00070	0,077	0,90281 ± 0,00009	0,010
MAN	0,91561 ± 0,00009	0,010	0,90524 ± 0,00006	0,007
MCT	0,94573 ± 0,00044	0,047	0,93463 ± 0,00019	0,021
OLO	0,91387 ± 0,00014	0,016	0,90374 ± 0,00018	0,020
RAO	0,91979 ± 0,00015	0,016	0,90963 ± 0,00018	0,020
REO	0,91714 ± 0,00018	0,019	0,90717 ± 0,00022	0,025
SEZ	0,91932 ± 0,00044	0,048	0,90956 ± 0,00013	0,014
SOJ	0,91935 ± 0,00021	0,023	0,90915 ± 0,00017	0,018
SON	0,91959 ± 0,00028	0,031	0,90941 ± 0,00013	0,014
SOO	0,91354 ± 0,00035	0,038	0,90365 ± 0,00029	0,032

4.2 REZULTATI MERITVE VISKOZNOSTI

Podatki so predstavljeni na Sliki 10, Preglednici 8 in v Prilogah C in D. Vrednosti za absolutno viskoznost so bile izračunane s pomočjo programskega paketa Microsoft Excel iz 10 meritev pretočnih časov vzorca pri posamezni temperaturi.

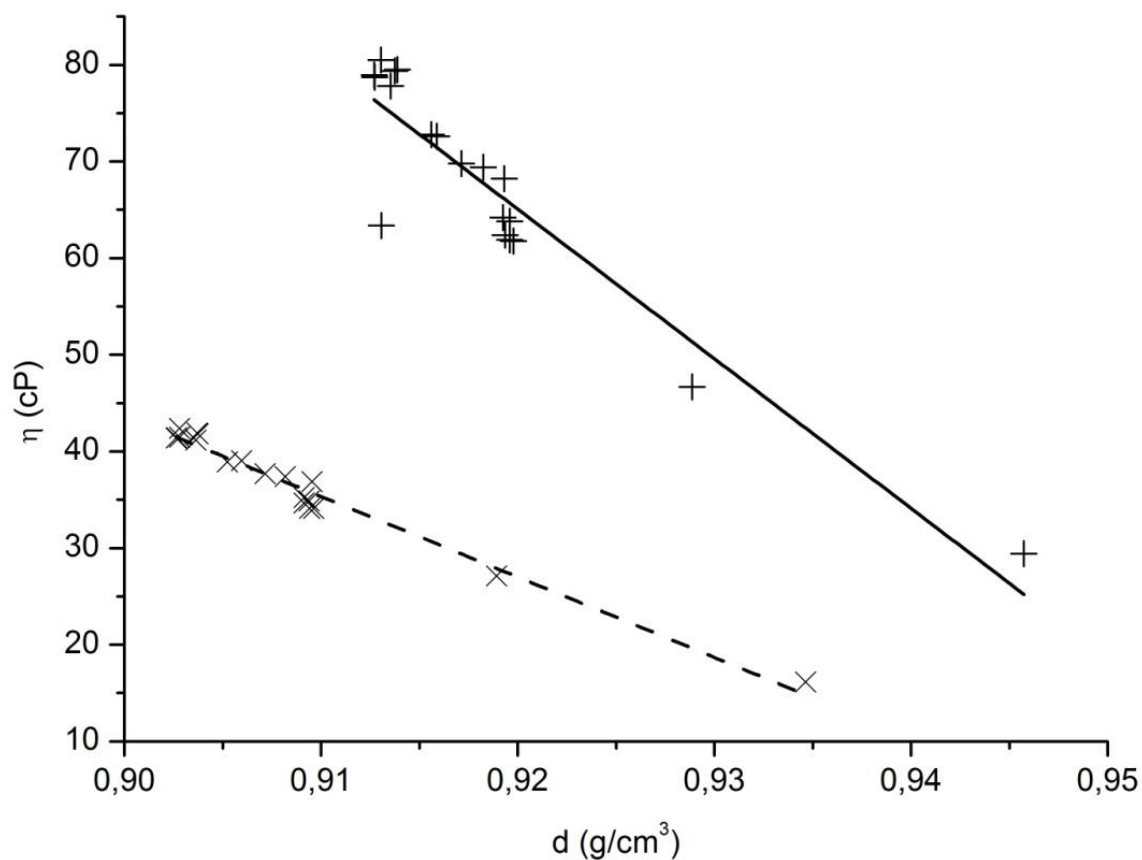


Slika 10: Viskoznosti različnih vzorcev olj pri 20 °C in 35 °C.

Tako kot pri gostoti lahko opazimo, da se viskoznost olj najbolj razlikuje pri olju MCT in lanenemu olju. Pri vzorcu MCT je viskoznost pri 20 °C $29,408 \text{ cP} \pm 0,095 \text{ cP}$ ter pri 35 °C $16,134 \text{ cP} \pm 0,093 \text{ cP}$. Pri lanenem olju (LAN) pa je pri 20 °C $46,660 \text{ cP} \pm 0,093 \text{ cP}$ in pri 35 °C $27,119 \text{ cP} \pm 0,093 \text{ cP}$. Ostala olja imajo podobno viskoznost, ki se giblje pri 20 °C med 60,178 cP in 80,510 cP, s kvocientom variacije med 0,12 % in 0,19 %. Pri temperaturi 35 °C pa med 34,088 cP in 42,389 cP s kvocientom variacije med 0,22 % in 0,27 %. Sprememba temperature povzroči padec za 34,7 % do 47,8 % v povprečju za $44,9 \text{ cP} \pm 0,385 \text{ cP}$.

Preglednica 8: Povprečna viskoznost ($\bar{\eta}$) olj pri 20 °C in 35 °C s standardnim odklonom in kvocientom variacije.

olje	$\bar{\eta}$ (cP) 20 °C	KV (%)	$\bar{\eta}$ (cP) 35 °C	KV (%)
ARR	72,598 ± 0,110	0,15	39,049 ± 0,091	0,002
BRA	64,192 ± 0,120	0,19	35,226 ± 0,091	0,003
BUO	69,378 ± 0,094	0,14	37,412 ± 0,091	0,002
COL	63,363 ± 0,093	0,15	41,392 ± 0,091	0,002
EOL	78,711 ± 0,096	0,12	41,439 ± 0,090	0,002
ERA	79,361 ± 0,094	0,12	41,906 ± 0,090	0,002
ESO	80,510 ± 0,093	0,12	42,389 ± 0,091	0,002
KKO	63,816 ± 0,097	0,15	34,858 ± 0,091	0,003
LAN	46,660 ± 0,093	0,20	27,119 ± 0,093	0,003
MAK	78,930 ± 0,110	0,14	41,490 ± 0,090	0,002
MAN	72,804 ± 0,092	0,13	38,918 ± 0,091	0,002
MCT	29,408 ± 0,095	0,32	16,134 ± 0,093	0,006
OLO	79,508 ± 0,092	0,12	41,843 ± 0,091	0,002
RAO	61,778 ± 0,093	0,15	34,088 ± 0,091	0,003
REO	69,811 ± 0,093	0,13	37,719 ± 0,091	0,002
SEZ	68,216 ± 0,098	0,14	36,862 ± 0,091	0,002
SOJ	62,363 ± 0,093	0,15	34,672 ± 0,091	0,003
SON	61,903 ± 0,094	0,15	34,107 ± 0,091	0,003
SOO	77,817 ± 0,096	0,12	41,191 ± 0,091	0,002



Slika 11: Viskoznost olj v odvisnosti od gostote pri 35 °C (×) in pri 20 °C (+).

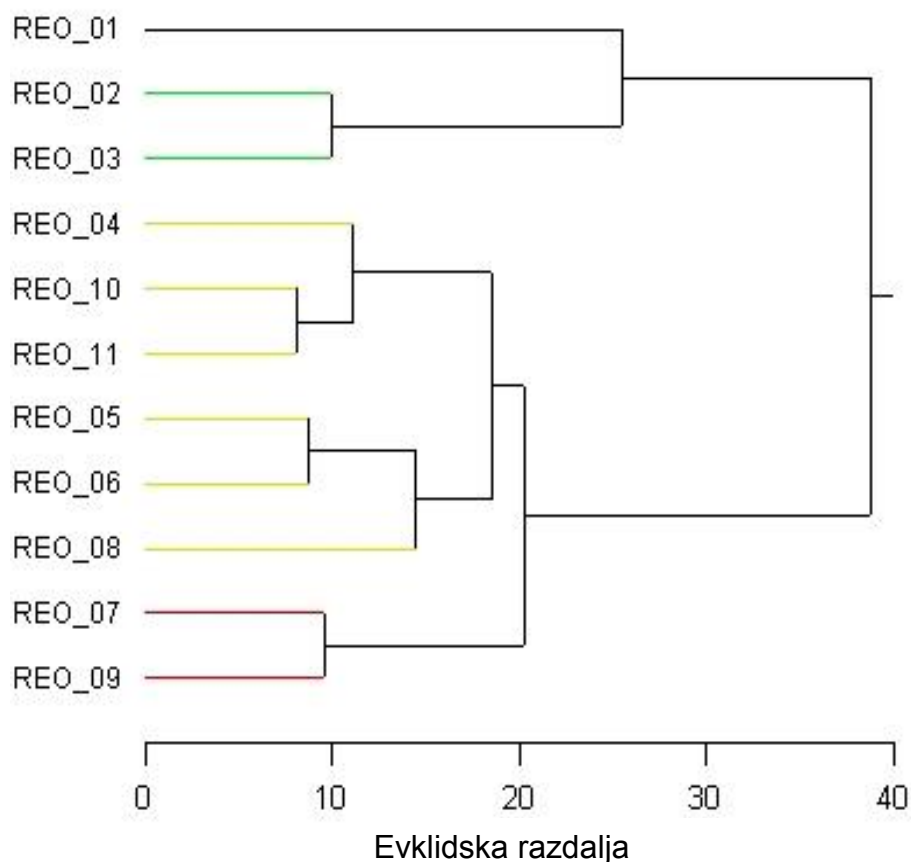
Kot je razvidno iz Slike 11 sta gostota in viskoznost preiskovanih olj linearno odvisni. Linearna odvisnost je večja pri temperaturi 20 °C ($Y = 1548,3 + 1489,5; R^2 = 0,8757$), kot pri temperaturi 35 °C ($Y = -832,8 + 793,2; R^2 = 0,9736$).

4.3 REZULTATI DEBELINE MAŠČOBNEGA NANOSA

Obarvanost olj je motila merjenje fluorescence pri lanenem in bučnem olju ter mešanem bučnem in repičnem olju, zato jih nismo uporabili za merjenje debeline maščobnega nanosa na jeziku.

4.3.1 Interni standard

Vsak dan smo merili debelino maščobnega nanosa s rafiniranim repičnim oljem (REO), ki je bil naš interni standard. S pomočjo klasifikacijske metode po Wardu smo olja razdelili v skupine, med katerimi so razlike najmanjše.



Slika 12: Podobnosti med debelino maščobnega nanosa olja oljne repice v različnih dneh meritve. Številke poleg oznake predstavljajo zaporedni dan meritve.

Kot je razvidno iz Slike 12, lahko meritve olja oljne repice (REO) razdelimo v tri razrede. V prvem razredu so meritve, ki smo jih opravili prve tri dni, ki najmočneje odstopajo od ostalih. Teh v nadaljnjih analizah nismo upoštevali. V drugem razredu pa so olja 4., 10., 11. in 5., 6. in 8. dan meritve. Meritve v 7. in 8. dnevu smo upoštevali pri nadaljnjih analizah, vendar korelacij znotraj teh dveh meritev nismo gledali, saj se ti dve olji razlikujeta od analiz v 4., 5., 6., 10., 11. dnevu. Najbolj podobna znotraj tega razreda sta olja 10. in 11. dan. Sledita mu 5. in 6. dan.

Za mejno vrednost določanja skupin po podobnosti in različnosti si bomo vzeli evklidsko razdaljo 15. Na podlagi te vrednosti bomo bolj podrobneje pogledali, kaj se dogaja znotraj dveh skupin olj:

- 1 skupina: REO-04, REO-10, REO-11;
- 2 skupina: REO-05, REO-06, REO-08;

Preglednica 9: Razdelitev analiziranih olj v skupine glede na podobnost meritve debeline maščobnega nanosa med internim standardom. Vsa obravnavana olja smo poimenovana celotna skupina.

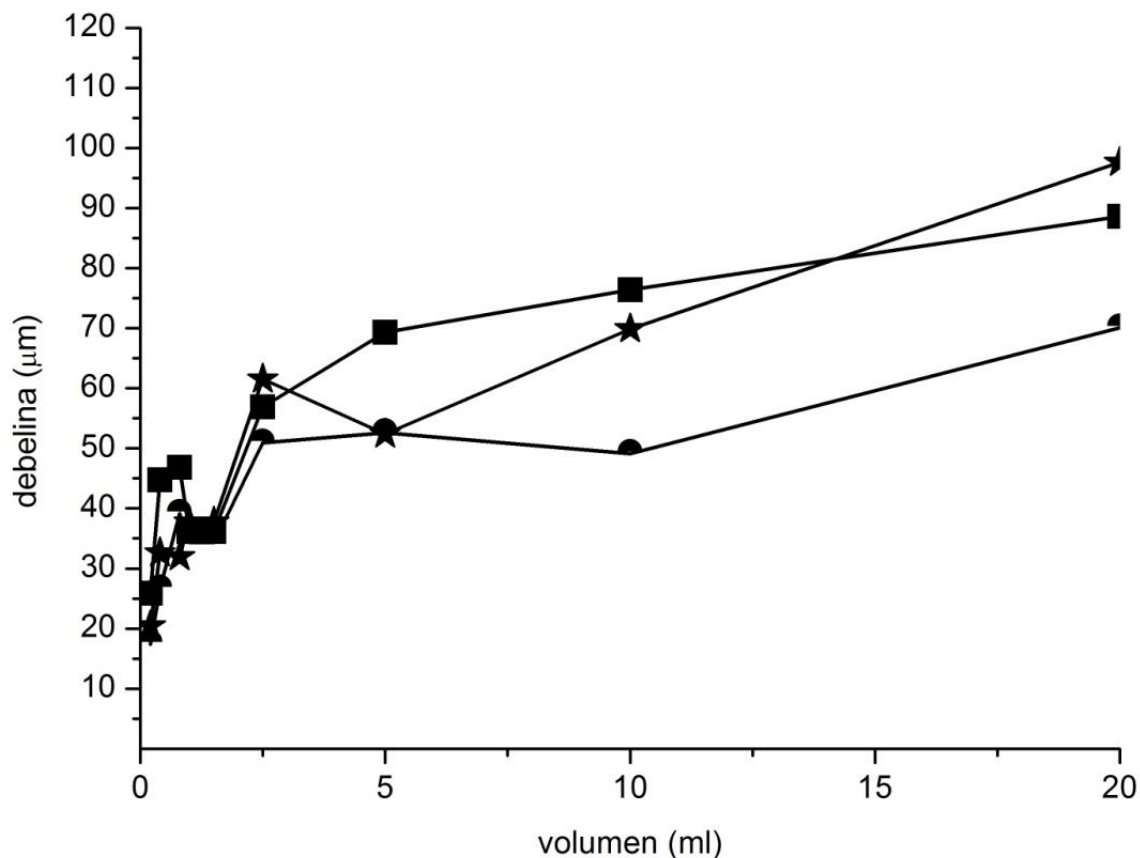
	DELITEV V SKUPINE	OLJE	KRATICA
CELOTNA SKUPINA	Prva skupina	olje koruznih kalčkov	KKO-10
	Prva skupina	mešanica rafiniranega arašidovega in repičnega olja	ARR-10
	Prva skupina	rafinirano sojino olje	SOJ-11
	Prva skupina	oljčno olje	OLO-11,
	Prva skupina	rafinirano rastlinsko olje	RAO-04
	Prva skupina	olje makadamije	MAK-04
	Prva skupina	rafinirano repično olje	REO-04, REO-10, REO-11,
	Prva skupina	MCT	MCT-04
	Druga skupina	sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline	SOO-05
	Druga skupina	rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline	ESO-05
	Druga skupina	olje koruznih kalčkov	KKO-06
	Druga skupina	mešanica rafiniranega arašidovega in repičnega olja	ARR-06
	Druga skupina	oljčno olje	OLO-08
	Druga skupina	ekstra deviško oljčno olje	EOL-08
	Druga skupina	rafinirano repično olje	REO-05, REO-06, REO-08
	-	sojino olje	SOJ-07
	-	mandljevo olje	MAN-07
	-	sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline	SOO-09
	-	sončnično olje	SON-09
	-	rafinirano repično olje	REO-09, REO-08

Legenda: - ne uvrščamo v nobeno od dveh skupin

4.3.1.1 Prva skupina olj

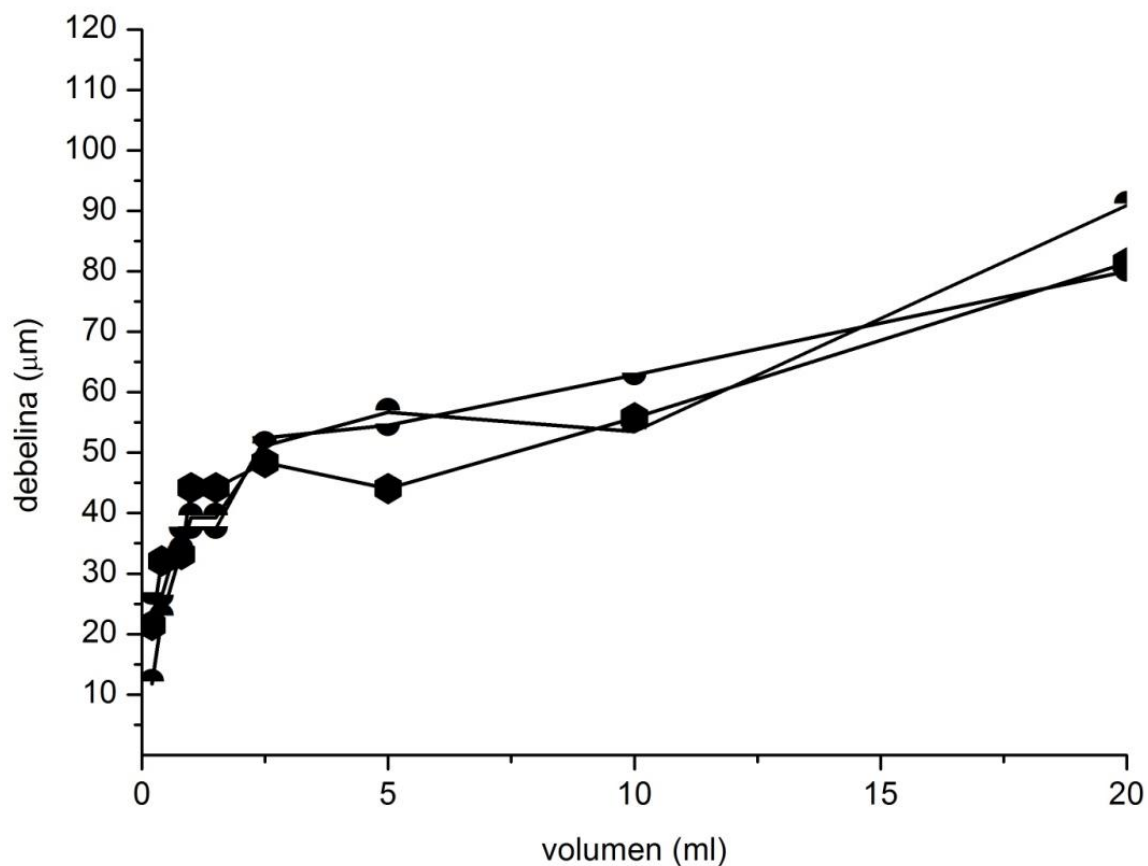
V prvi skupini olj se nahajajo olja, katerih meritve smo opravljali 4., 10. in 11. dan. Ta olja so: olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in repičnega olja, rafinirano sojino olje, oljčno olje, rafinirano rastlinsko olje, olje MCT, olje makadamije in rafinirano repično olje. Slednje je bilo analizirano trikrat. Zaradi lepše preglednosti so prikazi meritve debeline maščobnega nanosa prve skupine razdeljeni po Slikah 13, 14 in 15, tako kot je potekala analiza v enem dnevu.

