

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Damijana PRESEČNIK

**MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA V MODELNIH
CELODNEVNIH OBROKIH**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja Prehrana

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Damijana PRESEČNIK

**MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA V MODELNIH CELODNEVNIH
OBROKIH**

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja Prehrana

FATTY ACID COMPOSITION OF MODEL DAILY MEALS

M. SC. THESIS
Master Study Programmes: Field Nutrition

Ljubljana, 2013

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa 2. stopnje Prehrana. Opravljeno je bilo na Katedri za tehnologije, prehrano in vino Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorja magistrskega dela imenovala prof. dr. Marjana Simčiča in za recenzentko prof. dr. Heleno Abramovič.

Mentor: prof. dr. Marjan Simčič

Recenzentka: prof. dr. Helena Abramovič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Član: prof. dr. Marjan Simčič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Član: prof. dr. Helena Abramovič

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega magistrskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Damijana Presečnik

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2

DK UDK 641.1+613.2:543.635.35(043)=163.6

KG živila/kemijska sestava/prehrana/celodnevni obroki/maščobne kisline/prehranske baze podatkov/plinska kromatografija

AV PRESEČNIK, Damijana, dipl. inž. živ. in preh. (UN)

SA SIMČIČ, Marjan (mentor)/ABRAMOVIČ, Helena (recenzentka)

KZ SI - 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo

LI 2013

IN MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA V MODELNIH CELODNEVNIH OBROKIH

TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja Prehrana)

OP XIV, 86 str., 26 pregл., 22 sl., 2 pril., 121 vir.

IJ sl

JI sl/en

AL Namen magistrskega dela je bil primerjava analiziranih in izračunanih vrednosti maščobnih kislin (MK) v modelnih celodnevnih obrokih ($n = 5$; 32 delnih obrokov), katerim smo s pomočjo specifičnih živil oblikovali maščobnokislinsko sestavo. Izračunane vrednosti MK v obrokih smo pridobili s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus. Analizirane vrednosti MK v obrokih smo določili s plinsko kromatografijo (GC) po predhodni pripravi metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK). Za statistično primerjavo mas MK smo uporabili Studentov t test, ob upoštevanju 95 % intervala zaupanja. Rezultati so pokazali, da med dnevnimi vrednostmi za vsoto mas vseh MK, za vsoto mas MK, ki pripadajo skupinam nasičenih MK (NAMK), enkrat nenasičenih MK (ENMK), večkrat nenasičenih MK (VNMK) in dolgoverižnih MK ni bilo statistično značilnih razlik. Statistično značilne razlike smo opazili pri kratko in srednje verižnih MK. Izračunane vrednosti so bile pri večini MK višje od vrednosti, ki smo jih določili z GC. Pri primerjavi povprečnih vrednosti mas posameznih maščobnih kislin smo ugotovili statistično značilne razlike pri skoraj vseh NAMK ter pri nekaterih nenasičenih MK. Prav tako smo ugotovili statistično značilne razlike v maščobnokislinski sestavi pri 7 obrokih: po_1, to_3, sr_2, sr_6, če_2, pe_1 ter pe_4. Študija kaže, da je program Prodi 5.7 Expert Plus dovolj natančen in stroškovno ugoden za oceno dolgoročnega vnosa skupin maščobnih kislin, vendar pa ni dovolj zanesljiv, da bi lahko natančno ocenili vnos posamezne maščobne kisline v določenem obroku.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Du2

DC UDC 641.1+613.2:543.635.35(043)=163.6

CX food/chemical composition/nutrition/daily meals/fatty acids/food composition database/gas chromatography

AU PRESEČNIK, Damijana

AA SIMČIČ, Marjan (supervisor)/ABRAMOVIČ, Helena (reviewer)

PP SI - 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2013

TI FATTY ACID COMPOSITION OF MODEL DAILY MEALS

DT M.Sc.Thesis (Master Study Programmes: Field Nutrition)