Na podlagi klasifikacijskega drevesa (Priloga G) smo ugotavljali podobnosti in različnost olj v podani skupini.



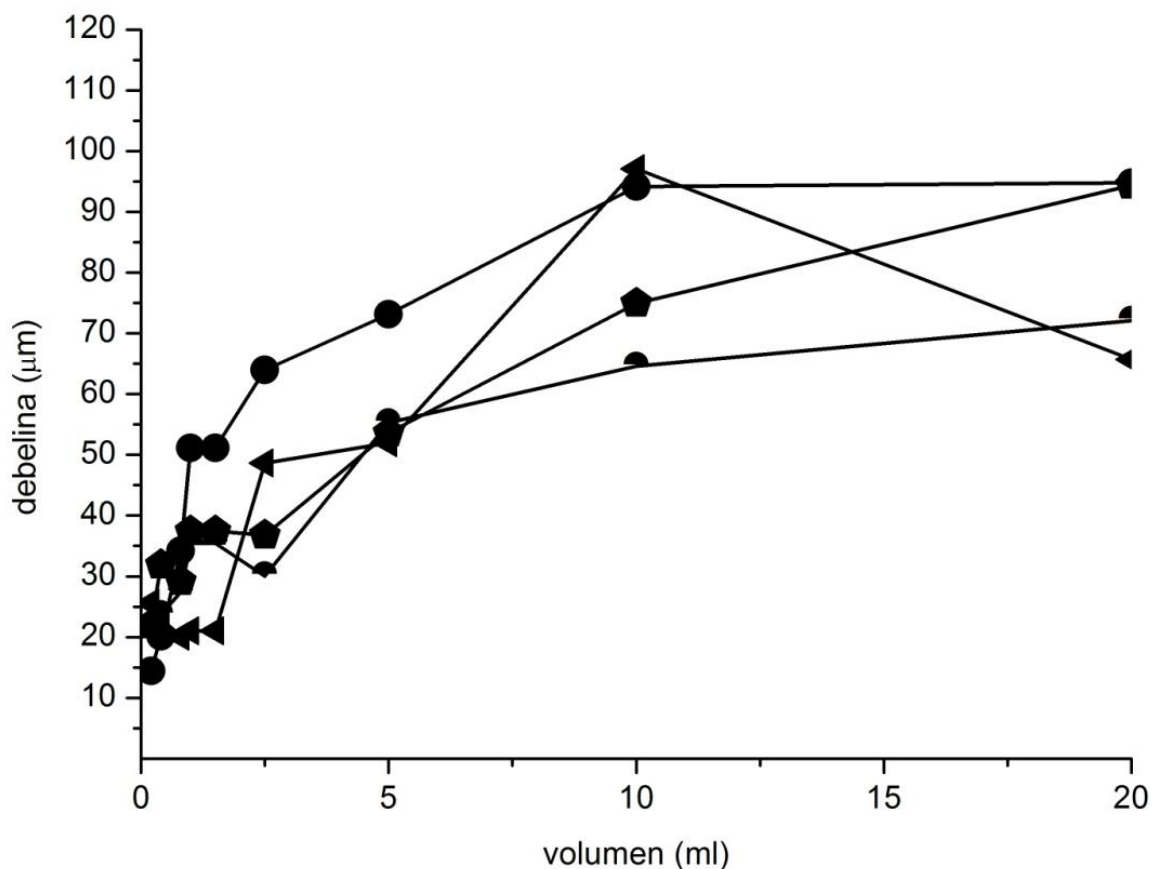
Slika 13: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), mešanega arašidovega in repičnega olja (■) ter olja koruznih kalčkov (★) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja mediano 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 67,4 %.

Slika 13 nam prikazuje, da je debelina maščobnega nanosa podobna pri olju koruznih kalčkov (★) ter mešanici arašidovega in repičnega olja (■). Vendar sta pa ta dva različna od repičnega (●), ki pa tvori tanjši maščobni nanos pri zaužitju.



Slika 14: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), sojinega olja (▼) ter olja oljčnega olja (●) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja mediano 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 67,0 %.

Pri Sliki 14 vidimo, da se maščobni nanos pri zaužitju različnih količin olja ne razlikuje med različnimi vrstami olja, na podlagi klasifikacijska drevesa v Prilogi G pa lahko vidimo, da si ta olja niso različna med seboj po tvorbi maščobnega nanosa.



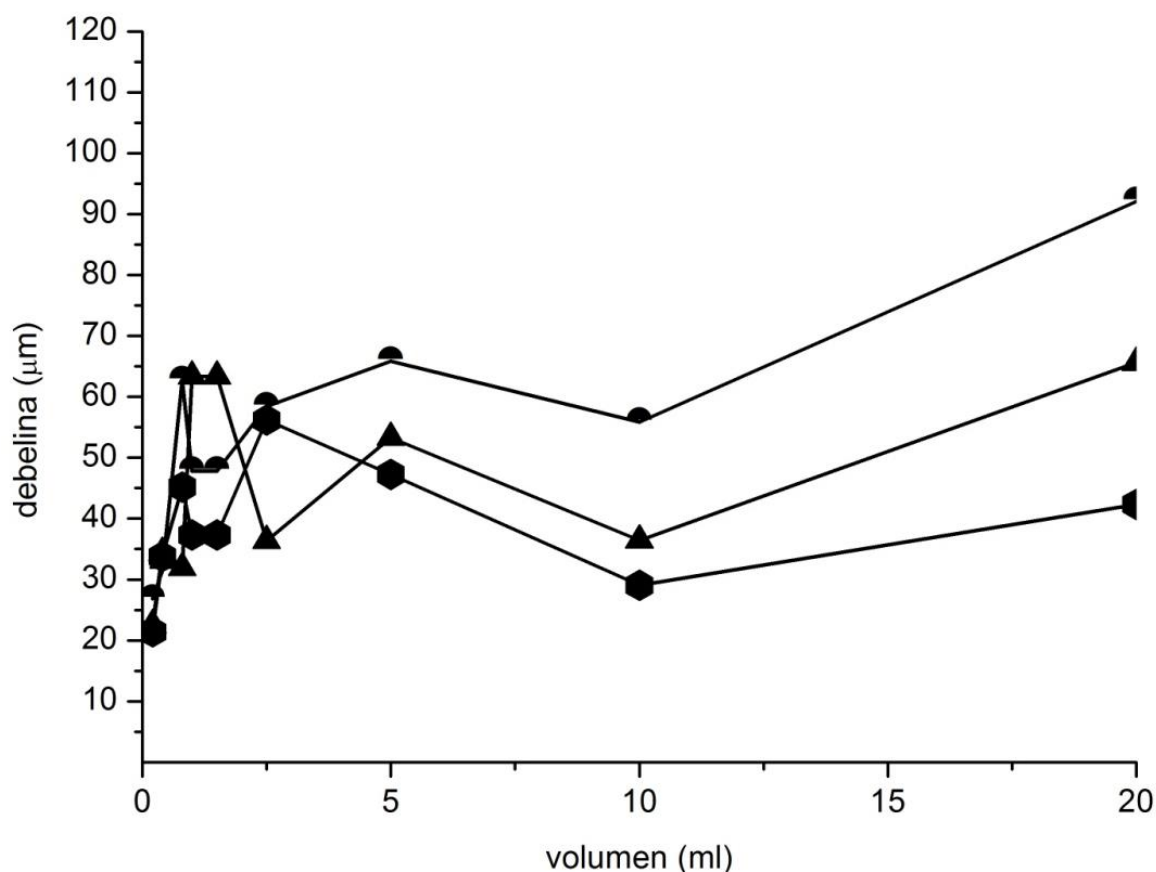
Slika 15: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja repice (▲), olja makadamije (●), rastlinskega olja (◆) ter olja MCT (◄) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja mediano 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 68,6 %.

Olje oljne repice (▲) in rastlinsko olje (◆) sta si po debelini maščobnega nanosa zelo podobna, se pa se razlikujeta v primerjavi z oljem makadamije (●) in oljem MCT (◄). Slednji se občutno razlikuje od ostalih dveh, saj pri manjših volumnih do 1 ml tvori občutno tanjši nanos. Najbolj pa izstopa olje makadamije, ki tvori najdebelejši nanos.

4.3.2 Druga skupina olj

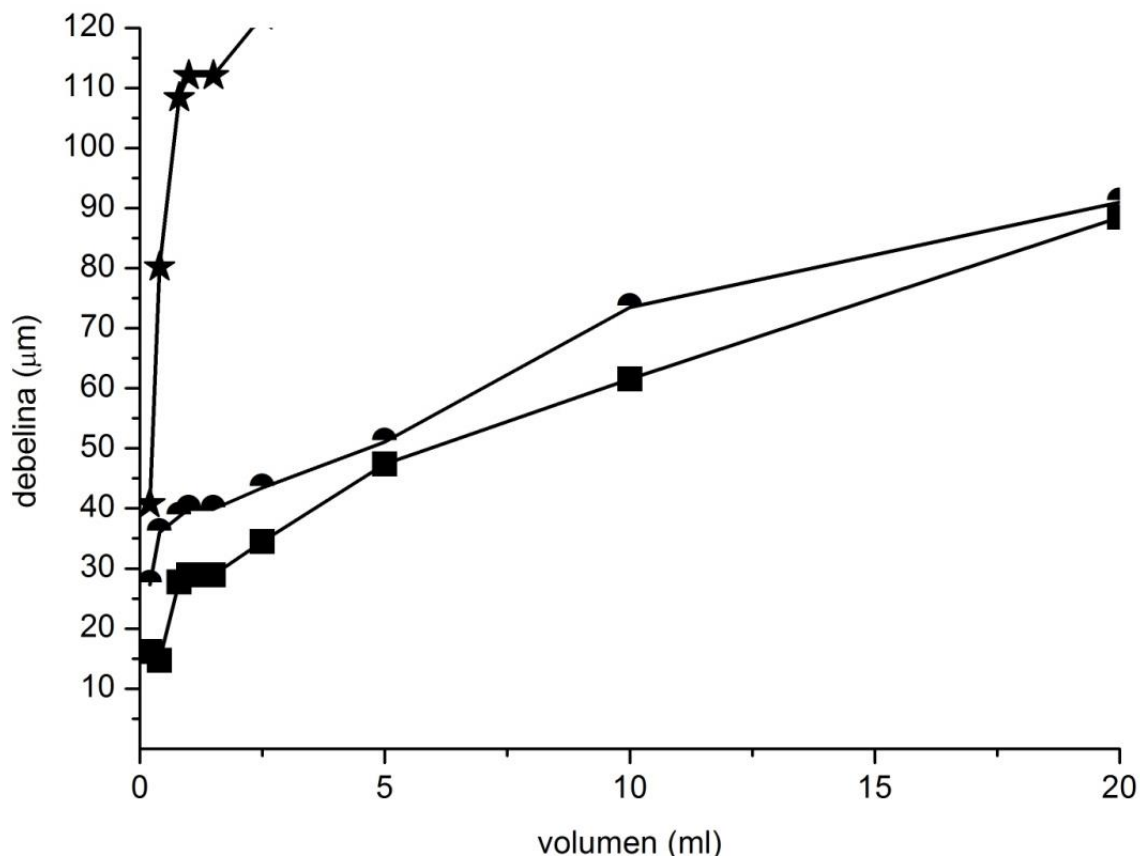
V drugi skupini olj se nahajajo olja, katerih meritve smo opravljali 5., 6. in 8. dan. Druga skupina olj vsebuje sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, oljčno olje, ekstra deviško oljčno olje, mešanica arašidovega in repičnega olja, rafinirano repično olje in olje koruznih kalčkov. Olje oljne repice je bilo analizirano trikrat. Zaradi lepše preglednosti so prikazi meritve debeline maščobnega nanosa druge skupine razdeljeni po Slikah 16, 17 in 18, tako kot je potekala analiza v enem dnevu.

Pri izdelavi klasifikacijskega drevesa je bil moteč vzorec koruznih kalčkov (KKO-06), saj je bila debelina maščobnega nanosa najdebelejša in ni primerljiva s ponovitvijo merjenja (KKO-10). Naredili smo še eno klasifikacijsko drevo brez olja brez olja koruznih kalčkov, ki se nahaja v Prilogi H in s katero smo vrednotili meritve maščobnega nanosa.



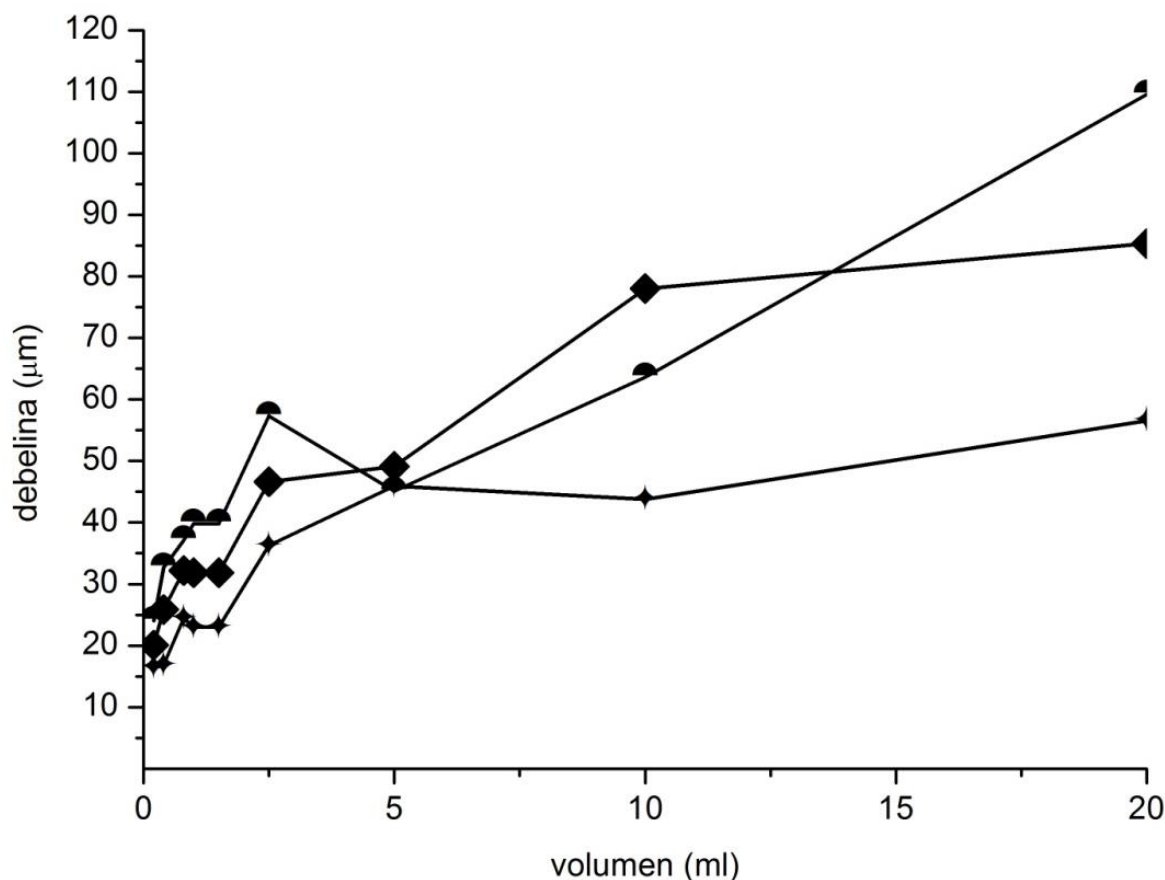
Slika 16: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), oljčnega olja (◆) ter ekstra deviškega oljčnega olja (▲) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja srednjo vrednost (mediano) 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 66,9 %.

Med ekstra deviškim oljčnim oljem (▲) in oljčnim oljem (●) ni primerljive razlike. Vendar se ta dva vzorca razlikujeta v primerjavi z oljem oljne repice (▲), pri katerem je debelina maščobnega nanosa pri zaužitju tanjša pri nizkih volumnih in debelejša pri 5 ml zaužitega olja. Ekstra deviško oljčno olje in olje oljne repice se po sestavi ne razlikujeta, razen pri vsebnosti prostih maščobnih kislin, katerih je več pri ekstra deviškem oljčnem olju.



Slika 17: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), mešanice arašidovega in repičnega olja (■) ter olja koruznih kalčkov (★) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja srednjo vrednost (mediano) 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 72,0 %.

Olje koruznih kalčkov (★) (Slika 17) močno odstopa od debeline maščobnega nanosa, izmerjenega pri olju oljne repice (●) in mešanice arašidovega in repičnega olja (■), kot tudi glede na vsa ostala olja v tej skupini. Po vsej verjetnosti gre za napako pri merjenju, saj se meritev močno razlikuje od meritve debeline maščobnega nanosa olja koruznih kalčkov v prvi skupini olj.



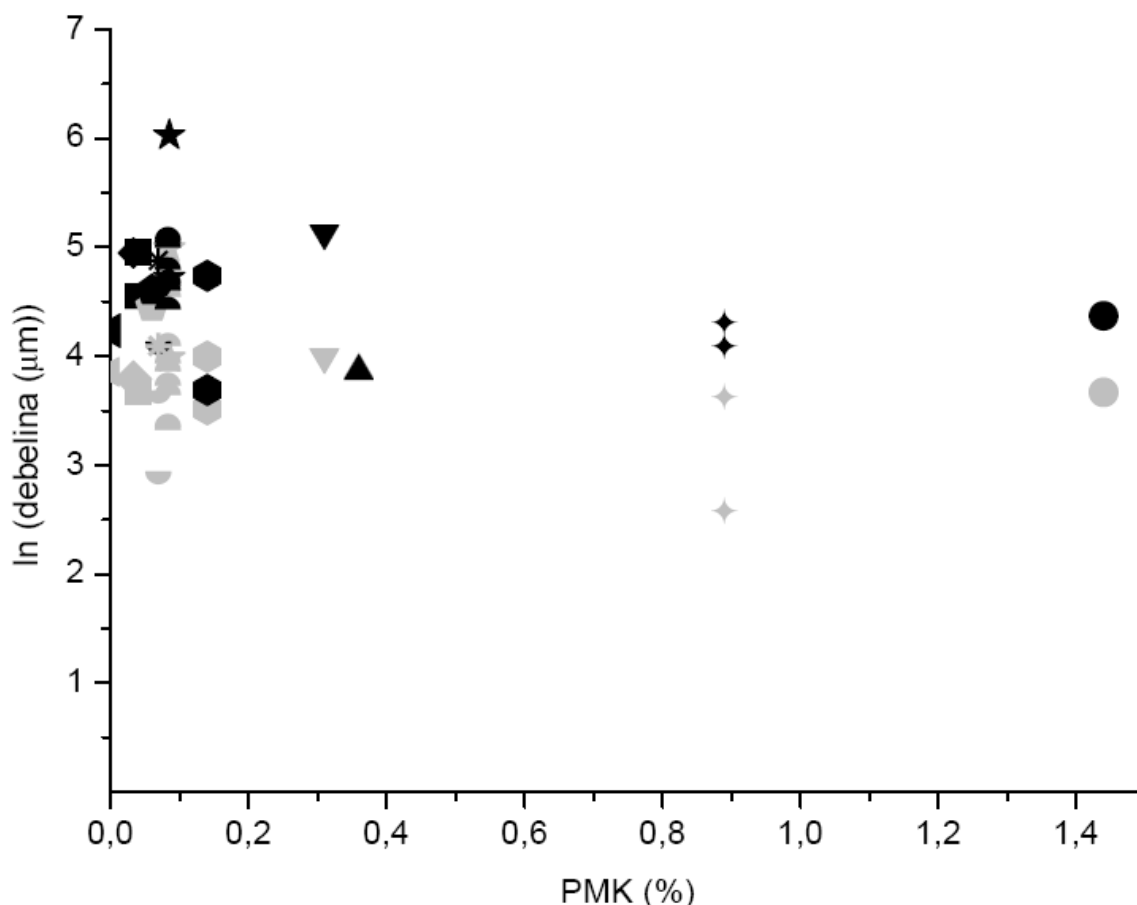
Slika 18: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (◆) ter sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (♦) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja srednjo vrednost (mediano) 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 65,8 %.

Med debelino maščobnega nanosa na jeziku hladno stiskanega sončničnega olja (♦) in oljem oljne repice (●) ni zaznati razlike na podlagi klasifikacijskega drevesa. Razlikujeta pa se v primerjavi s sončničnim oljem z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆).

4.3.3 Dejavniki vpliva na maščobni nanos

Za lažji prikaz vplivov različnih dejavnikov na debelino maščobnega nanosa smo za prikaz rezultatov izbrali 7. točko na jeziku, prikazano na Sliki 4, pri volumnu 0,4 ml in 20 ml merjenja debeline maščobnega nanosa. Pri vsakem vzorcu olja smo izračunali mediano treh ponovitev. Dejavniki vpliva na maščobni nanos, z izjemo gostote in viskoznosti, ki smo jih izmerili, so podani v Prilogah A in B.

4.3.3.1 Proste maščobne kisline

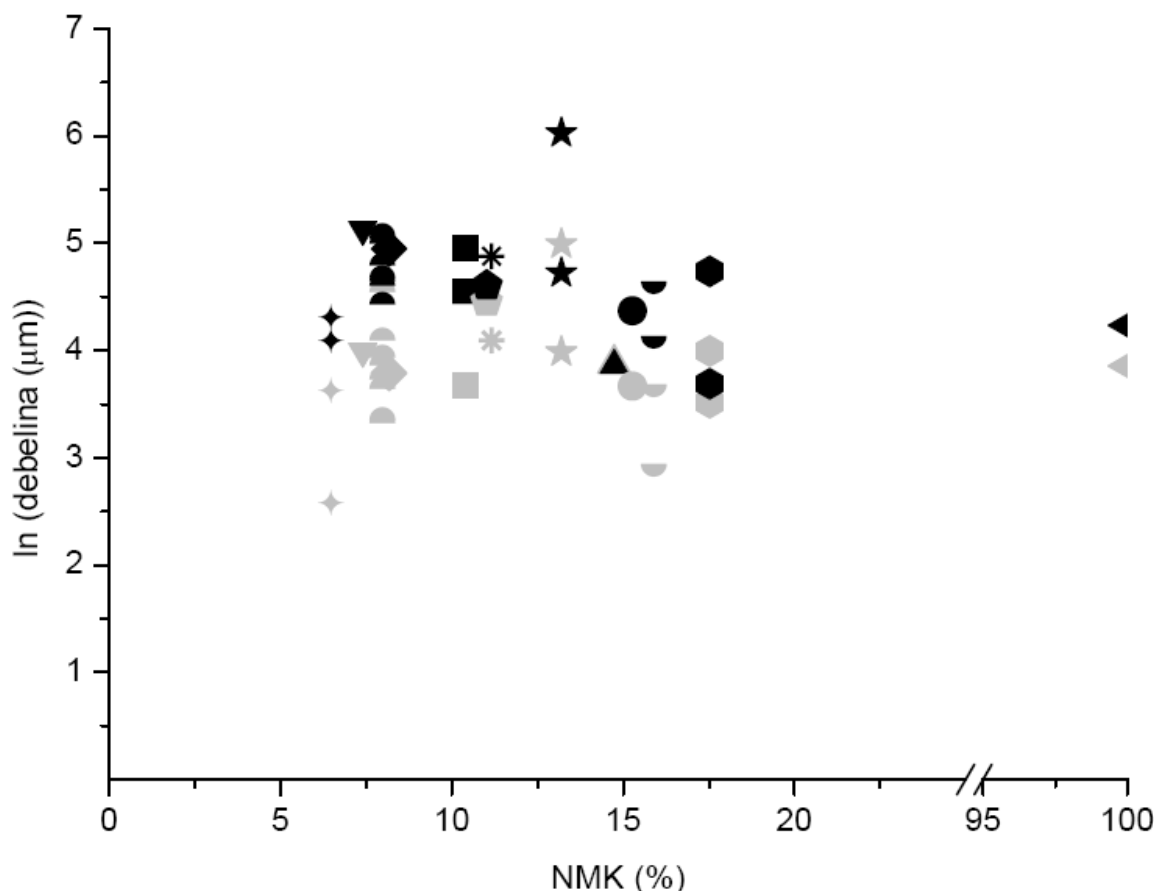


Slika 19: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinkega olja (●), sončničnega olja (*), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti prostih maščobnih kislin. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

Kot je razvidno iz Slike 19, je vsebnost prostih maščobnih kislin (PMK) večine olj pod 0,4 %. Izjema je sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline (♦), ki vsebuje 0,89 % PMK, ter olje makadamije (●), ki pa vsebuje 1,44 % PMK. Edino olje, ki ne vsebuje PMK, je olje MCT (◄) (glej poglavje 3.1.3).

Iz Slike 19 lahko opazimo nekoliko negativno odvisnost debeline maščobnega nanosa od vsebnosti PMK. Negativna odvisnost pa je višja pri zaužitju 0,4 ml kot 20 ml olja. Korelacijski koeficient po Paersonu znaša pri volumnu 0,4 ml $r = -0,32672$ in pri 20 ml $r = -0,31397$ (priloga E in F). Ker pa je manjši od kritične vrednosti pri 0,05 stopnji zaupanja za 25 prostostih stopenj, odvisnost gostote od vsebnosti PMK ni statistično značilna.

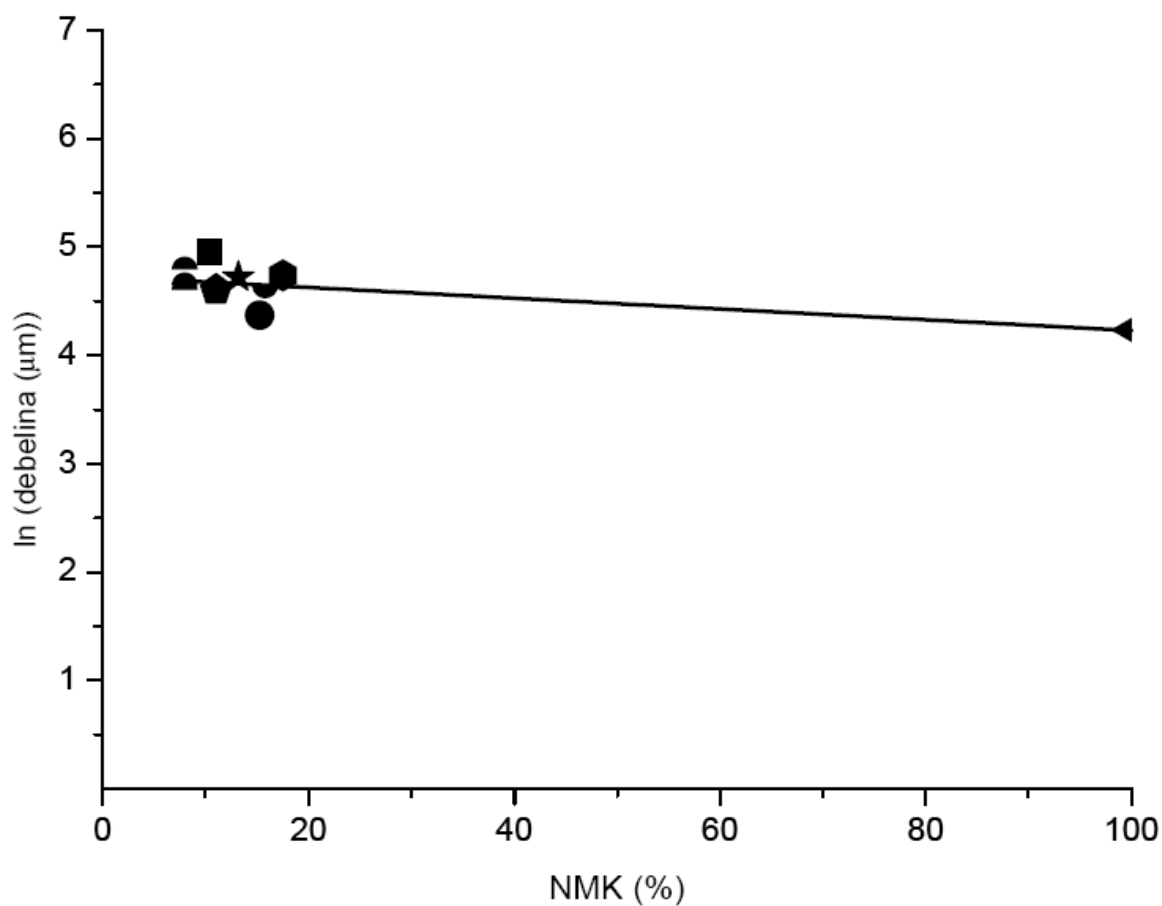
4.3.3.2 Nasičene maščobne kisline



Slika 20: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (◐), sončničnega olja (*), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti nasičenih maščobnih kislin. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

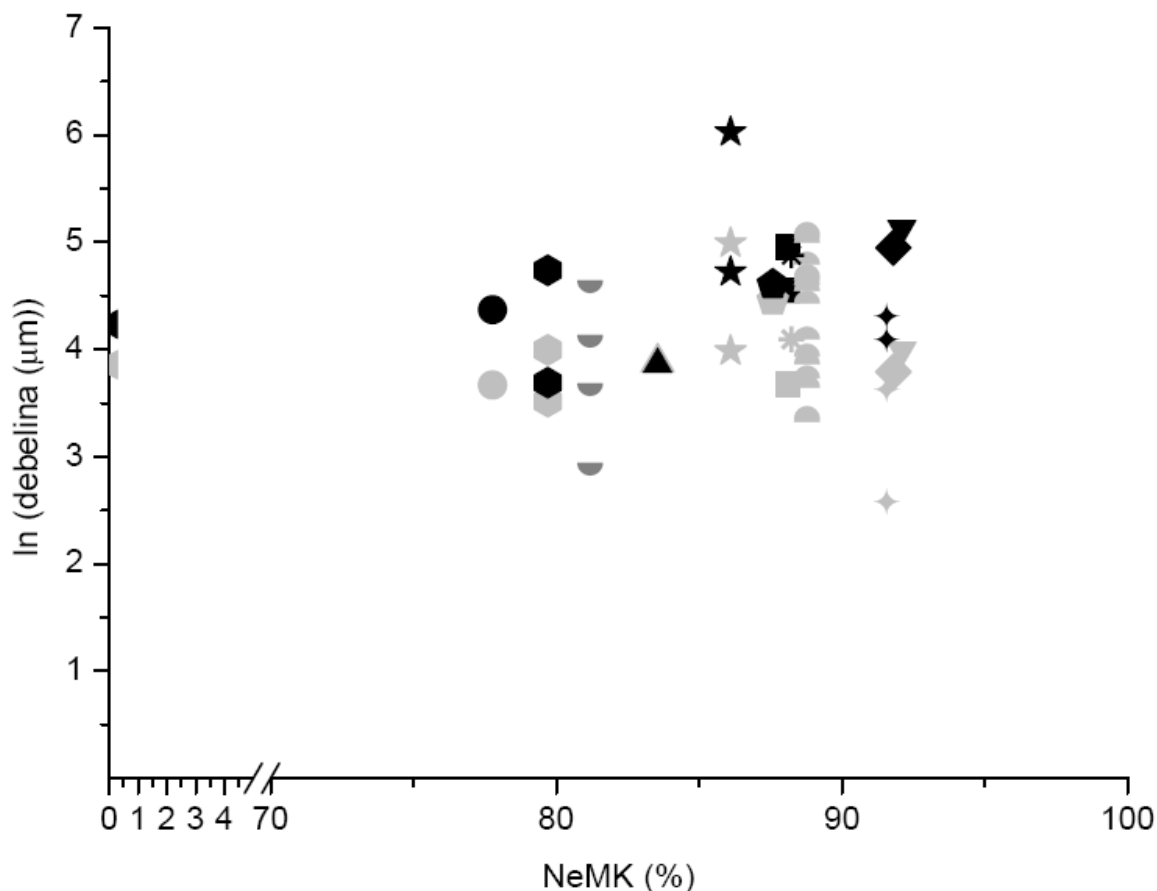
Olje MCT (◄) ima vse maščobne kisline nasičene, vsi ostali vzorci olja pa se razporejajo do vrednosti 20 % nasičenih maščobnih kislin (NMK). Odvisnost debeline maščobnega nanosa od NMK ni statistično značilna (Priloga E in F).

Statistično značilno linearno zvezo pa lahko opazimo med olji, ki smo jih uvrstili v prvo skupino, kamor spadajo rafinirano repično olje, rafinirano rastlinsko olje, mešanica rafiniranega arašidovega in repičnega olja, olje makadamije, MCT, rafinirano olje koruznih kalčkov, rafinirano sojino olje in oljčno olje. Korelacijski koeficient po Pearsonu znaša $r = 0,68661$, kar je večje od mejne vrednosti pri 0,05 stopnji značilnosti. Linearna zveza (Slika 22) med debelino maščobnega nanosa in vsebnostjo NMK podaja naslednja enačba $Y = -0,004 X + 4,7255$.



Slika 21: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (☛), sojino olje (☛), oljčno olje (◆), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (♣), olje makadamije (●) in olje MCT (◄)) v odvisnosti od vsebnosti nasičenih maščobnih kislin pri 20 ml vnešenega olja.

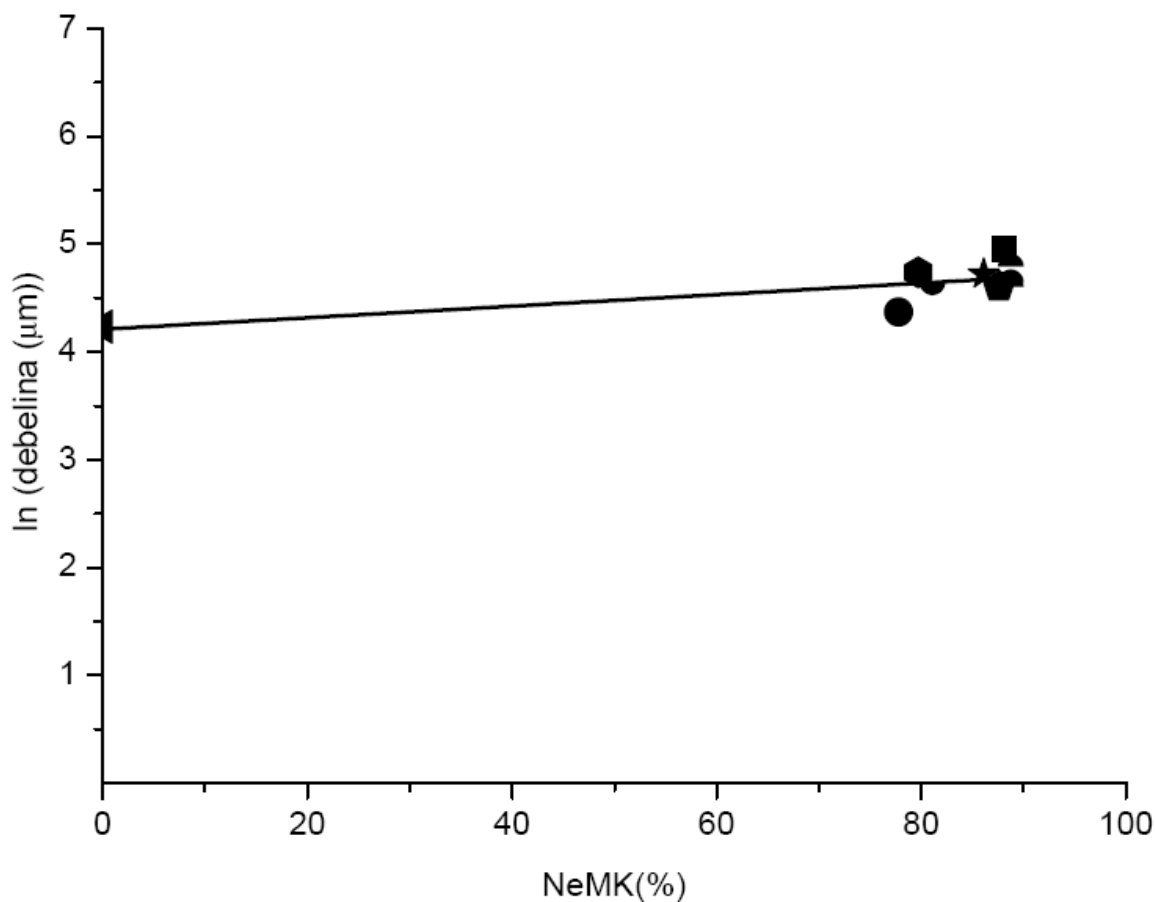
4.3.3.3 Nenasičene maščobne kisline



Slika 22: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (●), sončničnega olja (*), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