NO XIV, 86 p., 26 tab., 22 fig., 2 ann., 121 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The aim of the thesis was to compare analysed and calculated values of fatty acids (FA) in model daily meals ($n = 5$; 32 meal samples), which contain specific foods to modulate fatty acid composition. We obtained calculated values of FA in meals from a Prodi 5.7 Expert Plus food composition database. We determined analysed values of FA in meals by gas chromatography (GC) following previous *in situ* preparation of fatty acid methyl esters (FAME). We used a Student's t test to observe differences between the analysed and calculated values of masses, considering the 0,05 significance level. There were no statistically significant differences observed between the daily amount of the masses of total FA, saturated FA (SFA), monounsaturated FA (MUFA), polyunsaturated FA (PUFA) and long-chain FA (LCFA). Statistically significant differences were found for short-chain and medium-chain FA. For most fatty acids, calculated values were higher than the values which were determined by GC. We noticed statistically significant difference by comparing individual fatty acids in the mean values of masses of almost all SFA and of some unsaturated FA. We also noticed statistically significant differences between fatty acid composition of 7 meal samples: po_1, to_3, sr_2, sr_6, če_2, pe_1 and pe_4. This study indicates that the Prodi 5.7 Expert Plus is accurate and cost-effective tool for assessing a long-term intake of total amounts of fatty acid groups. However, this food composition database is not reliable enough to provide a good estimation of individual fatty acid intake in a particular meal.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
KAZALO PRILOG	XII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DELA	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 TERMINOLOGIJA MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN	2
2.1.1 Nomenklatura maščobnih kislin	3
2.2 PREHRANSKE MAŠČOBE IN MAŠČOBNE KISLINE	3
2.2.1 Nasičene maščobne kisline	4
2.2.2 Nenasičene maščobne kisline	5
2.2.2.1 Enkrat nenasičene maščobne kisline	5
2.2.2.2 Večkrat nenasičene maščobne kisline	6
2.2.3 Trans maščobne kisline	7
2.2.4 Esencialne maščobne kisline	7
2.3 PREBAVA, ABSORBCIJA IN TRANSPORT MAŠČOB	8
2.4 METABOLIZEM MAŠČOBNIH KISLIN	9
2.4.1 Oksidacija.....	9
2.4.2 Tvorba eikozanoidov in dokozanoidov.....	9
2.5 PRIPOROČILA ZA VNOS MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN	12
2.6 PROIZVODNJA IN VNOS MAŠČOBNIH ŽIVIL	14
2.6.1 Podatki o vnosu maščob	14
2.6.2 Maščobnokislinska sestava živil	16
2.7 VPLIV MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN NA ZDRAVJE LJUDI.....	18
2.7.1 Vpliv maščob in maščobnih kislin na rast in razvoj.....	18
2.7.2 Vpliv maščob in maščobnih kislin na vnetja in imunski odziv.....	19

2.7.3	Vpliv maščob in maščobnih kislin na holesterol in srčno žilne bolezni..	20
2.7.4	Vpliv maščob in maščobnih kislin na krvni tlak in togost arterij	21
2.7.5	Vpliv maščob in maščobnih kislin na prekomerno telesno maso in debelost	21
2.7.6	Vpliv maščob in maščobnih kislin na sladkorno bolezen.....	22
2.7.7	Vpliv maščob in maščobnih kislin na rakava obolenja.....	23
2.7.8	Vpliv maščob in maščobnih kislin na možganske motnje in duševne bolezni.....	23
2.7.9	Vpliv maščob in maščobnih kislin na oksidativni stres in staranje	24
3	MATERIAL IN METODE.....	26
3.1	MATERIAL.....	26
3.2	METODE.....	26
3.2.1	Določanje maščobnokislinske sestave v modelnih celodnevnih obrokih s plinsko kromatografijo	26
3.2.1.1	Priprava vzorcev	26
3.2.1.2	Priprava metilnih estrov maščobnih kislin	27
3.2.1.3	Plinska kromatografija.....	27
3.2.1.4	Izračun vsebnosti maščobnih kislin v vzorcu	28
3.2.2	Obdelava modelnih celodnevnih obrokov z računalniškim programom Prodi 5.7 Expert Plus	30
3.2.3	Obdelava podatkov in statistična analiza.....	30
4	REZULTATI.....	31
4.1	REZULTATI PRIDOBLEDENI S PLINSKO KROMATOGRAFIJO	31
4.2	REZULTATI PRIDOBLEDENI S PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS..	33
4.3	PRIMERJAVA REZULTATOV, KI SMO JIH PRIDOBILI S PLINSKO KROMATOGRAFIJO IN S PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS S PRIPOROČILI ZA VNOS MAŠČOBNIH KISLIN	34
4.3.1	Primerjava rezultatov programa Prodi 5.7 Expert Plus po izpisu in izračunih z rezultati kemijske analize	38
4.4	PRIMERJAVA MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE	40
4.4.1	Skupna masa posameznih maščobnih kislin vseh pet modelnih celodnevnih obrokov	40
4.4.2	Rezultati odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus	43

4.4.3 Statistična primerjava rezultatov.....	55
4.4.3.1 Statistična primerjava vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini.....	55
4.4.3.2 Statistična primerjava posameznih maščobnih kislin.....	57
4.4.3.3 Statistična primerjava posameznih delnih obrokov v modelnih celodnevnih obrokih	60
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	65
5.1 RAZPRAVA	65
5.2 SKLEPI	71
6 POVZETEK	72
7 VIRI	75

ZAHVALA**PRILOGE**

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Viri najpogostejših nasičenih maščobnih kislini v prehrani (ADA, 2007; FAO, 2010).....	5
Preglednica 2: Viri najpogostejših enkrat nenasičenih MK (ADA, 2007; FAO, 2010).....	6
Preglednica 3: Viri najpogostejših večkrat nenasičenih MK (ADA, 2007; FAO, 2010).....	6
Preglednica 4: Priporočila za vnos maščob in maščobnih kislin izražena kot energijski delež (Referenčne..., 2004; USDA, 2010; FAO, 2010).....	12
Preglednica 5: Delež energije iz maščob in maščobnih kislin v Evropi (EFSA, 2010)	16
Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava nekaterih masti in olj (g/100g maščobe) (USDA, 2012b).....	17
Preglednica 7: Maščobnokislinska sestava nekaterih oreškov in živalskih maščob (g/100 g živila) (USDA, 2012b)	17
Preglednica 8: Koeficient pretvorbe (FA_i) za preračun mase MEMK v maso maščobne kisline (AOAC 996.06, 1999).....	29
Preglednica 9: Masa posameznih skupin maščobnih kislin, ki smo jih določili s plinsko kromatografijo, za modelne celodnevne obroke.....	31
Preglednica 10: Masa posameznih skupin maščobnih kislin, ki smo jih pridobili s programom Prodi 5.7 Expert Plus, za modelne celodnevne obroke.....	33
Preglednica 11: Kalorična vrednost modelnih celodnevnih obrokov.....	35
Preglednica 12: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v vseh delnih obrokih (n=32).....	43
Preglednica 13: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin (n=26) med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na delne obroke	48
Preglednica 14: Povprečne dnevne (n=5) vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini	55