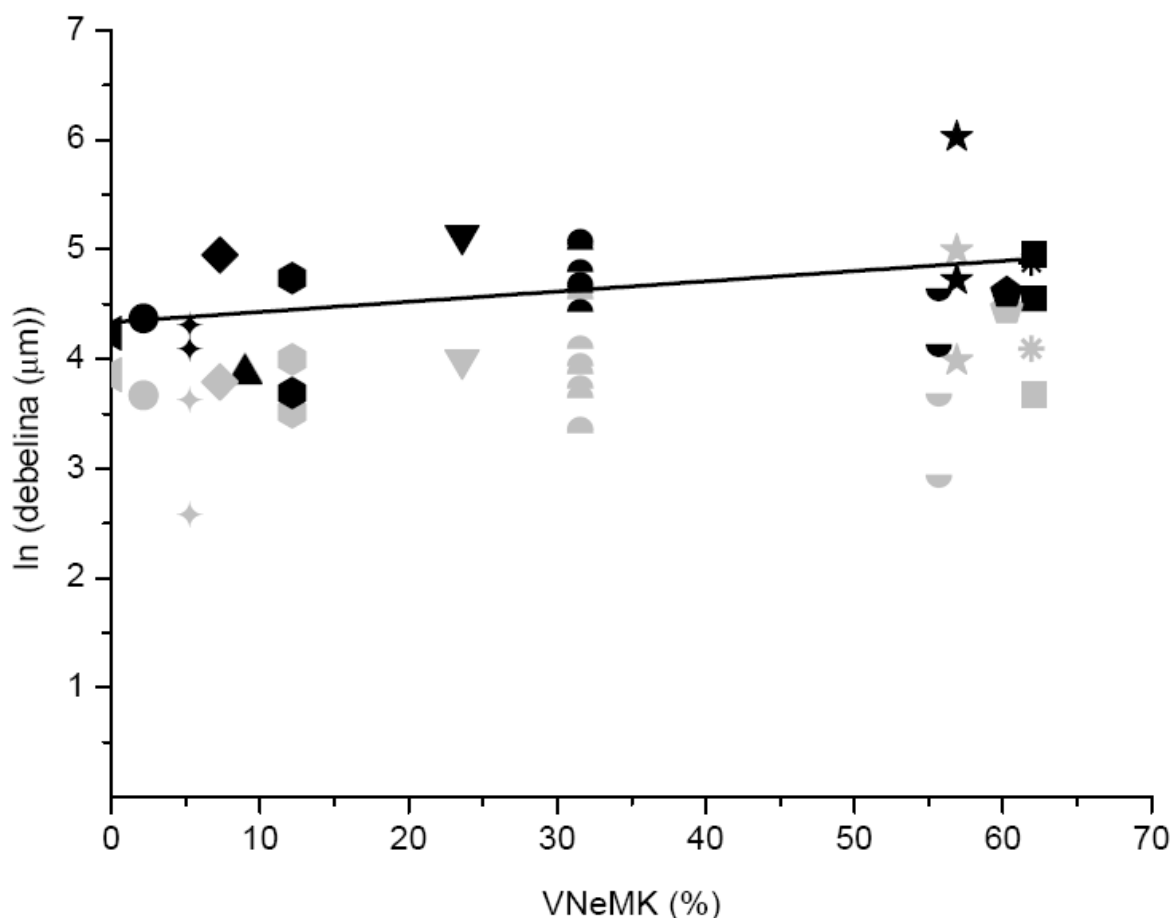
Vsa jedilna rastlinska olja vsebujejo od 76 % do 92 % nenasičenih maščobnih kislin (NeMK). Od teh vrednosti odstopa le olje MCT (◄), ki ne vsebuje NeMK.

Na Sliki 22 lahko opazimo pozitivno linearno odvisnost debeline maščobnega nanosa od nenasičenih maščobnih kislin (NeMK), vendar ta ni statistično značilna. Statistično značilno odvisnost pa vidimo pri prvi skupini olj (Slika 23) in jo lahko zapišemo z linearno zvezo $Y = 0,0054 X + 4,21178$.



Slika 23: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (◐), sojino olje (◑), oljčno olje (◓), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (◔), olje makadamije (●) in olje MCT (▲)) v odvisnosti od vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin pri 20 ml vnešenega olja.

Nenasičene maščobne kisline delimo na enkrat nenasičene (ENeMK) in večkrat nenasičene (VNeMK). Pri ENeMK je opaziti rahlo negativno odvisnost v primerjavi z debelino maščobnega nanosa, ki pa po izračunu Pearsonovega korelacijskega koeficinenta ne zadostuje mejni vrednosti pri 0,05 prostostni stopnji.

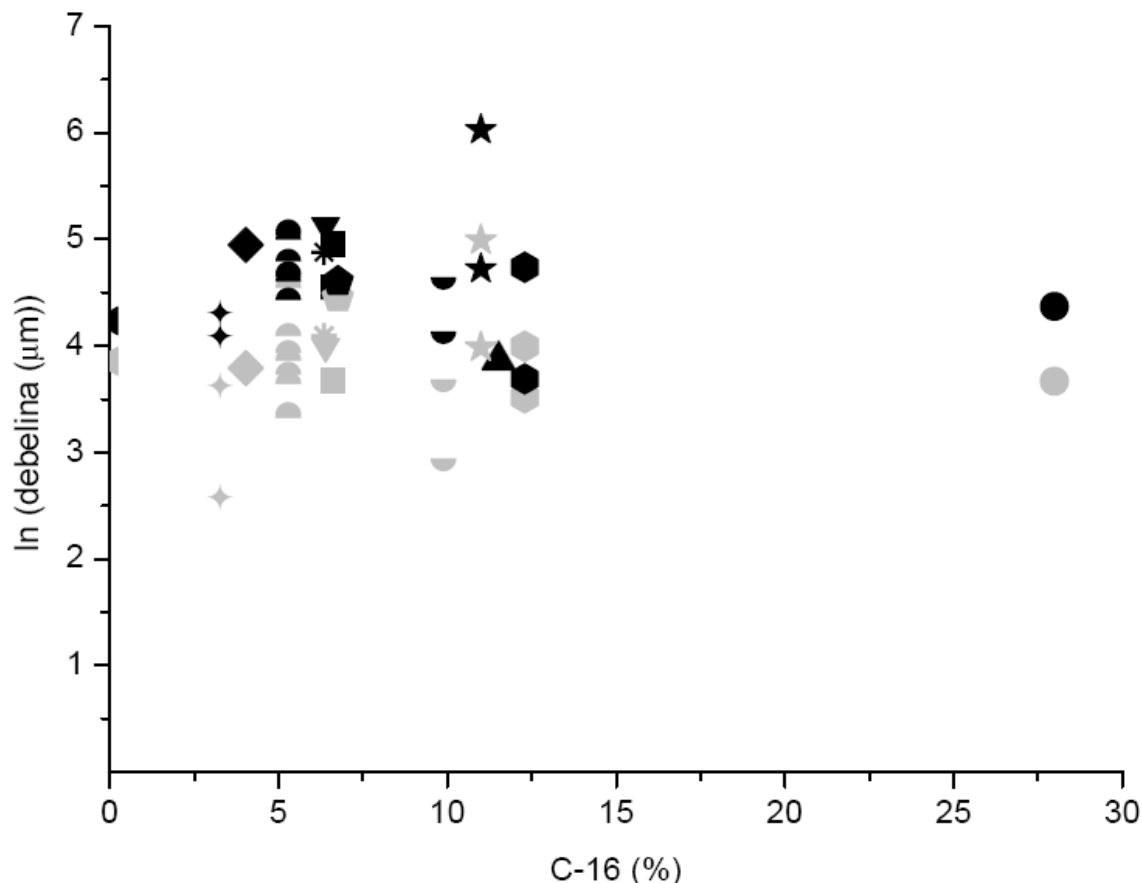


Slika 24: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (●), sojinega olja (◐), sončničnega olja (*), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti večkrat nenasičenih maščobnih kislin. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

Na Sliki 24 lahko vidimo, da je vsebnost VNeMK pri rastlinskih oljih do 70 %. Srednjo vsebnost VNeMK lahko opazimo pri olju oljne repice in sicer 32 %. Olje MCT (◄), olje makadamije (●), olje koruznih kalčkov (★), rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline (◆) ter oljčno olje (●) pa imajo nizko vsebnost VNeMK, ki znaša pod 12 % VNeMK.

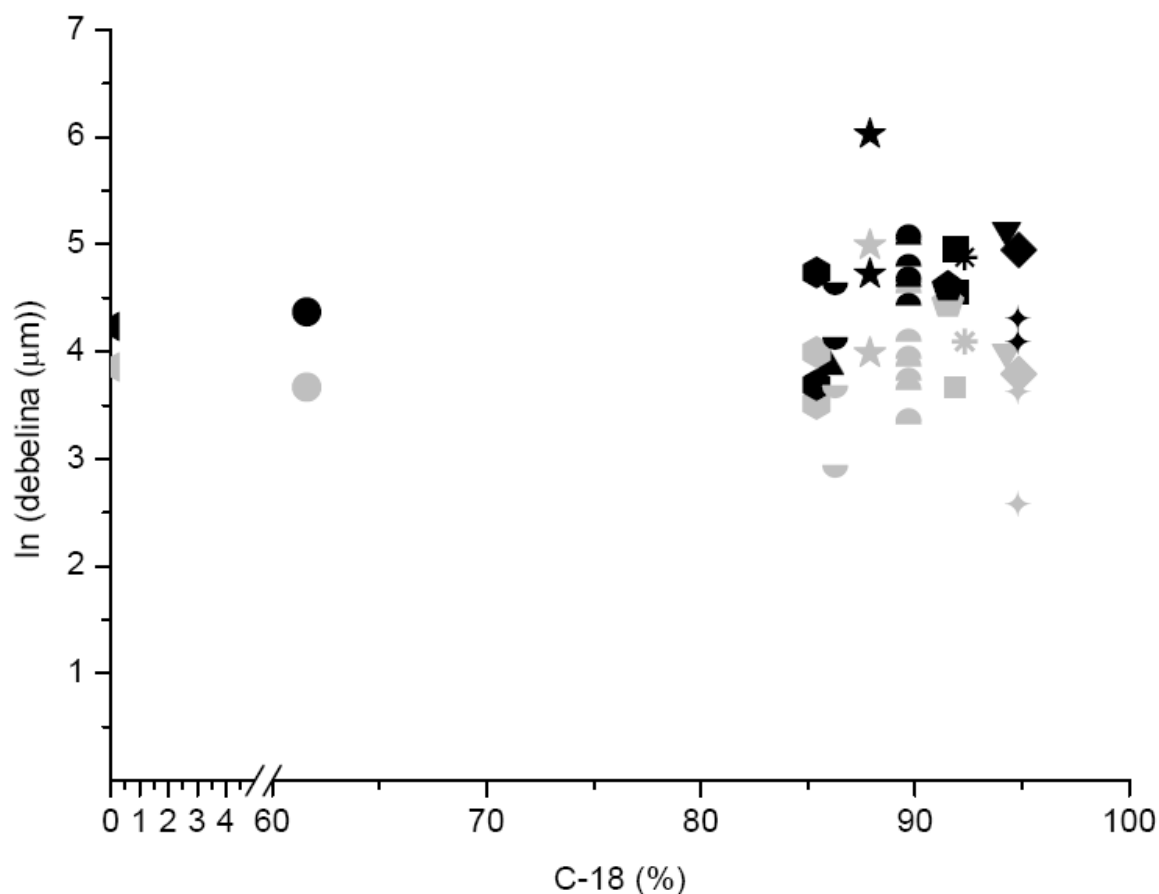
Pri 20 ml (glej slika 24 črni simboli) vidimo pozitivno linearno korelacijo: $Y = 0,0093 X + 4,3372$. Izračun koeficienta korelacije po Paersonu znaša $r = 0,42635$, za kar lahko pri 25 prostostnih stopenj pri značilnosti 0,05 trdimo, da je korelacija statistično značilna. Znotraj te skupine (prva in druga skupina olj) pa ni statistično značilne korelacije.

4.3.3.4 Vpliv dolžine verig C-atomov v maščobnih kislinah na debelino maščobnega nanosa.



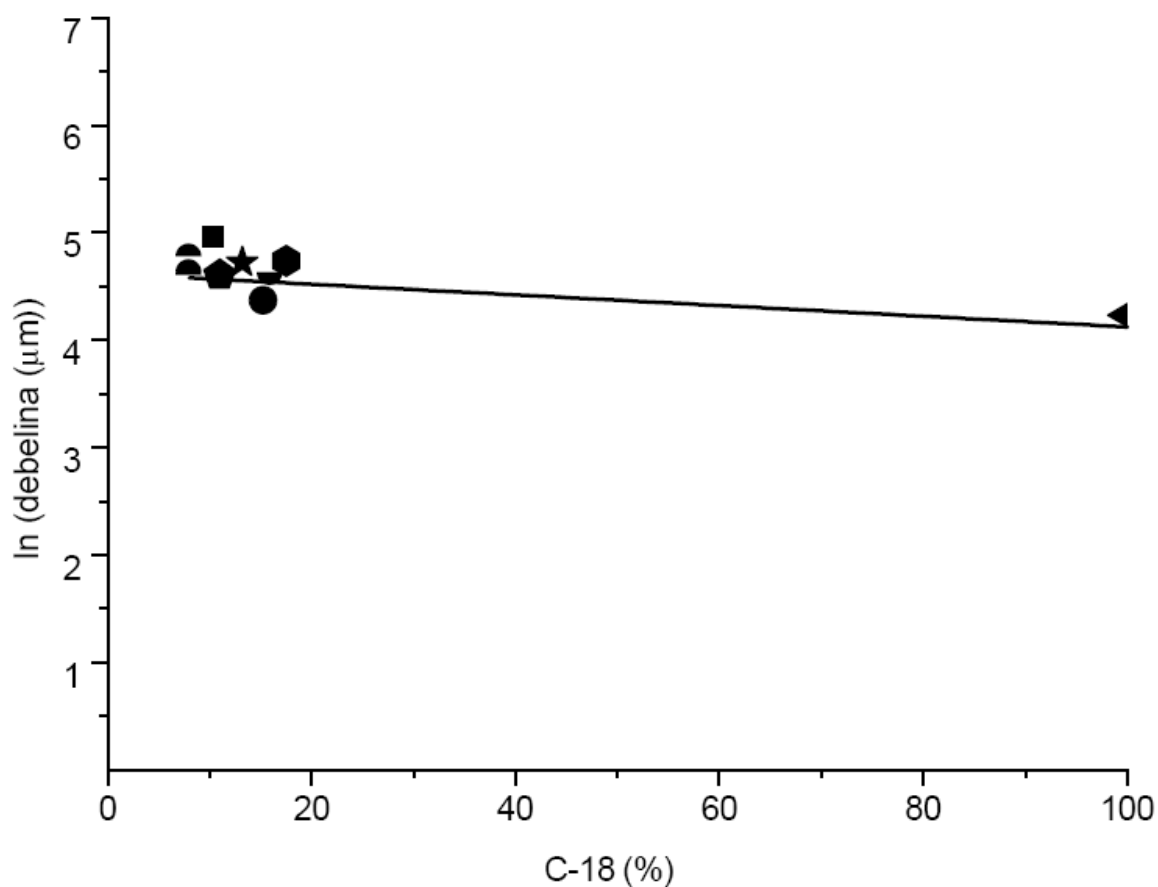
Slika 25: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (◆), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (●), sojinega olja (●), sončničnega olja (★), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin s 16 C atomi. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

Rastlinska olja vsebujejo večjo količino maščobnih verig z 18 C (Slika 26) atomi kot 16 C atomi (Slika 25). Po vsebnosti maščobnih kislin s 16 C atomi najbolj odstopa olje makadamije (●) z 28 %, vsa ostala olja pa imajo vrednosti do 12 %. Na Sliki 26 pa lahko vidimo, da ima olje makadamije najmanjšo vsebnost maščobnih kislin z 18 C atomi.



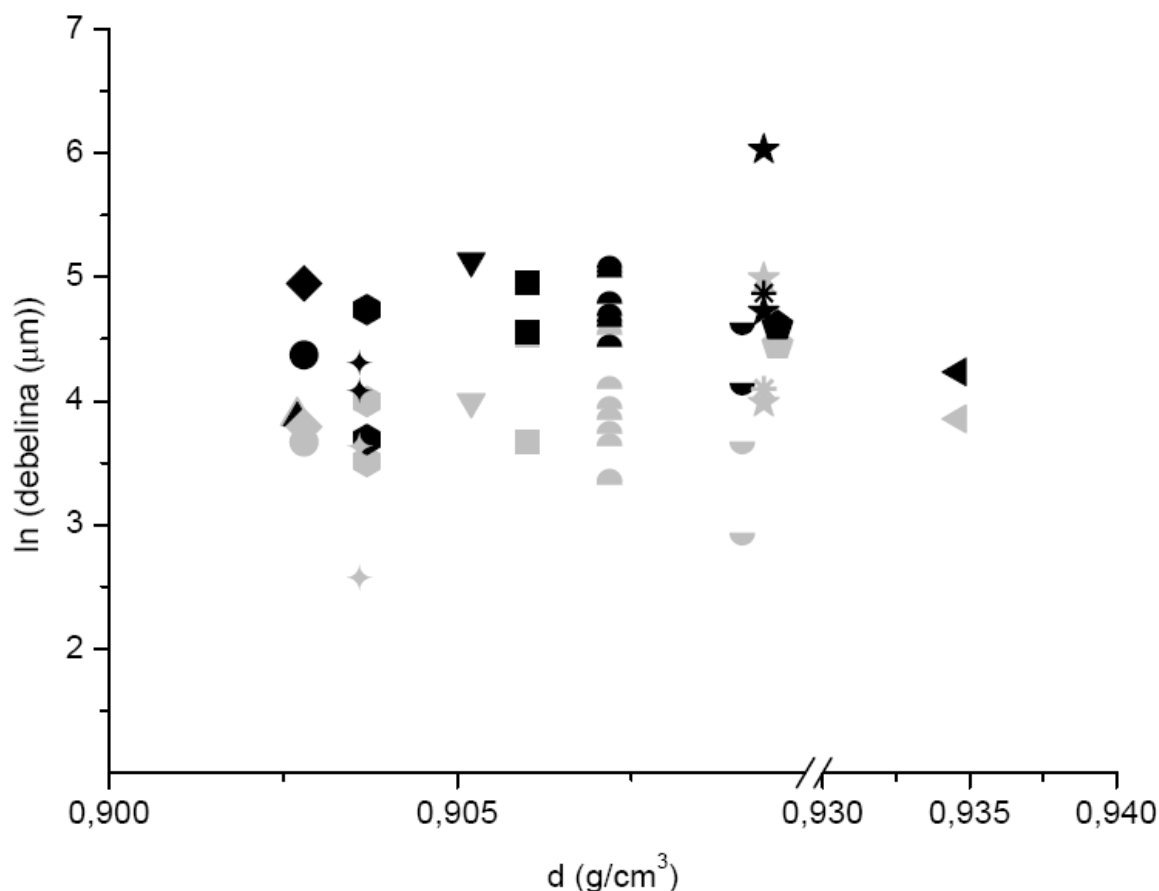
Slika 26: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (●), sojinega olja (●), sončničnega olja (*), olja MCT (◄) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin z 18 C atomi. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

Primerjava Slik 25 in 26 nakazuje, da gre za rahlo negativno odvisnosti maščobnega nanosa od dolžin maščobnih kislin v triacilglicerolu, pri C-18 pa rahlo pozitivni. Po izračunu korelacijskega koeficienta (Priloga F in E) vidimo, da ni statistično značilne korelacije. Po pregledu prve skupine (Slika 27) pa se pri 20 ml za C-18 izkaže, da je le-ta statistično značilno pri 0,05 stopnji zaupanja. Enačba linearne odvisnosti pri 20 ml pa podaja naslednja zveza C-18: $Y = 0,0050 X + 4,72553$.