Preglednica 15: Povprečne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, v obroku (n=25)	56
Preglednica 16: Povprečne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, v delnem obroku (n=32)	56
Preglednica 17: Povprečne vrednosti mase nasičenih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)	57
Preglednica 18: Povprečne vrednosti mase enkrat nenasicienih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)	58
Preglednica 19: Povprečne vrednosti mase večkrat nenasicienih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)	59
Preglednica 20: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v ponедeljek	60
Preglednica 21: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v torek	61
Preglednica 22: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v sredo	62
Preglednica 23: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v četrtek	63
Preglednica 24: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v petek	64
Preglednica 25: Odstotek skupin maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih pri kemijski analizi (KA) in pri programu Prodi 5.7 Expert Plus (P)	66
Preglednica 26: Povzetek vzrokov za razlike pri delnih obrokih med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus	70

KAZALO SLIK

Slika 1: Strukturne formule najbolj pogostih maščobnih kislin (Filip, 2010).....	4
Slika 2: <i>Cis</i> in <i>trans</i> izomeri oleinske kisline (Craig-Schmidt in Teodorescu, 2007)	7
Slika 3: Pretvorba maščobnih kislin v dolgoverižne večkrat nenasičene maščobne kisline (Lee in Hwang, 2007).....	10
Slika 4: Tvorba eikozanoidov iz arahidonske kisline: LOX, lipooksigenaza; COX-2, ciklooksigenaza; LTA4, levkotrien A4; TXA2, tromboksan A2; PGH2, prostaglandin H2; HPETE, hidroperoksieikozatetraenojska kislina; HETE, hidroksieikozatetraenojska kislina (Lee in Hwang, 2007).....	11
Slika 5: Tvorba resolvinov in protektinov iz EPA in DHA (Lee in Hwang, 2007)	11
Slika 6: Vnos različnih skupin hranil s povdarkom na maščobah tekom evolucije človeka (Simopoulos, 2004)	15
Slika 7: Skupna masa maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)	34
Slika 8: Skupna masa nasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)	35
Slika 9: Skupna masa enkrat nenasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)	36
Slika 10: Skupna masa večkrat nenasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)	37
Slika 11: Skupna masa maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih, ki smo jo določili s kemijsko analizo ter iz izpisa programa Prodi 5.7 Expert Plus in izračunov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus, v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni).....	38
Slika 12: Masa nasičenih maščobnih kislin vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)	40

Slika 13: Masa enkrat nenasičenih maščobnih kislin vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) 41

Slika 14: Masa večkrat nenasičenih maščobnih kislin vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določiči s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)..... 42

Slika 15: Povprečje odstopanj mas nasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) 45

Slika 16: Povprečje odstopanj mas enkrat nenasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) 46

Slika 17: Povprečje odstopanj mas večkrat nenasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) 47

Slika 18: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v ponedeljkovem modelnem celodnevnom obroku..... 50

Slika 19: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v torkovem modelnem celodnevnom obroku..... 51

Slika 20: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v sredinem modelnem celodnevnom obroku..... 52

Slika 21: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v četrtkovem modelnem celodnevnom obroku..... 53

Slika 22: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v petkovem modelnem celodnevnom obroku..... 54

KAZALO PRILOG

Priloga A: Modelni celodnevni obroki

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ADA	American Dietetic Association
AHA	American Heart Association
ALA	α -linolenska kislina
AV	povprečna vrednost (angl. average)
DHA	dokozaheksanojska kislina
DNK	deoksiribonukleinska kislina
DPA	dokozapentaenojska kislina
E	energija
EFSA	Evropska agencija za varnost hrane (angl. European Food Safety Authority)
EMK	esencialna maščobna kislina
ENMK	enkrat nenasičena maščobna kislina
EPA	eikozapentaenojska kislina
FAi	koeficient pretvorbe
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (angl. Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database
FBS	prehranske tabele (angl. Food Balance Sheets)
FID	plamensko ionizacijski detektor (angl. flame ionization detector)
GC	plinska kromatografija (angl. gas chromatography)
HDL	lipoproteini visoke gostote (angl. high density lipoproteins)
IS	interni standard
ISTE	<i>in situ</i> transesterifikacija
IUPAC	Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo (angl. International Union of Pure and Applied Chemistry)
IZ	interval zaupanja
KA	kemijska analiza
kcal	kilokalorija
kJ	kilojoule
KV	koeficient variabilnosti
LA	linolna kislina
LCFA	dolgo verižna maščobna kislina (angl. long chain fatty acid)
LDL	lipoproteini nizke gostote (angl. low density lipoproteins)
m	masa
M	maščobe
MCFA	srednje verižna maščobna kislina (angl. medium chain fatty acid)
MEMK	metilni ester maščobne kisline
MJ	megajoule

MK	maščobna kislina
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
NAMK	nasičena maščobna kislina
n-3	omega 3 maščobna kislina
n-6	omega 6 maščobna kislina
n-9	omega 9 maščobna kislina
OECD	Organizacija za gospodarsko sodelovanje in razvoj (angl. Organisation for Economic Co-operation and Development)
P	Prodi 5.7 Expert Plus
r	Pearsonov koeficient korelacije
SCFA	kratko veržna maščobna kislina (angl. short chain fatty acid)
SD	standardni odklon (angl. standard deviation)
SPSS	program za statistično analizo (anlg. Statistical Package for Social Sciences)
SŽB	srčno žilne bolezni
TAG	triacilglicerol
USDA	United States Department of Agriculture
VNMK	večkrat nenasičena maščobna kislina
WHO	Svetovna zdravstvena organizacija (angl. World Health Organization)
ZDA	Združene države Amerike

1 UVOD

Cilj uravnoteženega prehranjevanja je ohranjanje in izboljševanje zdravja in s tem kakovosti življenja (Hlastan-Ribič, 2009). Maščobe so pomemben del uravnotežene prehrane, saj zagotavljajo energijo in esencialna hranila, ki so nujna za življenje in dobro počutje. V zdravi prehrani naj bi se maščobe uživale v zmernih količinah ob upoštevanju priporočil za vnos (Elmadfa in Kornsteiner, 2009). Poleg količine maščob je sestava maščobnih kislin osnovni parameter prehranske ustreznosti posameznih živil, saj ima vnos določenih maščobnih kislin večjo vlogo pri razvoju kroničnih bolezni kot vnos skupnih maščob (Ryan in Champagne, 2003; Seppänen-Laakso in sod., 2002).

Dostopnost zanesljivih informacij o sestavi živil pomembno vpliva na izboljšanje nacionalnega zdravja (Pennington in sod., 2007). Najbolj natančna in hkrati tudi najbolj razširjena metoda za določanje maščobnokislinske sestave živil je plinska kromatografija (GC) (Wei in Zeng, 2011). Vendar pa je to zelo drag postopek v izvedbi študij prehranjevanja, ki ga ne bi bilo potrebno opravljati, če bi bili podatki v prehranskih bazah točni (van der Watt in sod., 2008; Papadaki in sod., 2011).

Z uporabo podatkovnih baz o sestavi živil lahko prehranski strokovnjaki ocenijo prehransko stanje posameznikov ter načrtujejo in ocenjujejo prehransko ustreznost obrokov. Natančnost ocene pa je seveda odvisna od natančnosti podatkovnih baz. Baze podatkov je potrebno stalno posodabljati, saj nenehne spremembe na trgu vplivajo na razpoložljivost in sestavo hrane in s tem vplivajo na točnost in ustreznost baz (Pennington, 2008; Ahuja in sod., 2006).

1.1 NAMEN DELA

Namen magistrskega dela je bil določiti maščobnokislinsko sestavo v modelnih celodnevnih obrokih s pomočjo plinske kromatografije in s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus, ter statistično primerjati analizirane in izračunane vrednosti maščobnih kislin v obrokih.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predvidevamo, da obstaja pri enostavnih obrokih statistično značilna povezava med vsebnostjo maščobnih kislin, ki so bile določene s pomočjo dejanske analize vzorcev s plinsko kromatografijo in rezultati vsebnosti maščobnih kislin, ki so bili pridobljeni s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus.

2 PREGLED OBJAV

2.1 TERMINOLOGIJA MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN

Maščobe ali lipidi predstavljajo veliko število organskih spojin, vključno z maščobnimi kislinami, monoacilgliceroli, diacilgliceroli, triacilgliceroli, fosfolipidi, eikozanoidi, resolvini, dokozanoidi, steroli, sterol estri, karotenoidi, vitamini A in E, maščobnimi alkoholi, ogljikovodiki in estri voskov. Klasično so lipidi opredeljeni kot snovi, ki so topne v organskih topilih. Sčasoma pa so ugotovili, da ta definicija ni več primerna ali dovolj natančna in zato od leta 2005 uporabljam novo definicijo, ki temelji na kemičnem razvrščanju in opredeljuje lipide kot majhne, hidrofobne ali amfifilne molekule, ki v celoti ali delno izvirajo iz kondenzacije tioestrov ali izoprenskih enot (Fahy in sod., 2005).

Maščobe uvrščamo v eno izmed treh biološko najpomembnejših vrst molekul. Nahajajo se v vseh živih organizmih in igrajo pomembno vlogo tako v živalskem kakor tudi v rastlinskem svetu. Kot glavna sestavina bioloških membran maščobe ločijo celico od zunanjega sveta. Maščobe so tudi glavni vir energije celice in delujejo v živih organizmih kot antigeni, receptorji, senzorji, električni izolatorji in kot biološki detergenti (Klofutar, 1992).

Glavne komponente olj so triacilgliceroli (triglyceridi) (TAG), ki so estri glicerola in treh maščobnih kislin, ter negliceridne komponente (neumljive snovi) prisotne v majhnih količinah, ki lahko značilno vplivajo na fizikalne in kemijske lastnosti olj (Nawar, 1996). Triacilgliceroli predstavljajo približno 95 - 98 % maščobe, ostalo (2 - 5 %) so negliceridne komponente (Cert in sod., 2000). V molekuli triacilglicerola predstavljajo največji delež maščobne kisline, teh je 96 %, preostanek (4 %) predstavlja glicerol (Holland in sod., 2000).