Slika 27: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj prve skupine (olje oljne repice (▲), sojino olje (▼), oljno olje (◆), olje koruznih kalčkov (★), mešanica arašidovega in repičnega olja (■), rastlinsko olje (◆), olje makadamije (●) in olje MCT (▲) v odvisnosti od vsebnosti maščobnih kislin s 18 C atomi pri 20 ml vnešenega olja.

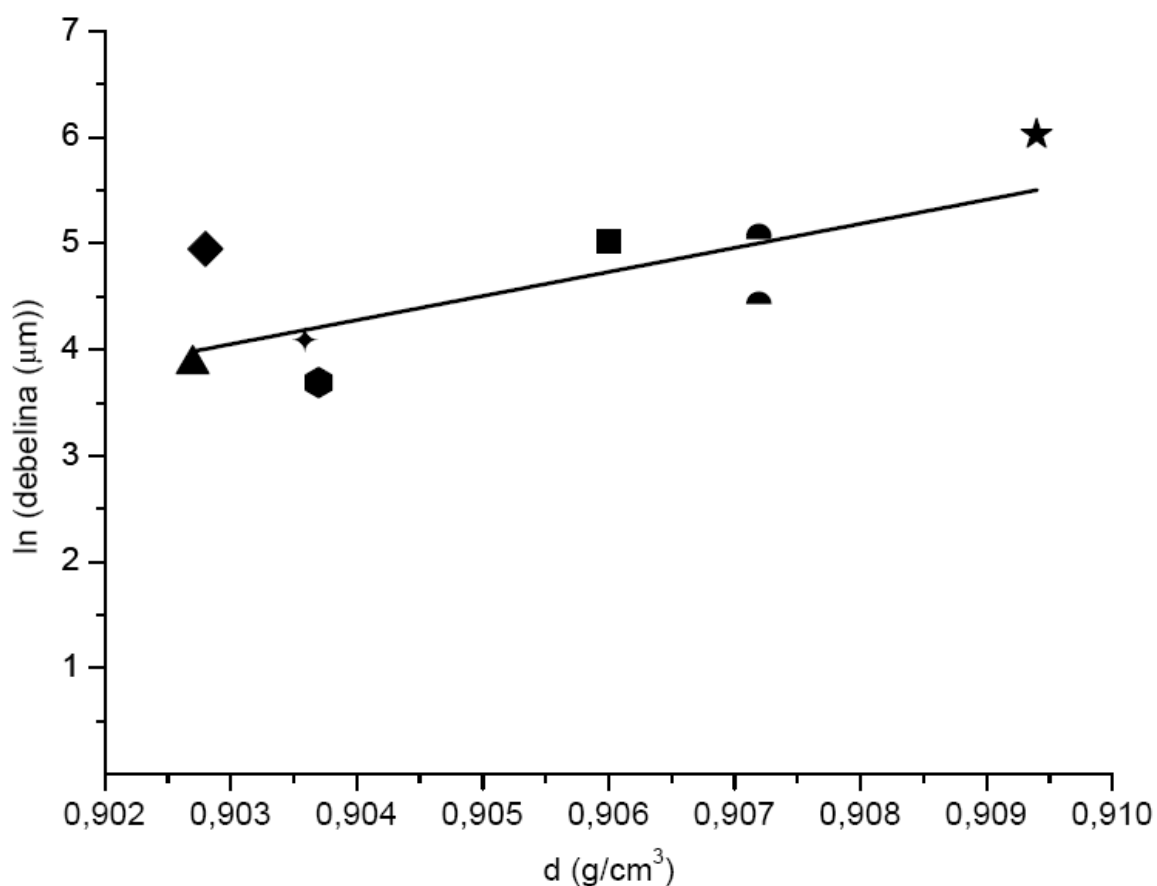
4.3.3.5 Vpliv gostote



Slika 28: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (♦), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (◆), sojinega olja (◐), sončničnega olja (✱), olja MCT (◄) v odvisnosti od gostote olj. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

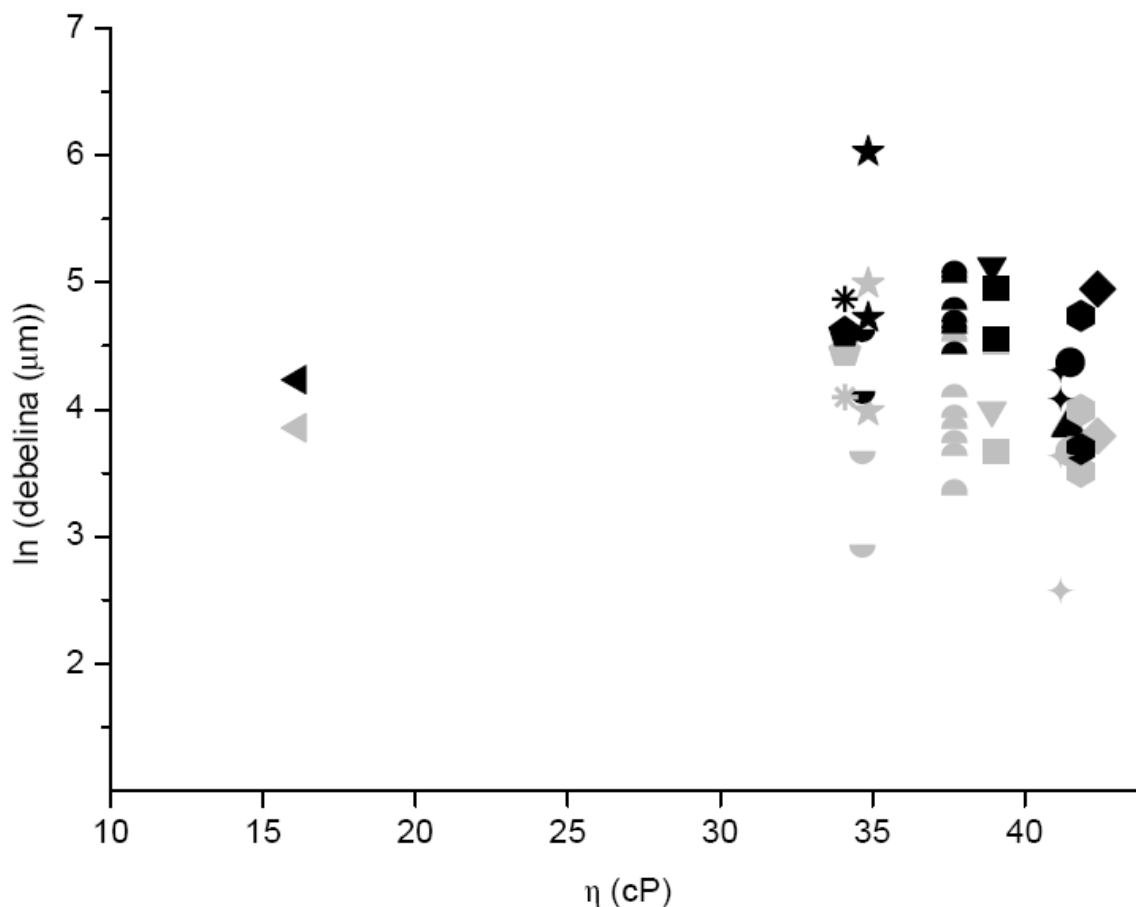
Iz Slike 28 je razvidno, da ima gostota pozitivno zvezo z debelino maščobnega nanosa na jeziku. Točki, ki izstopata iz množice, predstavljata olje MCT (◄), ki se po sestavi in posledično tudi gostoti močno razlikuje od ostalih olj.

Pri izračunu korelacijskega koeficienta po Pearssonu (Priloga E in F) ugotovimo statistično značilno korelacijo pri volumnu 20 ml med olji druge skupine (Slika 29). Gostota ima korelacijo $Y = 226,8625 X - 200,862$.



Slika 29: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj druge skupine (olje oljne repice (◐), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olje koruznih kalčkov (★)) v odvisnosti od gostote olj pri 20 ml vnešenega olja.

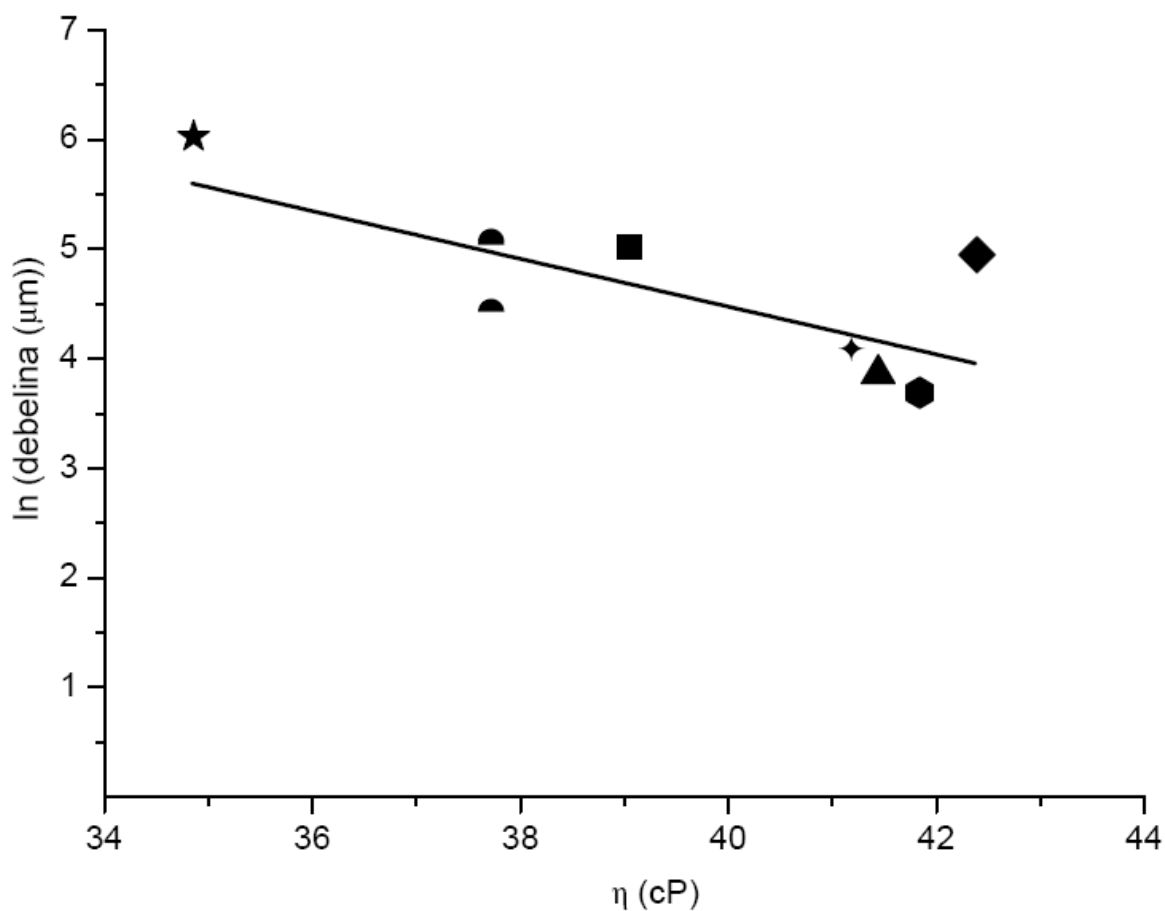
4.3.3.6 Vpliv viskoznosti



Slika 30: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (●), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), olja koruznih kalčkov (★), olja makadamije (●), mandljevega olja (▼), rastlinskega olja (●), sojinkega olja (●), sončničnega olja (★), olja MCT (◄) v odvisnosti od viskoznosti olj. (Simboli sive barve predstavljajo maščobni nanos olja na jeziku pri 0,4 ml, simboli črne barve pa pri 20 ml.)

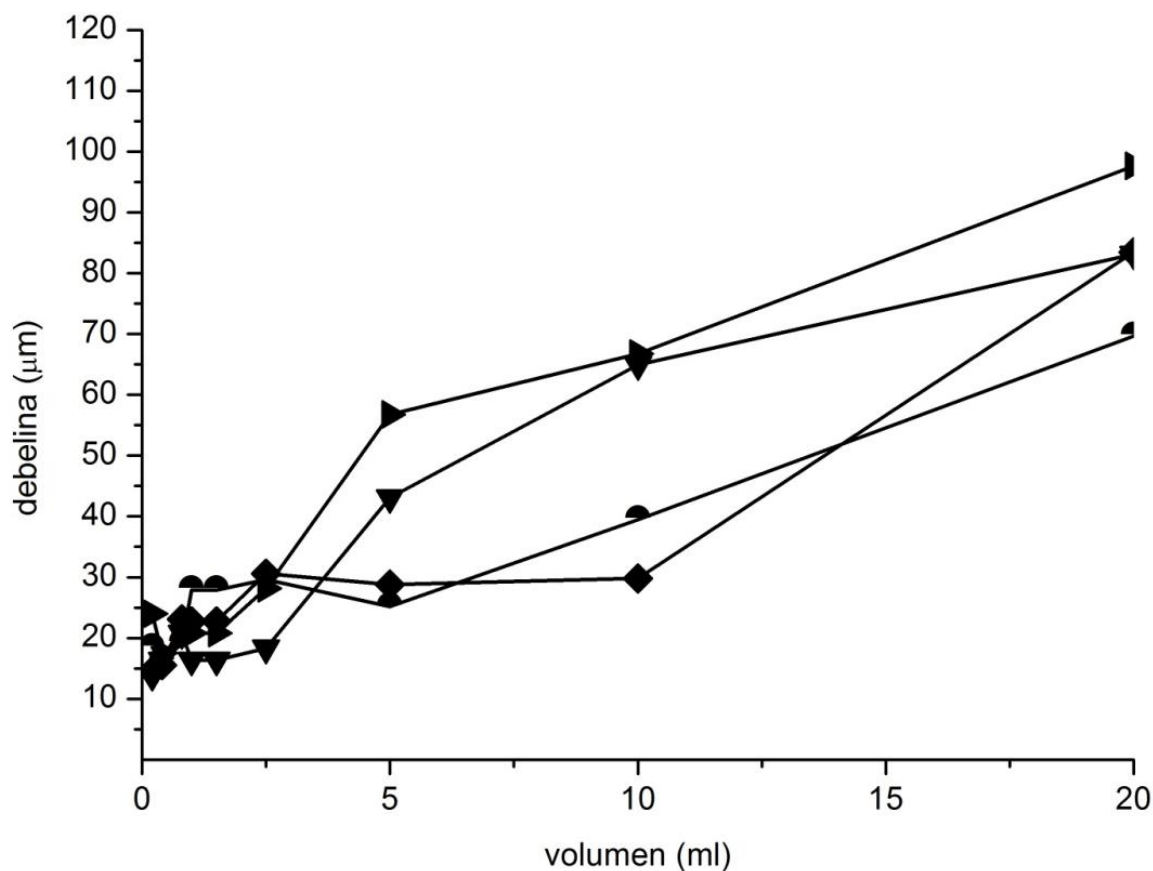
Iz Slike 30 lahko vidimo, da ima viskoznost negativno zvezo z debelino maščobnega nanosa na jeziku. Točki, ki izstopata iz množice, predstavljata olje MCT (◄), ki se po sestavi in posledično tudi gostoti močno razlikuje od ostalih olj.

Pri izračunu korelacijskega koeficienta po Pearsonu (Priloga E in F) ugotovimo statistično značilno korelacijo pri volumnu 20 ml med olji druge skupine (Slika 31). Viskoznost ima korelacijo $Y = -0,2182 X + 13,20717$.



Slika 31: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olj druge skupine (olje oljne repice (◐), mešanice arašidovega in repičnega olja (■), ekstra deviškega oljčnega olja (▲), oljčnega olja (⬢), rafiniranega sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◆), sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (✦), olje koruznih kalčkov (★)) v odvisnosti od viskoznosti olj pri 20 ml vnešenega olja.