Maščobne kisline sestavljajo ogljik, vodik in kisik, ki so razvrščeni kot linearne ogljikove verige s spremenljivo dolžino na katero je na enem koncu vezana polarna karboksilna skupina (-COOH) (Lobb in Chow, 2007).

Fizikalne lastnosti maščobnih kislin so odvisne od njihove strukture. Vse maščobne kisline so dobro topne v organskih topilih, kot so alkohol, heksan in dietileter, v vodi pa so slabo ali netopne. Topnost maščobnih kislin v vodi pada z dolžino verige. Kemijska reaktivnost ogljikovodikove verige maščobne kisline je odvisna od stopnje nenasičenosti. Nasičene maščobne kisline so precej nereaktivne (deMan, 2007).

2.1.1 Nomenklatura maščobnih kislin

Zaradi velikega števila in raznolikosti maščobnih kislin, ki jih najdemo v naravi, obstaja več sistemov nomenklatur za maščobne kisline, vendar vsi ne zagotavljajo dovolj podatkov o njihovi strukturi. Za maščobne kisline se uporablja sistematična nomenklatura, ki jo priporoča Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo (IUPAC-IUB komisija za nomenklaturo, 1978). Sistem IUPAC poimenuje maščobne kisline izključno na podlagi števila ogljikovih atomov, števila dvojnih vezi med ogljikovimi atomi ter položaja in konfiguracije dvojnih vezi glede na karboksilno skupino (Boyer, 2005). Na primer, sistematično ime linolne kisline (LA) je *cis*-9, *cis*-12-oktadekadienojska kislina.

Čeprav je IUPAC nomenklatura natančna in tehnično jasna, so imena za maščobne kisline dolga, zato se večinoma uporablja trivialna imena maščobnih kislin ali njihove okrajšave.

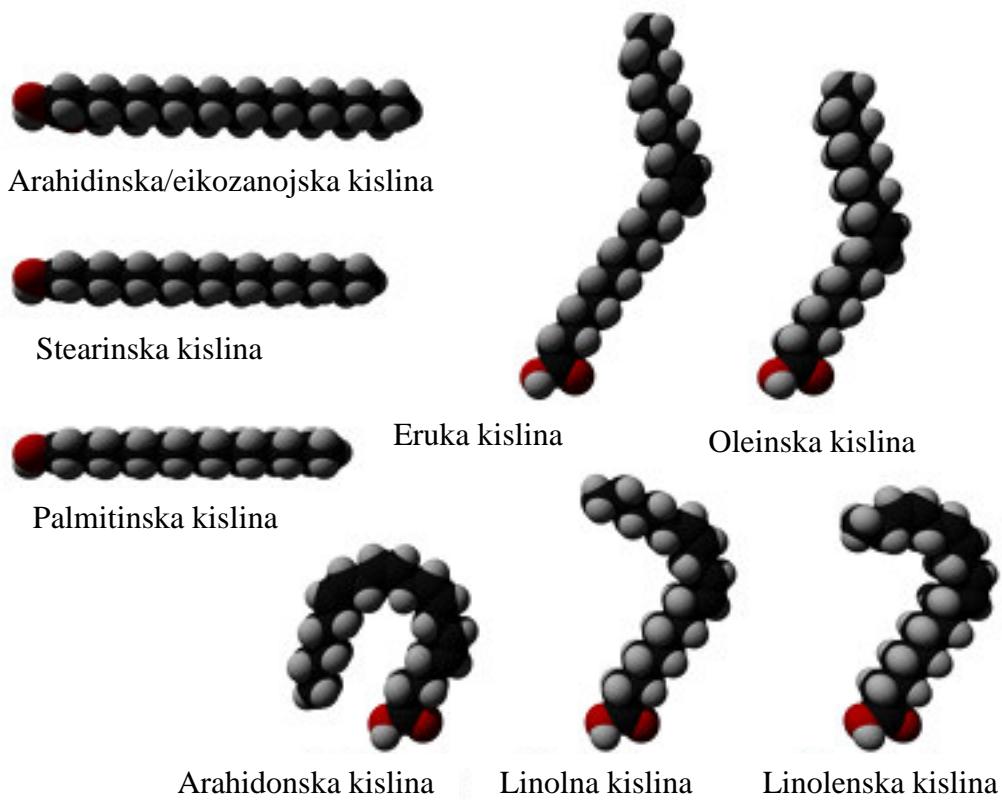
Obstaja več okrajšav za prehranske maščobne kisline po obrazcu C:D, pri čemer je C število ogljikovih atomov, D pa je število dvojnih vezi v verigi. Danes se večinoma uporablja »n minus« sistem za naravno *cis* nenasičene maščobne kisline, ki je zamenjal omega sistem. Izraz »n minus« se nanaša na položaj dvojne vezi v maščobni kislini, ki je najbližje metilnemu koncu molekule, kot so n-9, n-6 in n-3 maščobne kisline. Ime za LA, ki ima prvo dvojno vez na 6 ogljikovem atomu iz metilnega konca, je tako skrajšano na C18:2 n-6 (Lobb in Chow, 2007).

Drugi sistem, ki se pogosto uporablja, je delta (Δ) sistem. Ta sistem določa položaj vseh dvojnih vezi, pa tudi njihovo *cis* / *trans* konfiguracijo. Tako je na primer zapis za LA "cis- Δ 9,cis- Δ 12-18:2", ali "cis,cis- Δ 9, Δ 12-18:2." V nekaterih znanstvenih člankih, avtorji spustijo " Δ " in zapišejo preprosto kot "cis-9,cis-12-18:2" ali "9c,12c-18:2" (Lobb in Chow, 2007).

2.2 PREHRANSKE MAŠČOBE IN MAŠČOBNE KISLINE

V prehrani se uporablja maščobe rastlinskega in živalskega izvora, pri čemer je njihovo agregatno stanje odvisno od nasičenosti in vrste maščobnih kislin. Masti so pri sobni temperaturi trdne zaradi veče vsebnosti nasičenih maščobnih kislin, olja pa tekoča zaradi veče vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin (Nawar, 1996). V zdravi prehrani naj bi se maščobe uživale v zmernih količinah ob upoštevanju priporočil za vnos. Maščobe so nujne le kot vir esencialnih maščobnih kislin in v maščobah topnih vitaminov in pri izredno velikih potrebah po energiji za povečanje energijske gostote hrane (Pokorn, 2005).

Maščobne kisline so potrebne v človeški prehrani kot vir energije ter za presnovne in strukturne dejavnosti. Najpogosteje prehranske maščobne kisline razdelimo v tri velike razrede glede na stopnjo nenasičenosti, na nasičene maščobne kisline (NAMK), ki nimajo dvojnih vezi, enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK), ki imajo eno dvojno vez in večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK), ki imajo 2 ali več dvojnih vezi (Lobb in Chow, 2007). Število ogljikovih atomov v maščobnih kislina je lahko od 2 do 36. Večina maščobnih kislin, ki jih najdemo v naravi, pa vsebuje med 12 in 24 ogljikovih atomov, med katerimi so tiste s 16 in 18 ogljikovimi atomi najpogosteje (Slika 1). Ker se maščobne kisline sintetizirajo s povezovanjem enot z dvema ogljikovima atomoma, skoraj vse vsebujejo sodo število ogljikovih atomov. Nenasičene maščobne kisline imajo lahko dve možni konfiguraciji ob dvojni vezi, bodisi *cis* ali *trans*. Konfiguracija naravnih maščobnih kislin ob dvojni vezi je skoraj vedno *cis* (Boyer, 2005).



Slika 1: Strukturne formule najbolj pogostih maščobnih kislin (Filip, 2010)

2.2.1 Nasičene maščobne kisline

Nasičene maščobne kisline imajo splošno formulo R-COOH. V naravi najdemo nasičene maščobne kisline z 2 do več kot 30 ogljikovimi atomi, vendar najbolj pogoste in pomembne nasičene maščobne kisline vsebujejo med 12 in 22 ogljikovih atomov in se

nahajajo v mnogih različnih rastlinskih in živalskih maščobah (Lobb in Chow, 2007). O delitvi maščobnih kislin glede na dolžino verige so mnenja še vedno zelo deljena (Lobb in Chow, 2007; Hamosh, 2007; FAO, 2010). Pri FAO (2010) so NAMK razdelili glede na dolžino verige v štiri podrazrede: kratko verižne (3-7 C atomov), srednje verižne (8-13 C atomov), dolgo verižne (14-20 C atomov) in zelo dolgo verižne MK (21 C atomov in več).

Kratko in srednje verižne nasičene maščobne kisline se pojavljajo v mlečni maščobi in nekaterih semenih. Lavrinska kislina (C12:0) in miristinska kislina (C14:0) sta glavni MK v maščobah semen. Palmitinska kislina (C16:0) je najbolj znana nasičena maščobna kislina, ki se pojavlja v ribjih oljih, mlečni maščobi in rastlinskih maščobah. Stearinska kislina (C18:0) je prisotna v večini rastlinskih maščob. Dolgoverižne nasičene maščobne kisline (C19:0 in več) se predvsem pojavljajo v nekaterih oljih semen (Lobb in Chow, 2007).

Preglednica 1 navaja nekaj najpogostejših prehranskih NAMK, ki jih najdemo v glavnem v živalskih maščobah ter v mleku in mlečnih izdelkih. Večje količine NAMK so prisotne tudi v nekaterih oljih tropskih rastlin, zlasti v palmovem in kokosovem olju (ADA, 2007; FAO, 2010).

Preglednica 1: Viri najpogostejših nasičenih maščobnih kislini v prehrani (ADA, 2007; FAO, 2010)

Maščobna kislina	Kratka oznaka	Vir
kapronska	6:0	mlečna maščoba
kaprilna	8:0	mlečna maščoba, kokosovo olje, palmovo olje
kaprinska	10:0	mlečna maščoba, kokosovo olje, palmovo olje
lavrinska	12:0	kokosovo olje, palmovo olje
miristinska	14:0	mlečna maščoba, kokosovo olje, palmovo olje
palmitinska	16:0	večina maščob in olj
stearinska	18:0	večina maščob in olj
arahidinska	20:0	arašidovo olje

2.2.2 Nenasičene maščobne kisline

2.2.2.1 Enkrat nenasiciene maščobne kisline

V naravi najdemo več kot 100 *cis*-ENMK, vendar se večina od njih pojavlja zelo redko. ENMK najdemo v rastlinskih oljih, oreščkih, semenih, živalski maščobi in mlečnih izdelkih. Najpogostejsa ENMK je oleinska kislina, ki je prisotna v velikih količinah tako v živalskih maščobah kot v rastlinskih oljih. Preglednica 2 navaja najpogostejše prehranske ENMK (ADA, 2007; FAO, 2010).