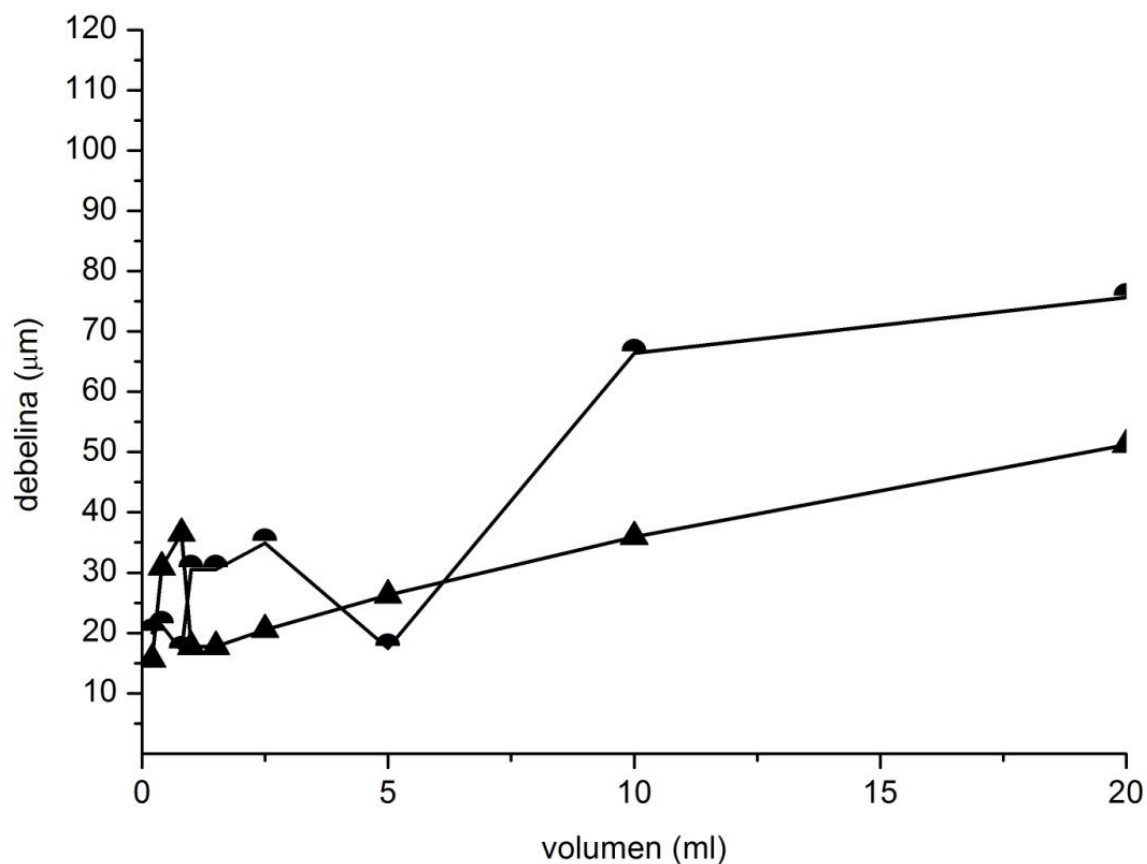
4.3.3.7 Drugi vplivi



Slika 32: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (▲), mandljevega olja (▼), sezamovo olje (◆), rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◀) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja mediano 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 79,3 %.

Mandljevo (▼) in sezamovo olje (◆) (Slika 32) sta si med seboj podobna po tvorbi maščobnega nanosa na jeziku. Prav tako sta si zelo podobna tudi rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske maščobne kisline (◀) in olje oljne repice (▲). Slednja dva tvorita tanjši maščobni nanos pri volumnu nad 2,5 ml. Pri nižjih volumnih pa debelejši.

Debelejši maščobni nanos lahko pripišemo okusu olja, ki je prijeten in intenzivnejši pri višjih volumnih.



Slika 33: Debelina maščobnega nanosa na jeziku pri vzorcih olja oljne repice (●), ekstra deviškega oljčnega olja (▲) v odvisnosti od količine zaužitega olja. Vsaka točka predstavlja mediano 36 meritev s povprečnim kvocientom variacije 92 %.

Pri nižjih volumnih ekstra deviško oljčno olje (▲) (Slika 35) tvori debelejši maščobni nanos, pri višjih volumnih pa nižji. To je lahko posledica trpkega okusa, ki se ga ne zazna pri nizkih volumnih. Iz tega rezultata lahko predpostavimo, da pri nižjih volumnih trpkost nima vpliva. Nanos pa je tako odvisen od sestave olja. Oljčno olje vsebuje 0,36 % PMK, medtem ko repično le 0,08 %. Oljčno olje ima nižjo vrednost večkrat nenasičenih maščobnih kislin (9 %) ter manjšo vsebnost C-18 maščobnih kislin (86 %).

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Pri delu smo izhajali iz naslednjih delovnih hipotez:

- Sestava olja vpliva na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah.
- Olja z višjo vsebnostjo trigliceridov z daljšimi maščobnimi kislinami tvorijo debelejši nanos.
- Olja z višjo vsebnostjo prostih maščobnih kislin tvorijo debelejši nanos.

5.1 RAZPRAVA

Testirali smo izbrane vzorce olj iz slovenskega trga. Izbor je temeljil na določenih razlikah v sestavi razpoložljivih olj. Tako smo pridobili olja, ki so namenjena za uživanje v splošni rabi (ekstra deviško oljčno olje, rafinirano olje oljne repice, rafinirano sončnično olje, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sezamovo olje, mandljevo olje, olje makadamije, oljčno olje, bučno olje, mešanica rafiniranih rastlinskih olj, rafinirano olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega rastlinskega olja, rafinirano sojino olje, laneno olje, mešanica nerafiniranega bučnega olja in rafiniranega rastlinskega olja, mešanica rafiniranega sončničnega z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja) in standard srednje-verižni trigliceridi (MCT). Od proizvajalca smo pridobili analizne liste z ustreznimi podatki, ki okarakterizirajo značilnosti izbranih olj (maščobno-kislinska sestava olj, vsebnost prostih maščobnih kislin). Iz prejetih analitičnih vrednosti smo izvrednotili vsebnost nasičenih in nenasičenih maščobnih kislin.

Vrednotenje debeline nanosa temelji na opisani meritvi (glej stran 19), ki vključuje fluorimeter na eni strani ter jezik preizkuševalca na drugi. Ker pa je jezik povezan s fiziološkim delovanjem preizkuševalca, smo želeli izvrednotiti morebitne dnevne variacije. To smo opravili z rednim vključevanjem dnevnega standarda rafiniranega repičnega olja, ki smo ga poimenovali interni standard. Kot drugi standard je bil izbran MCT, saj je bil že v preteklosti koriščen za merjenje debeline maščobnega nanosa (Pivk in sodelavci, 2008c) in nam je tako služil kot dobra referenca. Potrdili smo, da izmerjena debelina MCT (glej Sliko 15) sledi logaritemski krivulji iz prejšnjih študij, in zato lahko potrdimo metodo kot primerno za merjenje debeline maščobnega nanosa. Izmerjene vrednosti se rahlo razlikujejo, kar lahko med drugim pripišemo fiziološkim dejavnikom.

5.1.1 Variacije internega standarda po dnevih

Ker na debelino nanosa olja na jeziku vpliva tudi slina, katere sestava se spreminja, smo se odločili za kontrolo z internim standardom.

Pri meritvah debeline maščobnega nanosa je prihajalo do povečanega sipanja rezultatov, kar lahko razumemo kot postavljanje metode. Meritve prve tri dni smo zato umaknili iz

statistične analize. Po uvažalnem obdobju so se rezultati meritev debeline maščobnega nanosa, ki jih smo jo merili na rafiniranem repičnem olju, ustalili. Razlike v dnevih so se pojavile zaradi zunanjih (fizioloških) dejavnikov, kot so dnevni cikel, tipi in velikost brbončic, prehrana, zdravila, starost, spol, tip krvi in psihološko stanje, ki vplivajo na sestavo in količino sline (van Aken in sod., 2007).

5.1.2 Vpliv nekaterih fizikalno-kemijskih dejavnikov na debelino maščobnega nanosa

Čeprav smo debelino maščobnega nanosa na jeziku merili na 12 točkah, smo za določanje vpliva sestave olja vzeli točko 7, ki predstavlja geometrijsko sredino jezika. Celovita analiza vseh 12 točk predstavlja obseg dela, ki presega obseg diplomskega dela. Debelina maščobnega nanosa se razlikuje glede na pozicijo merjenja na jeziku, vendar se je točka 7 izkazala za reprezentativno točko celotnega jezika (Pivk in sod., 2008c). Z zaužitjem večje količine olja se večja debelina maščobnega nanosa. Pivk in sodelavci (2008c) so ugotovili, da se že pri relativno majhnih volumnih doseže polovica maksimalne debeline, zato smo za analizo vpliva izbrali dva volumna in sicer 0,4 ml in 20 ml. Volumen 0,4 ml pa je obenem dovolj majhna količina olja, pri kateri drugi elementi (na primer okus) razen sestave olja, nimajo vpliva. Od 1 ml naprej pa pride do zapolnitve ustne votline z maščobo. Sklepamo lahko, da je vpliv fizikalnih in kemijskih lastnosti olja (gostota, viskoznost, vsebnost prostih maščobnih kislin, nasičenost oziroma nenasičenost maščobnih kislin, dolžina maščobnih verig) različen pri volumnih do 1 ml in volumnih nad 1 ml. Iz slik poglavja 4.3.3 lahko vidimo, da so fizikalno-kemijske lastnosti nekoliko bolj izražene pri večjem volumnu nanosa (20 ml) in tukaj lahko določimo tudi statistično značilne korelacije.

5.1.2.1 Vpliv prostih maščobnih kislin

Vsebnost prostih maščobnih kislin jedilnih olj rastlinskega izvora je nizka (glej Sliko 19). Tehnologija predelave in rafinacije določa količino prostih maščobnih kislin pod 0,3 % prostih maščobnih kislin, medtem ko hladno stiskana do največ 3 % (Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, jedilnih rastlinskih masteh in majonezi, 2003). Od preiskovanih vzorcev se po vsebnosti prostih maščobnih kislin razlikujeta le mandljevo olje in olje makadamije, ki ima kar 1,44 % prostih maščobnih kislin. Vsebnost prostih maščobnih kislin ni zaželeno, saj lahko privede do žarkosti olj.

Višja vsebnost prostih maščobnih kislin vpliva na tanjšanje debeline maščobnega nanosa, vendar tej korelaciji nismo mogli pripisati statistično značilnost, čeprav na grafični predstavitvi pri 0,4 ml lahko zaznamo negativno korelacijo (glej Sliko 19). Iz tega lahko domnevamo, da ima vsebnost prostih maščobnih kislin vpliv na debelino maščobnega nanosa na jeziku pri manjših volumnih. Domnevna negativna zveza vsebnosti prostih maščobnih kislin na debelino maščobnega nanosa kaže v prid trditvi, da višja vsebnost

prostih maščobnih kislin niža površinsko napetost in posledično tanjšajo debelino nanosa olja.

5.1.2.2 Vpliv nasičenih maščobnih kislin

Rastlinska olja vsebujejo manj nasičenih maščobnih kislin (glej Sliko 20). Vse maščobne kisline imajo nasičene le MCT.

Statistično značilen vpliv nasičenih maščobnih kislin se vidi v skupini olj, ki tvorijo prvo skupino (olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in repičnega olja, rafinirano sojino olje, oljčno olje, rafinirano rastlinsko olje, olje MCT, olje makadamije in rafinirano repično olje) pri volumnu 20 ml. Pokaže se rahlo padanje debeline maščobnega nanosa z večjim odstotkom nasičenih maščobnih kislin. Zveza je podana z naslednjo enačbo $Y = -0,004 X - 4,7255$, kjer Y predstavlja naravni logaritem debeline maščobnega nanosa μm , X pa masni delež nasičenih maščobnih kislin (%). Izhajajoč iz živalskih maščob, ki vsebujejo večji delež nasičenih maščobnih kislin, bi pričakovali obratno zvezo, saj živalske maščobe povzročijo večjo mazljivost. Večja mazljivost omogoča lažje drsenje med jezikom in nebom in je pozitivno povezana z debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah (Pivk in sod, 2008c).

5.1.2.3 Vpliv nenasičenih maščobnih kislin

Rastlinska olja vsebujejo veliko nenasičenih maščobnih kislin (glej Sliko 22).

Vpliv nenasičenih maščobnih kislin se pokaže za statistično značilno in sicer v prvi skupini olj pri 20 ml. Enačba premice je $Y = 0,0054 X - 4,2118$, kjer Y predstavlja naravni logaritem debeline maščobnega nanosa μm , X pa masni delež nenasičenih maščobnih kislin (%). Večja vsebnost nenasičenih maščobnih kislin prispeva k debelejšemu maščobnemu nanosu, kar je ravno obraten vpliv, kot jih imajo nasičene maščobne kisline na debelino maščobnega nanosa.

Večkrat nenasičene maščobne kisline imajo statistično značilen vpliv v celotni skupini olj, ki ga lahko zapišemo z linearno enačbo $Y = 0,0093X + 4,3373$, pri čemer Y predstavlja naravni logaritem debeline maščobnega nanosa μm , X pa masni delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin (%).

5.1.2.4 Vpliv dolžine maščobnih kislin

Rastlinska olja so sestavljena predvsem iz maščobnih verig z 18 C atomi in nekaj maščobnih verig s 16 C atomi (glej Sliko 25 in 26). Iz Slike 25 izstopa vrednost maščobnih verig C-16 za mandljevo olje, katerih delež je v primerjavi z maščobnimi verigami C-18

največji. Na Y osi pa lahko najdemo točko olja MCT, ki ne vsebuje maščobnih kislin s 16 in 18 C atomi, ampak C-8 in C-10.

Med debelino maščobnega nanosa in vsebnostjo maščobnih kislin s C-16 atomi ne morem dokazati statistično značilne korelacije, medtem ko pri vsebnosti maščobnih kislin z 18 C atomi lahko opazimo statistično značilno pozitivno linearno korelacijo pri oljih prve skupine pri vnesenem volumnu 20 ml ($Y = 0,0057X + 4,1804$, kjer Y predstavlja naravni logaritem debeline maščobnega nanosa v μm , X pa delež (%) maščobnih verig z 18 C atomi). To potrdi trditev, da daljše maščobne kisline, ki povzročajo večjo površinsko napetost, večajo debelino nanosa na jeziku.

5.1.2.5 Vpliv gostote in viskoznosti

Rastlinska olja imajo podobno viskoznost in gostoto, odstopa le olje MCT (glej Sliko 28 in 30). Na gostoto in viskoznost vpliva kemijska sestava olja, ki pa je pri rastlinskih jedilnih oljih podobna.

Vpliv statistično značilne korelacije viskoznosti in gostote na debelino maščobnega nanosa vidimo le v drugi skupini olj (sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, oljčno olje, ekstra deviško oljčno olje, mešanica arašidovega in repičnega olja, rafinirano repično olje in olje koruznih kalčkov) pri 20 ml. Za gostoto lahko izpišemo linearno korelacijo: $Y = 226,8625 X - 200,862$, viskoznost pa $Y = -0,2182 X + 13,20717$, pri čemer Y predstavlja naravni logaritem debeline maščobnega nanosa v μm , X pa gostoto v g/cm^3 oziroma viskoznost v cP. Če primerjamo korelacijo s prvo skupino olj, pri kateri smo gledali ostale značilnosti olj, vidimo (glej Prilogo E in F), da je pri prvi skupini predznak ravno obraten, česar pa ni opaziti pri drugih korelacijah, ki smo jih opisovali do sedaj. Debelina nanosa pa v prvi skupini olj narašča z naraščajočo viskoznostjo ter pada z naraščajočo gostoto, ki pa ni statistično značilna. Kot navaja van Aken in sodelavci (2007) ter de Wijk in sodelavci (2006b) daje večja viskoznost debelejši nanos. Tudi če pogledamo preprost primer pri lakih, bodo ti tvorili debelejši nanos, če bodo bolj viskozni, vendar se rastlinska olja obnašajo drugače.

Gostota olja ima večji vpliv na debelino olja po zaužitju kot viskoznost glede na naklon linearne korelacije. Gostota in viskoznost sta med seboj linearno povezani, večja gostota tako pomeni, da ima manjšo viskoznost, ki tvori debelejši maščobni nanos.

5.1.3 Vpliv okusa

Skozi delo smo poleg preiskovanih dejavnikov, ki so bili temelj naše raziskave, opazili tudi vplive drugih dejavnikov na debelino maščobnega sloja po zaužitju olja (glej Sliko 32 in 33).

Opazili smo, da debelejši maščobni nanos močno vpliva okus. Prijeten okus mandljevega olja vpliva na tvorbo debelejšega maščobnega sloja, zato ne moremo trditi, da je na Sliki 16 in 34 razlika med olji zaradi sestave olja. Pri nižjih volumnih, ker okus še ni dovolj izražen, nima bistvenega vpliva in tu prevladujejo drugi dejavniki. Pri višjih volumnih, kjer pa je okus močno intenziven, pa tvori debelejši nanos. Da bi lahko izključili vpliv aromatične komponente, bi lahko v nadaljnjih študijah uporabili ščipalko za nos.

Trpek okus pa pri nižjih volumnih, kjer ga brbončice še ne zaznajo, ne vpliva na debelino pri 1 ml. Pri višjih volumnih, pa se začne olje iz jezika močno spirati in s tem tvori tanjši maščobni sloj. Kar tudi potrди podatek, da na primer vino in čaj, ki vsebujeta tanine, zmanjšujeta viskoznost in povečata izločanje slin (Schipper in sod, 2007), ki spere maščobni nanos iz jezika in obenem povzroči suhost ust. Obenem pa Malone s sodelavci (2003) navaja, da je suhost ust posledica tvorjenja kompleksa med proteini iz slin (predvsem proteini, bogati s prolinom) in polifenoli ali tanini.

5.2 SKLEPI

Pri našem delu smo ugotavljali, kako vplivajo različna rastlinska olja (ekstra deviško oljčno olje, rafinirano olje oljne repice, rafinirano sončnično olje, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sezamovo olje, mandljevo olje, olje makadamije, oljčno olje, bučno olje, mešanica rafiniranih rastlinskih olj, rafinirano olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega rastlinskega olja, rafinirano sojino olje, laneno olje, mešanica nerafiniranega bučnega olja in rafiniranega rastlinskega olja, mešanica rafiniranega sončničnega z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja) in posledično različna sestava olj na debelino maščobnega nanosa na ustnih površinah. Med drugim smo želeli preveriti, ali višja vsebnost triacilgliceridov z daljšimi maščobnimi kislinami ter višja vsebnost prostih maščobnih kislin povzročijo debelejši maščobni nanos na ustnih površinah.

Glede na rezultate lahko podamo naslednje sklepe:

- Višja vsebnost triacilglicerolov z daljšimi maščobnimi verigami tvori debelejši nanos na jeziku.
- Višja vsebnost prostih maščobnih kislin ne vpliva na debelejši maščobni nanos na jeziku.
- Različna sestava olja vpliva različno na debelino maščobnega nanosa. Na tanjši maščobni nanos na jeziku vpliva višja vsebnost nasičenih maščobnih kislin in viskoznost. Na debelejši nanos maščobe na jeziku pa nenasičene, še posebno večkrat nenasičene in gostota olj.