Preglednica 2: Viri najpogostejših enkrat nenasičenih MK (ADA, 2007; FAO, 2010)

Maščobna kislina	Kratka oznaka	Vir
palmitooleinska	16:1	ribja olja, olje makadamije, večina živalskih maščob in rastlinskih olj
oleinska	18:1	vse maščobe in olja, oljčno olje, olje oljne ogrščice, sončnično olje, oreščki, avokado
gadoleinska	20:1	ribja olja
eruka	22:1	gorčično olje, repično olje
nevronska	24:1	ribja olja

2.2.2.2 Večkrat nenasičene maščobne kisline

V naravi prisotne VNMK lahko razdelimo v 12 družin, in sicer od n-1 do n-12, glede na to, na katerem mestu se nahaja prva dvojna vez. Najpomembnejše VNMK v prehrani in za zdravje ljudi so tiste iz družin n-9, n-6 in n-3 (Lobb in Chow, 2007).

Večkrat nenasičene maščobne kisline se glede na dolžino verige delijo na kratko-verižne VNMK, te so večkrat nenasičene maščobne kisline z 19 ali manj ogljikovimi atomi. Dolgo-verižne VNMK so tiste z 20-24 ogljikovimi atomi. In zelo dolgo-verižne VNMK so tiste z 25 ali več ogljikovimi atomi (FAO, 2010).

Preglednica 3: Viri najpogostejših večkrat nenasičenih MK (ADA, 2007; FAO, 2010)

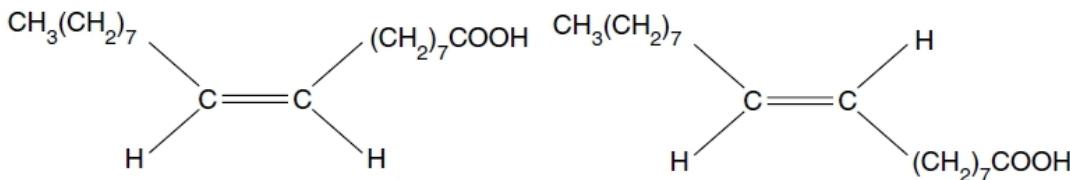
Maščobna kislina	Kratka oznaka	Vir
linolna	18:2 n-6	večina rastlinskih olj, oreščki, semena
α -linolenska	18:3 n-3	sojino olje, olje oljne ogrščice, laneno olje, orehovo olje
arahidonska	20:4 n-6	živalske maščobe, jetra, jajčne maščobe, ribe
eikozapentaenojska (EPA)	20:5 n-3	ribe (losos, slanik, inčun, snetec, skuša), alge
dokozapentaenojska (DPA)	22:5 n-3	ribe (losos, slanik, inčun, snetec, skuša), alge
dokozaheksaenojska (DHA)	22:6 n-3	ribe (losos, slanik, inčun, snetec, skuša), alge

V preglednici 3 so podane najpomembnejše VNMK. Linolna kislina (LA), kot najpomembnejša n-6 MK, se pojavlja v skoraj vseh prehranskih maščobah in dosega večje deleže pri večini rastlinskih olj (koruzno, bombažovo, sončnično in sojino olje (Lobb in Chow, 2007)). α -linolenska kislina (ALA), ki spada med n-3 MK, je prisotna predvsem v rastlinskih oljih (laneno olje), v nekaterih semenih in oreščkih. Arahidonska kislina (AA) je prisotna v manjših količinah v mesu, jajcih, ribah, algah in drugih vodnih rastlinah. Eikozapentaenojska kislina (EPA) in dokozaheksaenojska kislina (DHA), sta

najpomembnejši n-3 maščobni kislini v prehrani ljudi. Odličen vir EPA in DHA so morske ribe, kot so skuša, losos, sardine, sled in snetec (ADA, 2007; FAO, 2010).

2.2.3 Trans maščobne kisline

Trans izomere maščobnih kislin nastanejo med procesom hidrogeniranja nenasičenih maščobnih kislin in segrevanjem olj ali v želodcu prežvekovalcev pod vplivom bakterij. Glede strukture se razlikujejo tako od nasičenih kot tudi nenasičenih maščobnih kislin, funkcionalno pa so podobne nasičenim maščobnim kislinam. Pri *trans* konfiguraciji dvojne vezi sta alifatska ostanka, ki sta vezana na ogljikova atoma dvojne vezi nameščena na nasprotni strani dvojne vezi (slika 2). Posledica tega so bolj iztegnjene verige, ki se lahko uredijo tesneje kot *cis* izomere maščobnih kislin in imajo zato više tališče. *Trans* oziroma *cis* izomere označujemo s t- oziroma c- in številka, ki stoji pred t- ali c-, pomeni mesto dvojne vezi. Na primer: 9c-18:1 ali 18:1-9c. Kadar ne uporabljam nobene oznake, to pomeni, da gre za *cis* izomere (Craig-Schmidt in Teodorescu, 2007). Glavni viri *trans* MK v prehrani so hidrogenirana olja, margarine, ocvrta hrana, hitra hrana, pekarski izdelki, prigrizki ter mlečni izdelki in živalska maščoba (Richter in sod., 2009; Roe in sod., 2013).