6 POVZETEK

Pri delu smo ugotavljali, kako vplivajo različna olja (ekstra deviško oljčno olje, rafinirano olje oljne repice, rafinirano sončnično olje, rafinirano sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline, sezamovo olje, mandljevo olje, olje makadamije, oljčno olje, bučno olje, mešanica rafiniranih rastlinskih olj, rafinirano olje koruznih kalčkov, mešanica rafiniranega arašidovega in rafiniranega rastlinskega olja, rafinirano sojino olje, laneno olje, mešanica nerafiniranega bučnega olja in rafiniranega rastlinskega olja, mešanica rafiniranega sončničnega z visoko vsebnostjo oleinske kisline in rafiniranega lanenega olja) in s tem tudi različni fizikalno-kemijski dejavniki na debelino maščobnega nanosa na jeziku *in vivo*. Viskoznost smo merili s kapilarnim viskozimetrom pri temperaturah 20 °C in 35 °C, gostoto pa s piknometri ravno tako pri temperaturi 20 °C in 35 °C. Debelino maščobnega nanosa smo merili po fluorescenčni metodi. Meritve so potekale na 12 točkah jezika, v treh ponovitvah za vsak vnesen volumen olja, s pomočjo fluorescence lipofilnega markerja kurkumina. S pomočjo umeritvene krivulje smo preračunali debelino maščobnega nanosa na jeziku. Debelino maščobnega nanosa internega standarda, katerega maščobni nanos smo izmerili dnevno, smo najprej primerjali s pomočjo hierarhične metode razvrščanja enot v skupine po Wardovi metodi. Prišli smo do ugotovitve, da imajo močan vpliv pri maščobnem nanosu na jeziku zunanji dejavniki kot so fiziološki dejavniki (prehrana, čas, starost ...), na katere nimamo vpliva. Vpliv posameznih fizikalno-kemijskih dejavnikov pa smo ugotavljali na dveh volumnih, in sicer 0,4 ml, pri kateri še ne pride do nasičenja, ter 20 ml, kjer je jezik popolnoma nasičen z maščobo. Za reprezentativno točko na jeziku smo izbrali točko 7, ki predstavlja geometrijsko sredino jezika, hkrati pa se je na podlagi preteklih študij izkazala za najbolj reprezentativno. Mediani treh vrednosti točke 7 pri 0,4 ml in 20 ml smo primerjali z ostalimi fizikalno-kemijskimi dejavniki, kot so: viskoznost, gostota, vsebnost prostih, nasičenih, nenasičenih, enkrat nenasičenih, večkrat nenasičenih maščobnih kislin in vsebnost maščobnih kislin s 16 in 18 C atomi. Kemijsko sestavo preiskovanih vzorcev olj smo pridobili od proizvajalcev. Prišli smo do zaključkov, da na tanjši maščobni nanos na jeziku vpliva višja vsebnost nasičenih maščobnih kislin in višja viskoznost. Na debelejši nanos maščobe na jeziku pa nenasičene, še posebno večkrat nenasičene, daljše maščobne kisline v triacilglicerolu in višja gostota. Vpliv prostih maščobnih kislin ni bil statistično značilen, vendar smo opazili, da po vsej verjetnosti vplivajo na tanjši maščobni nanos na jeziku. Pri poskusu smo opazili, da prijeten okus vpliva na debelejši maščobni nanos, medtem ko trpek okus prispeva k tanjšanju maščobnega nanosa na jeziku ter da prijetno sladek okus po oreščkih poveča debelino maščobnega nanosa. Sklepamo lahko, da imajo proste maščobne kisline negativen vpliv na debelino maščobnega nanosa, vendar bi morali to potrditi z dodatnimi analizami. Vsi fizikalno-kemijski vplivi so bili statistično značilni le pri volumnu 20 ml. Rezultati kažejo, da bi bilo potrebno še naprej raziskovati v tej smeri, ker je opravljenih malo študij o vplivu fizikalnih lastnosti na senzorične lastnosti hrane, še posebno na oljih, čeprav jih vsakodnevno uporabljamo kot začimbo pri pripravi hrane.

7 VIRI

Abraham G., Hron R.J. 1992. Oilseeds and their oils. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 3. Hui Y.H. (ed.). New York, John Wiley & Sons, Inc.: 1901-1910

Abramovič H., Klofutar C. 1998. The temperature dependence of dynamic viscosity for some vegetable oils. Acta Chimica Slovenica, 45, 1: 69-77

Actis A. B., Petrovic N. R., Defagó D., Beccacece C., Eynared A. R. 2005. Fatty acid profile of human saliva: Possible indicator of dietary fat intake. Archives of Oral Biology, 50: 1-6

Adams S., Singleton S., Juskaitis R., Wilson T. 2007. *In-vivo* visualisation of mouth-material interactions by video rate endoscopy. Food Hydrocolloids, 21: 986-995

Akoh C. C. 2000. Fat-based fat substitutes. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.H. (ed.). New York, Marcel Dekker, Inc.: 248-251

Almond oil. 2010. Kingaroy Qld, Proteco Pty Ltd.: 1 str.
http://www.proteco.com.au/uploads/27356/ufiles/Almond_oil_profile.pdf (23. maj. 2010)

AOAC official method. 985.19. Fats and oils. 1999. V: Official methods of analysis of AOAC international. Vol. 2. Cunniff P. (ed.). 16th ed. Gaithersburg, AOAC International, Chapter 4: 2-3

Azian M.N, Mustafa A.A.K., Panau F., Ten W.K. 2000. Viscosity estimation of triacylglycerols of some vegetable oils, based on their triacylglycerol composition. Journal of the American Oil Chemists' Society, 40, 10: 1001-1005

Breslin P.A.S., Spector A.C. 2008. Mammalian taste perception. Current Biology, 18, 4: R148-R155

Cannon M. R., Manning R.E., Bell J.D. 1960. Viscosity measurement: The kinetic energy correction and a new viscosimeter. Analytical Chemistry, 3: 355-358

Chen J. 2009. Food oral processing – A review. Food Hydrocolloids, 23: 1-25

de Jongh H., Janssen A., Weenen H. 2006. Differential retention of emulsion components in the mouth after swallowing: ATR FTIR measurements of oral coatings. V: Food lipids: Chemistry, flavour, and texture. Vol. 1. Shahidi F., Weenen H. (eds.). Washington DC, American Chemical Society: 87-94

de Wijk R. A., Prinz J. F., Janssen A. M. 2006a. Explaining perceived oral texture of starch-based custard desserts from standard and novel instrumental tests. *Food Hydrocolloids*, 20: 24-34

de Wijk R. A., Terpstra M. E. J., Janssen A. M., Prinz J. F. 2006b. Perceived creaminess of semi-solid foods. *Trends in Food Science & Technology*, 17: 421-422

Dransfield P. 2008. The taste of fat. *Meat Science*, 80: 37-42

Drewnowski A. 1987. Fats and food texture sensory and hedonic evaluation. V: *Food texture*, Moskowitz H.R. (ed). New York, Dekker: 250-272

Gea. 2008. Bučno olje – Pumpkin seed oil. Slovenska Bistrica, Tovarna olja Gea: 4 str.

Gilbertson T. A., Liu L., York D. A., Bray G. A. 1998. Dietary fat preferences are inversely correlated with peripheral gustatory acid sensitivity. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 855: 165-168

Govc Eržen J. 2010. Vedenjski dejavniki tveganja. Ljubljana, Utrip humanosti (2010): 3 str.

<http://lina.lifestylenatural.si/326/Vedenjski-dejavniki-tveganja> (25. avg. 2010)

Hidalgo F.J., Zamora R. 2006. Fats: Physical properties. V: *Handbook of food science, technology and engineering*, Vol. 1. Hui Y.H. (ed.). Boca Raton, Taylor & Francis: 9.1–9.21

Jahanban Esfahlan A., Jamei R., Jahanban Esfahlan R. 2010. The importance of almond (*Prunus amigdalus* L.) and its by product. *Food chemistry*, 120: 349-360.

Khan N. A., Besnard P. 2009. Oro-sensory perception of dietary lipids: New insights into the fat taste transduction. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1791: 149-155

Košmelj K. 2001. Uporabna statistika. 1. izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška Fakulteta: 149 str.

Košmelj K., Breskvar-Žaucer L. 2006. Metode razvrščanja enot v skupine: osnove in primer. *Acta Agriculturae Slovenica*, 87: 299-310

Kurkumin. 2007. Ljubljana, Slovenski kemijski portal: 1str.
<http://www.kemija.org/index.php/kemija-mainmenu-38/24-kemijacat/252-kurkumin-e100> (30.6.2010)

Laugerette F., Gaillard D., Passilly-Degrace P., Nilot I., Besnard P. 2007. Do we taste fat? *Biochimie*, 89: 265-269

Malone M. E., Appelqvist I. A. M., Norton I.T. 2003. Oral behaviour of food hydrocolloids and emulsions. Part 2. Taste and Aroma Release, 17: 775-784

Mathlouthi M. 1995. Sucrose: Properties and applications. 1. izdaja. Paris, Blackie Academic and Professional: 291 str.

Min D.B., Bradley D.G. 1992. Fats and oils: Properties, processing technology, and commercial shortenings. V: *Encyclopedia of food science and technology*. Vol. 2. Hui Y.H. (ed.). New York, John Wiley & Sons Inc: 832-843

O'Brien R.D. 2004. Fats and oils: Formulating and processing for application. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press LLC: 592 str.

Organic macadamia oil profile. 2010. Eugene, Mountaion Rose Herbs: 1 str.
www.botanical.com/product/learn/oilprofile/macadamia.html (24.5.2010)

Pivk U., Ulrih N. P., Juillerat M. A., Raspor P. 2008a. Assessing lipid coating of the human oral cavity after ingestion of fatty foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 507-511

Pivk U., Godinot N., Keller C., Antille N., Poklar Ulrih N., Jullerat M. A., Raspor P. 2008b. Vpliv strukture v ustih na zaznavo teksture hrane. V: *Proteomika Posvetovanje pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost*. Ljubljana 31. jan.-1. Feb. 2008. Raspor P., Jamnik P. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 139-144

Pivk U., Godinot N., Keller C., Antille N., Jeillerat M. A., Raspor P. 2008c. Lipid deposition on tongue after oral processing of medium-chain triglycerides and impact on the perception of mouthfeel. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56: 1058 – 1064

Pokorný J. 2006. Fats and oils: Science and applications. V: *Handbook of food science, technology and engineering*. Vol. 1. Hui Y.H. (ed.). Boca Raton, Taylor & Francis: 34.1-34.19

Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, jedilnih rastlinskih masteh in majonezi. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 122: 16814-16814

Preetha A., Sherin G. T., Ajaikumar B. J., Chitra S., Kuzhuvelil B. H., Bokyoung S., Sheeja T. T., Kishra M., Indra K. P., Kallikat N. R., Baharat B. A. 2008. Biological activities of

curcumin and its analogues Congeneres made by man and Mother Nature. *Biochemical Pharmacology*, 2008, 76: 1590-1611

Prinz J. F., Huntjes L., de Wijk R. A. 2006. Instrumental and sensory quantification of oral coatings reatined after swallowing semi-soild foods. *Archives of Oral Biology*, 51: 1071-1079

Rudan-Tasič D., Klofutar C. 2007. *Fizikalnokemijske metode v živilstvu*. 1. izd. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biothniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 376 str.

Schipper R. G., Silletti E., Vingerhoeds M. H. 2007. Saliva as research material: Biochemical, physicochemical and prectical aspects. *Archives of Oral Biology*, 52: 1114-1135

Stevenson, D. G., Eller, F. J., Wang, L., Jane, J., Wang, T., Inglett, G. E. 2007. Oil and tocopherol content and composition of pumpkin seed oil in 12 cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 4005-4013.

Topping J. 1972. *Errors of observation and their treatment*. 4th ed. London, Chapman and Hall: 86-91

Valenčič V. 2004. *Vrednotenje kakovosti deviškega oljčnega olja*. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 73 str.

van Aken G. A., Vingerhoeds M. H., de Hoog E. H. A. 2007. Food colloids under oral conditions. *Current Option in Colloid & Interface science*, 12: 251-262

White P. J. 2000. Fatty acids in oilseeds (vegetable oils). V: *Fatty acids in foods and their health implications*. Chow C.H. (ed.). New York, Marecel Dekker, Inc.: 209-229

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Petru Rasporju, da mi je omogočil izdelavo diplomske naloge in za vso pomoč ter nasvete pri njeni izdelavi.

Zahvaljujem se Urški Pivk za vse stransko pomoč pri uvajanju v metodo dela in za nasvete na vseh nivojih nastajanja diplomskega dela.

Hvala somentorici prof. dr. Nataši Poklar Ulrih za pomoč in nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Hvala doc. dr. Nataši Šegatin za natančno recenzijo diplome.

Hvala vsem sodelavcem Katedre za biokemijo in kemijo živil, predvsem za vse lepe trenutke, ki sem jih preživela z vami. Še posebno bi se rada zahvalila g. Andreji Habjan, za vso pomoč pri delu v laboratoriju.

Hvala prof. dr. Katarini Košmelj, za pomoč pri statističnem obravnavanju eksperimentalnih podatkov.

Zahvaljujem se podjetju Tovarna olj Gea, še posebno g. Mariji Homar, za posredovane vzorce olj in pripadajoče analizne liste, da je bilo delo opravljeno v takem obsegu kot je bilo predvideno.

Hvala Lini Burkan za popravljanje virov diplomskega dela.

Hvala tudi Katji Černe za pomoč pri oblikovanju in tisku diplomske naloge.

Najlepša hvala staršem, da sta me podpirala skozi vsa ta leta. Hvala tudi bratoma, saj sta mi vsak na svoj način odprla pogled na svet. Brez vas ne bi bila to, kar sem.

Najlepša hvala, ki ste verjeli vame, da ta diploma lahko ugleda luč ob predvidenem roku.

Hvala vsem!

PRILOGE

Priloga A: Analizni list izbranih olj z dne 31. 07. 2009.

Ime izdelka	Extra dev. oljčno olje	Oljčno olje	Mandljevo olje	Sončnično olje z visoko vseb. olei kis. hladno stiskano	Rafinirano sojino olje
PMK kot oleinska(%)	0,38	0,14	0,31	0,89	0,07
Peroks. Št(mmol O2/kg)	3,36	1,77	2,33	0,13	0
Barva po Gardnerju	8,5	4,0	3,6		1,2
Milo (mg/kg)		0			0
Organoleptična ocena	8,5	4,75	5	4,75	5
Sestava MK (%)					
C16 : 0	11,5	12,3	5,9	3,3	9,9
C16 : 1			0,5		
C18 : 0	2,6	2,9	1,5	3,2	5,4
C18 : 1	74,5	72,7	68,0	86,3	25,2
C18 : 2	8,2	9,3	23,5	5,1	50,0
C18 : 3	0,7	0,5	0,1	0,2	5,7
C20 : 0	0,5	0,4			0,6
C20 : 1		0,3			0,3
C22 : 0					
C22 : 1					

Ime izdelka	Raf.olje za cvrtje	Olje za solate	Extra rast. olje	Extra sonč.olje	Rafi.olje koruznih kalč. (Cekin Kalček)
PMK kot oleinska(%)	0,04	0,39	0,08	0,06	0,085
Peroks. Št(mmol O2/kg)	0	0,75	0,15	0	0,28
Barva po Gardnerju	1,2		1,7	1,4	2,3
Milo (mg/kg)	0		0,0	0,0	0,0
Organoleptična ocena	5	5	4,75	5	4,75
Sestava MK (%)					
C16 : 0	6,6	7,4		3,3	11,0
C18 : 0	3,8	4,4			1,8
C18 : 1	26,0	30,6		82,7	29,2
C18 : 2	62,1	55,5		9,1	56,1
C18 : 3		0,5			0,8
C20 : 0		0,3		0,2	0,4
C20 : 1				0,3	
C22 : 0					
C22 : 1					

Priloga B: Analizni list izbranih olj z dne 30. 03. 2009.

Ime izdelka	Extra dev. oljčno olje	Oljčno olje	Mandljevo olje	Olje Makadamije	Sezamovo olje
PMK kot oleinska(%)	0,36	0,12	0,39	1,44	0,47
Peroks. Št(mmol O2/kg)	3,37	1,69	2,65	0,45	1,58
Barva po Gardnerju	10,5	4,3	3,7	2,4	4,9
Milo (mg/kg)		0,0			
Organoleptična ocena	8,5	4,75	5	4,75	5
Sestava MK (%)					
C16 : 0	11,52	14,28	5,13	8,49	9,15
C16 : 1			0,58	19,50	
C18 : 0	2,68	2,80	1,54	3,34	5,22
C18 : 1	74,56	67,21	68,62	56,10	40,35
C18 : 2	8,29	11,52	24,11	2,17	44,09
C18 : 3	0,70	0,64			
C20 : 0	0,54	0,45		2,65	0,58
C20 : 1		0,33			
C22 : 0				0,79	
C22 : 1					

Ime izdelka	Laneno olje	Bučno olje	Extra rast. olje	Extra sonč. olje	Cekin repično olje
PMK kot oleinska(%)	0,74	0,79	0,08	0,033	0,084
Peroks. Št(mmol O2/kg)	0,42	0,65	0,15	0,31	0,0
Barva po Gardnerju	11,6	10,5	1,7	1,9	1,2
Milo (mg/kg)			0,0	0,0	0,0
Organoleptična ocena	5	5	4,75	4,75	4,75
Sestava MK (%)					
C16 : 0	5,16	11,19		4,03	5,31
C18 : 0	3,88	5,95		3,04	2,09
C18 : 1	19,76	41,05		84,50	56,08
C18 : 2	15,93	41,79		6,93	25,00
C18 : 3	54,64			0,37	6,54
C20 : 0				0,30	0,58
C20 : 1					1,16
C22 : 0				0,80	
C22 : 1					

Ime izdelka	Zvezda sonč. olje	Zvezda rast. olje			
PMK kot oleinska(%)	0,07	0,06			
Peroks. Št(mmol O2/kg)	0,0	0,0			
Barva po Gardnerju	1,0	1,4			
Milo (mg/kg)	0,0	0,0			
Organoleptična ocena	5	4,75			
Sestava MK (%)					
C16 : 0	6,38	6,76			
C18 : 0	4,07	3,96			
C18 : 1	26,31	27,33			
C18 : 2	61,94	59,48			
C18 : 3		0,77			
C20 : 0		0,30			
C20 : 1					
C22 : 0	0,74				
C22 : 1					

Slov. Bistrica; 30.3.2009



Tovarna olja Gea d.d.
Trg svobode 3
2310 Slovenska Bistrica

[Handwritten signature]

Priloga C: Izračun viskoznosti olj pri temperaturi 20 °C. Podan je tudi izračun napake.

vzorec	d (g/cm ³)	Δd (g/cm ³)	t (s)	δt (s)	d (kg / m ³)	δd (kg / m ³)	η (kg / m s)	$(td \delta C)^2$	$(-d/t \delta E)^2$	$((Ct - E/t^2) \delta d)^2$	$((Cd - 2Ed/t^2) \delta t)^2$	$\Delta \eta$ (cP)	η (cP)
ARR	0,915879	0,000776	793,302	0,038528	915,8793	0,776395	7,26E-02	3,71E-11	1,78E-14	3,78745E-09	8,3749E-09	1,10E-04	7,26E+01
BRA	0,919243	0,001106	698,873	0,047854	919,2427	1,10574	6,42E-02	2,90E-11	2,98E-14	5,96223E-09	8,43652E-09	1,20E-04	6,42E+01
BUO	0,918240	0,000243	756,168	0,034897	918,2401	0,242862	6,94E-02	3,39E-11	2,17E-14	3,36714E-10	8,41813E-09	9,37E-05	6,94E+01
COL	0,913063	0,000236	694,51	0,029833	913,0631	0,236337	6,34E-02	2,83E-11	3,02E-14	2,68985E-10	8,32347E-09	9,28E-05	6,34E+01
EOL	0,912730	0,000327	863,056	0,033066	912,7299	0,327345	7,87E-02	4,37E-11	1,27E-14	7,96881E-10	8,3174E-09	9,57E-05	7,87E+01
ERA	0,913749	0,000258	869,213	0,036225	913,7489	0,257867	7,94E-02	4,44E-11	1,23E-14	5,01589E-10	8,33598E-09	9,42E-05	7,94E+01
ESO	0,913051	0,000197	882,474	0,041952	913,0514	0,196655	8,05E-02	4,57E-11	1,16E-14	3,00689E-10	8,32326E-09	9,31E-05	8,05E+01
KKO	0,919595	0,000433	694,514	0,035653	919,5954	0,432804	6,38E-02	2,87E-11	3,06E-14	9,02092E-10	8,44299E-09	9,68E-05	6,38E+01
LAN	0,928862	5,61E-05	502,735	0,02273	928,8617	0,056131	4,67E-02	1,53E-11	1,14E-13	7,95044E-12	8,614E-09	9,29E-05	4,67E+01
MAK	0,912699	0,000704	865,49	0,042947	912,6988	0,704239	7,89E-02	4,39E-11	1,25E-14	3,70911E-09	8,31683E-09	1,10E-04	7,89E+01
MAN	0,915609	9,05E-05	795,777	0,035292	915,6086	0,090466	7,28E-02	3,73E-11	1,76E-14	5,17436E-11	8,36995E-09	9,20E-05	7,28E+01
MCT	0,945557	0,000423	311,253	0,036833	945,5572	0,422784	2,94E-02	6,09E-12	8,03E-13	1,72902E-10	8,9264E-09	9,54E-05	2,94E+01
OLO	0,913873	0,000143	870,711	0,068223	913,8733	0,14321	7,95E-02	4,45E-11	1,22E-14	1,55239E-10	8,33825E-09	9,24E-05	7,95E+01
RAO	0,919793	0,000148	672,185	0,041966	919,7928	0,147845	6,18E-02	2,69E-11	3,49E-14	9,86043E-11	8,44662E-09	9,26E-05	6,18E+01
REO	0,917144	0,000179	761,785	0,0344	917,1441	0,179119	6,98E-02	3,43E-11	2,10E-14	1,85889E-10	8,39804E-09	9,28E-05	6,98E+01
SEO	0,919315	0,000439	742,621	0,044335	919,315	0,43856	6,82E-02	3,28E-11	2,34E-14	1,05901E-09	8,43785E-09	9,76E-05	6,82E+01
SOJ	0,919352	0,000211	678,883	0,040291	919,3523	0,210593	6,24E-02	2,74E-11	3,35E-14	2,04072E-10	8,43853E-09	9,31E-05	6,24E+01
SON	0,919593	0,000283	673,699	0,063849	919,5932	0,283089	6,19E-02	2,70E-11	3,46E-14	3,63149E-10	8,44295E-09	9,40E-05	6,19E+01
SOO	0,913544	0,000349	852,498	0,03084	913,544	0,34896	7,78E-02	4,27E-11	1,33E-14	8,83574E-10	8,33224E-09	9,62E-05	7,78E+01

Priloga D: Izračun viskoznosti olj pri temperaturi 35 °C. Podan je tudi izračun napake.

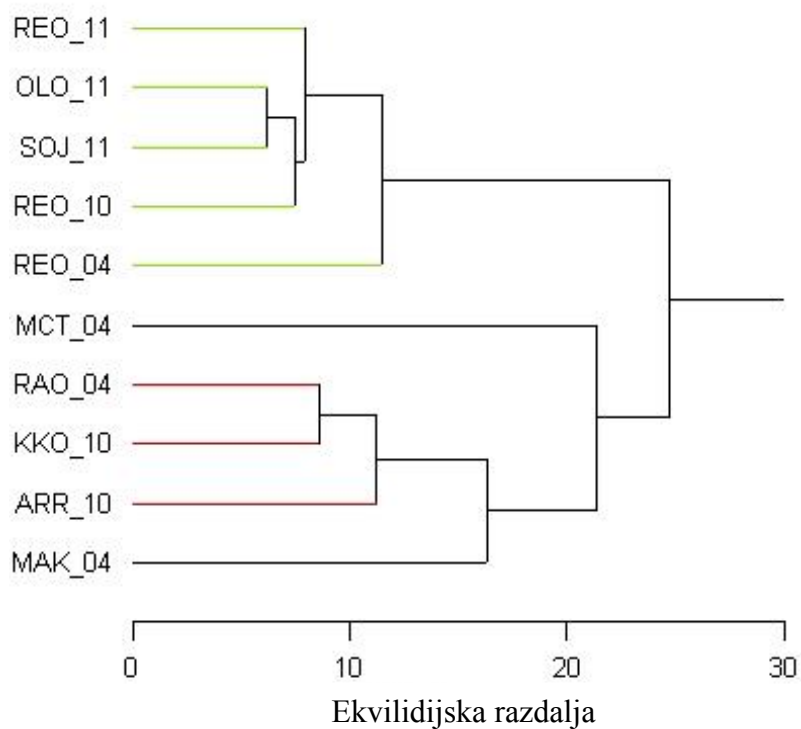
vzorec	d (g/cm ³)	Δd (g/cm ³)	t (s)	δt (s)	d (kg / m ³)	Δd (kg / m ³)	η (kg / m s)	(td δC) ²	(-d/t δE) ²	((Ct - E/t) δd) ²	((Cd - 2Ed/t) δt) ²	Δη (kg / m s)	η (Cp)
ARR	0,90969	9,99E-05	431,36	0,040552	905,9692	0,099921	3,91E-02	3,82E-07	6,43E-09	1,86138E-11	8,24027E-09	1,21E-04	37,47259
BRA	0,909146	1,56E-05	387,763	0,043218	909,146	0,015622	3,53E-02	3,11E-07	9,92E-09	3,67408E-13	8,29874E-09	1,35E-04	39,11762
BUO	0,908193	0,000211	412,264	0,033731	908,1929	0,211499	3,75E-02	3,51E-07	7,75E-09	7,6153E-11	8,28071E-09	1,27E-04	34,90563
COL	0,902643	0,000168	458,932	0,025734	902,6433	0,168105	4,15E-02	4,29E-07	4,98E-09	5,9653E-11	8,17929E-09	1,15E-04	41,47175
EOL	0,902668	4,4E-05	459,434	0,038064	902,668	0,043989	4,15E-02	4,30E-07	4,96E-09	4,09361E-12	8,18005E-09	1,15E-04	37,78121
ERA	0,903701	0,000111	464,077	0,034335	903,701	0,11108	4,20E-02	4,40E-07	4,78E-09	2,65006E-11	8,19866E-09	1,14E-04	41,51836
ESO	0,902804	0,00027	469,898	0,037947	902,804	0,269912	4,25E-02	4,50E-07	4,53E-09	1,61241E-10	8,18245E-09	1,13E-04	41,9869
KKO	0,909398	5,17E-05	383,613	0,028304	909,3982	0,051693	3,49E-02	3,04E-07	1,04E-08	3,93686E-12	8,30275E-09	1,37E-04	42,47252
LAN	0,918925	0,000546	295,336	0,031693	918,9251	0,546463	2,71E-02	1,84E-07	3,01E-08	2,59941E-10	8,47947E-09	1,97E-04	27,11171
MAK	0,902810	9,21E-05	459,928	0,037357	902,8096	0,092114	4,16E-02	4,31E-07	4,94E-09	1,7989E-11	8,1826E-09	1,15E-04	38,98615
MAN	0,905235	0,000194	430,262	0,036454	905,235	0,19395	3,90E-02	3,80E-07	6,49E-09	6,97714E-11	8,2268E-09	1,22E-04	15,93934
MCT	0,934553	2,45E-05	172,741	0,016633	934,5532	0,024482	1,59E-02	6,52E-08	2,66E-07	1,74346E-13	8,77559E-09	5,24E-04	41,9243
OLO	0,903739	0,000185	463,367	0,028694	903,7395	0,18478	4,19E-02	4,39E-07	4,81E-09	7,34773E-11	8,19922E-09	1,14E-04	41,56963
RAO	0,909633	0,000185	375,037	0,037431	909,6335	0,184753	3,41E-02	2,91E-07	1,13E-08	4,80557E-11	8,30757E-09	1,40E-04	35,27495
REO	0,907170	0,000225	416,116	0,04274	907,1696	0,224514	3,78E-02	3,56E-07	7,45E-09	8,74304E-11	8,26234E-09	1,26E-04	36,91958
SEO	0,909556	0,000127	405,593	0,030203	909,556	0,127176	3,69E-02	3,40E-07	8,29E-09	2,6648E-11	8,30551E-09	1,29E-04	34,71832
SOJ	0,909146	0,000168	381,668	0,034897	909,1462	0,168031	3,47E-02	3,01E-07	1,06E-08	4,11744E-11	8,29847E-09	1,37E-04	41,26964
SON	0,909412	0,000126	375,34	0,031623	909,4118	0,125696	3,42E-02	2,91E-07	1,13E-08	2,22799E-11	8,30324E-09	1,40E-04	34,13093
SOO	0,903646	0,000289	456,195	0,026352	903,646	0,289179	4,13E-02	4,25E-07	5,11E-09	1,74421E-10	8,1975E-09	1,16E-04	34,1503

Priloga E: Izračun koeficienta korelacije po Paersonu za 0,4 ml nanosa olja na jeziku.

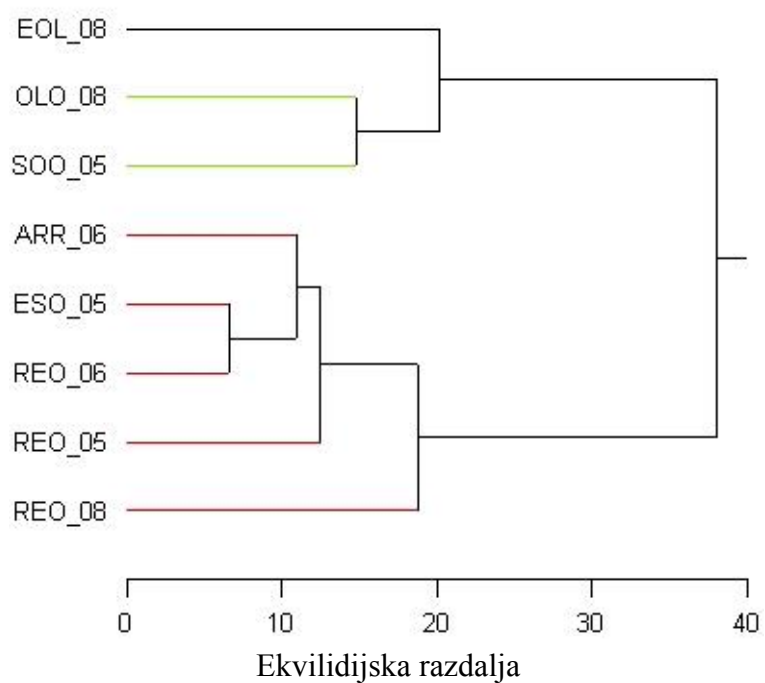
skupine olj	n	r (pri $\alpha = 0,05$)	PMK	NMK	NeMK	ENeMK	VNeMK	C 16	C 18	η	d
celotna skupina	25	0,396	-0,32672	0,02721	-0,00469	-0,33412	0,358833	0,05633	-0,00438	-0,15641	0,123349
1 skupina olj	10	0,6319	-0,13793	-0,01342	0,040016	-0,16322	-0,29288	-0,13939	0,068865	0,024239	-0,00577
2 skupina olj	9	0,6664	-0,64189	-0,23004	-0,26545	-0,56537	0,211872	0,399343	0,006747	-0,6266	0,591938

Priloga F: Izračun koeficienta korelacije po Paersonu za 20 ml nanosa olja na jeziku.

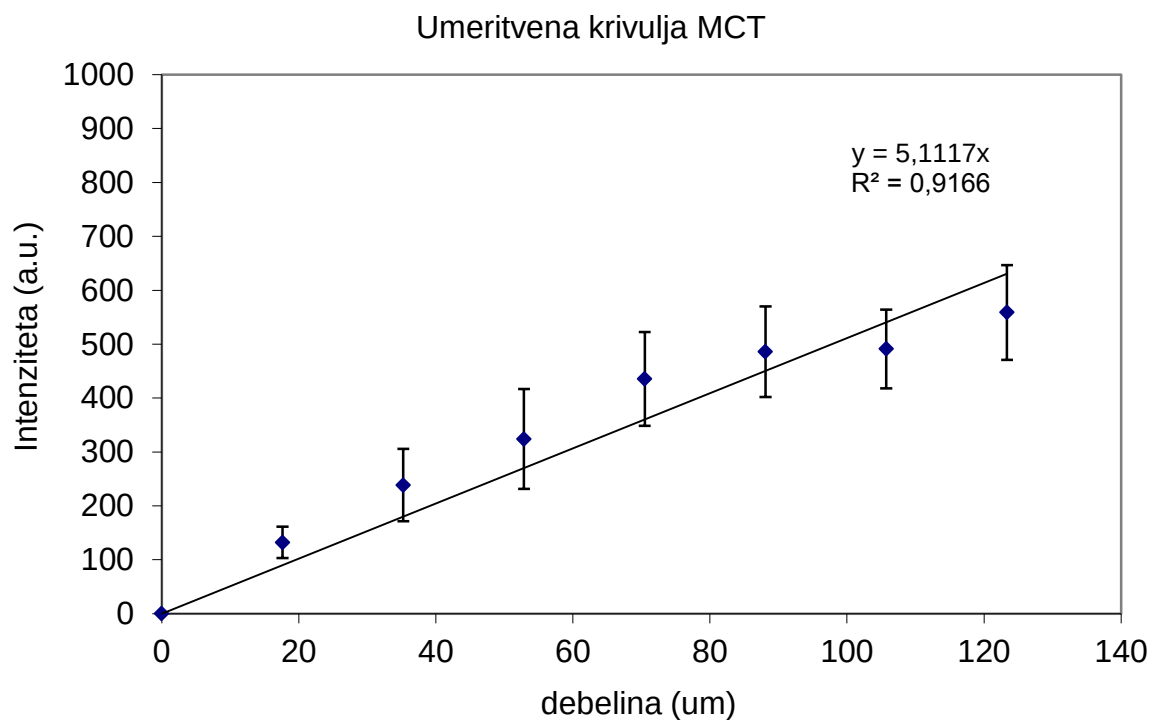
skupine olj	n	r (pri $\alpha = 0,05$)	PMK	NMK	NeMK	ENeMK	VNeMK	C 16	C 18	η	d
celotna skupina	25	0,396	-0,31397	-0,22483	0,247936	-0,20423	0,426354	0,05507	0,231288	-0,04793	-0,00326
1 skupina olj	10	0,6319	-0,39992	-0,68661	0,717735	0,140023	-0,20067	-0,13786	0,803064	0,607842	-0,61515
2 skupina olj	9	0,6664	-0,44825	-0,32010	0,27716	-0,5379	-0,48514	-0,13591	0,15333	-0,76224	0,750382



Priloga C: Klasifikacijsko drevo za 1. skupino olj.



Priloga D: Klasifikacijsko drevo za 2. skupino olj brez vzorca KKO.



Priloga E: Primer umeritvene krivulje za olje MCT.

Priloga F: Primer izračuna za umeritveno krivulje za MCT (površina petrijeve plošče 56,7 cm²).

debelina (μm)	V (μl)	intenziteta (a.u.)	STD (a.u.)	Intenziteta brez ozadja (a.u.)	intenziteta popravljena	STD brez ozadja
0,0	0	238,865	40,1	0	0	0
17,6	100	389,724	75,9	150,858	132,3028	29
35,2	200	510,9393	125,8	272,074	238,6089	67
52,9	300	608,215	152,6	369,350	323,9199	93
70,5	400	735,140	128,9	496,275	435,233	87
88,1	500	793,037	120,6	554,172	486,0086	84
105,7	600	798,953	104,3	560,087	491,1967	73
123,4	700	876,095	120,7	637,230	558,8503	88

Priloga G: Enačbe premice za vse umeritvene krivulje merjenja debeline maščobnega nanosa.

Dan meritve	vzorec	Enačba premice
1	REO	$Y = 3,5670 X, R^2 = 0,9753$
1	MAK	$Y = 3,4686 X, R^2 = 0,9872$
1	OLO	$Y = 4,7944 X, R^2 = 0,9872$
1	ERA	$Y = 4,6805 X, R^2 = 0,9970$
2	REO	$Y = 3,7983 X, R^2 = 0,9964$
2	EOL	$Y = 3,4763 X, R^2 = 0,9857$
3	REO	$Y = 5,5036 X, R^2 = 0,9850$
3	ESO	$Y = 4,6985 X, R^2 = 0,9747$
3	MAN	$Y = 3,1771 X, R^2 = 0,9901$
3	SEZ	$Y = 3,1501 X, R^2 = 0,9996$
4	REO	$Y = 3,7207 X, R^2 = 0,9856$
4	MCT	$Y = 5,1117 X, R^2 = 0,9116$
4	MAK	$Y = 2,0697 X, R^2 = 0,9955$
5	REO	$Y = 2,2573 X, R^2 = 0,9901$
5	ESO	$Y = 1,7971 X, R^2 = 0,9698$
5	SOO	$Y = 1,7417 X, R^2 = 0,9849$
6	REO	$Y = 4,4377 X, R^2 = 0,9832$
6	ARR	$Y = 3,0306 X, R^2 = 0,9895$
6	KKO	$Y = 3,4722 X, R^2 = 0,9713$
7	REO	$Y = 4,5012 X, R^2 = 0,9846$
7	MAN	$Y = 3,2764 X, R^2 = 0,9865$
7	SOJ	$Y = 3,8505 X, R^2 = 0,9956$
8	OLO	$Y = 4,1187 X, R^2 = 0,9894$
8	REO	$Y = 3,5379 X, R^2 = 0,9905$
8	EOL	$Y = 3,3989 X, R^2 = 0,9894$
9	REO	$Y = 5,5836 X, R^2 = 0,9828$
9	SOO	$Y = 4,5029 X, R^2 = 0,9926$
9	SON	$Y = 4,2625 X, R^2 = 0,9912$
10	ARR	$Y = 4,4323 X, R^2 = 0,9926$
10	KKO	$Y = 3,9662 X, R^2 = 0,9939$
10	REO	$Y = 6,2699 X, R^2 = 0,9946$
11	REO	$Y = 5,4430 X, R^2 = 0,9986$
11	OLO	$Y = 5,1491 X, R^2 = 0,9971$
11	SOJ	$Y = 4,4888 X, R^2 = 0,9943$