Slika 2: *Cis* in *trans* izomeri oleinske kisline (Craig-Schmidt in Teodorescu, 2007)

2.2.4 Esencialne maščobne kisline

Da so maščobe v prehrani bistvenega pomena je znano od leta 1929 (Burr in Burr, 1929), ko so ugotovili, da je linolna kislina (18:2 n-6) in morda tudi druge maščobne kisline, esencialna maščobna kislina (EMK). Esencialnih maščobnih kislin in njihovih derivatov telo ne more sintetizirati samo, zato jih moramo v organizem vnesti s hrano, da preprečimo simptome pomanjkanja. Sedaj je znano, da sta esencialni maščobni kislini linolna (18:2 n-6) in α -linolenska kislina (18:3 n-3). Derivate esencialnih maščobnih kislin imenujemo pogojno esencialne maščobne kisline. Te so: arahidonska (20:4 n-6), dokozaheksenojska, DHA (22:6 n-3) in eikozapentaenojska, EPA (20:5 n-3) maščobna kislina (Chapkin, 2007; Ducheix, 2013).

Čeprav imajo ljudje in živali sposobnost, da pretvorijo ALA v EPA in DHA je izkoristek pretvorbe nizek, zlasti pri DHA. Študija je pokazala, da je učinkovitost pretvorbe ALA v

EPA 0,2 % in v DHA je 0,05 % (Pawlosky, 2001). Visoko vsebnost EPA in DHA v krvi ali drugih celicah dosežemo le z uživanjem EPA in DHA s prehrano, predvsem z uživanjem rib in ribjih olj, ki so bogat vir teh n-3 dolgoverižnih večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Burdge in Calder, 2005; Brenna in sod., 2009).

Posledice pomanjkanja esencialnih maščobnih kislin skupine n-6 so zmanjšana rast, luskaste dermatoze, večja prepustnost kože, zamaščena jetra, bolezni ledvic in motnje v reprodukciji. Pomanjkanje n-3 esencialnih maščobnih kislin pa se odrazi v motnjah delovanja mrežnice, možganov in centralnega živčnega sistema (Chapkin, 2007).

2.3 PREBAVA, ABSORBCIJA IN TRANSPORT MAŠČOB

Prebava in absorpcija maščob sta zelo zapletena večstopenska procesa, ki zahtevata usklajeno delovanje jezične, želodčne, črevesne, žolčne funkcije in funkcije trebušne slinavke in trajata od 16 do 24 ur. Sprva se prehranska maščoba v ustih zmeša z jezično lipazo, nato sledi hidroliza z gastrično lipazo v želodcu in s pankreatično lipazo v tankem črevesu. Rezultat hidrolize TAG so monoacilgliceroli in proste maščobne kisline (Vemuri in Kelley, 2007).

Kratko in srednje-verižne maščobne kisline se sproti absorbirajo skozi črevesje in potujejo skozi vene v jetra. Drugi produkti hidrolize (npr. dolgoverižne maščobne kisline, monoacilgliceroli, lizofosfolipidi in holesterol) tvorijo z žolčnimi solmi in lecitinom miclele in se tako absorbirajo skozi steno črevesja. Maščobne kisline se nato pretvorijo v TAG. Novo sintetizirani TAG, fosfolipidi in holesterol estri se združijo z *de novo* sintetiziranimi apolipoproteini in se oblikujejo v hilomikrone in tako potujejo iz enterocit v krvni obtok preko limfnih žil. Medtem ko so hilomikroni v krvnem obtoku se TAG s pomočjo lipoprotein lipaze hidrolizirajo v proste maščobne kisline in glicerol. Maščobne kisline in glicerol prehajajo skozi stene kapilar in se v celicah uporabljajo kot vir energije ali pa se shranijo kot maščobe v maščobnem tkivu (Vemuri in Kelley, 2007).

Struktura hrane lahko vpliva na izkoristek maščob. V splošnem pa je pri ljudeh absorpcija najpogostejših prehranskih maščobnih kislin več kot 95 %. Dokazano je tudi, da se EPA in DHA iz rib učinkoviteje vključujeta v plazemske lipide, kot če jih zaužijemo v obliki kapsul (Visioli in sod., 2003).

2.4 METABOLIZEM MAŠČOBNIH KISLIN

Količina in vrsta prehranskih maščobnih kislin lahko vplivata na razvoj in napredovanje številnih kroničnih bolezni, kot sta rak in bolezni srca in ožilja. Eden izmed mehanizmov s katerim prehranske maščobne kisline vplivajo na zdravje ljudi je sprememba presnove maščob v telesu. Vpliv na presnovo in fiziologijo maščob lahko razdelimo v tri glavne kategorije: (1) vpliv na *de novo* sintezo maščobnih kislin in oksidacijo maščobnih kislin, (2) vpliv na kroženje lipoproteinov in maščob v krvi, ter (3) vpliv na tvorbo eikozanoidov (Vemuri in Kelley, 2007).

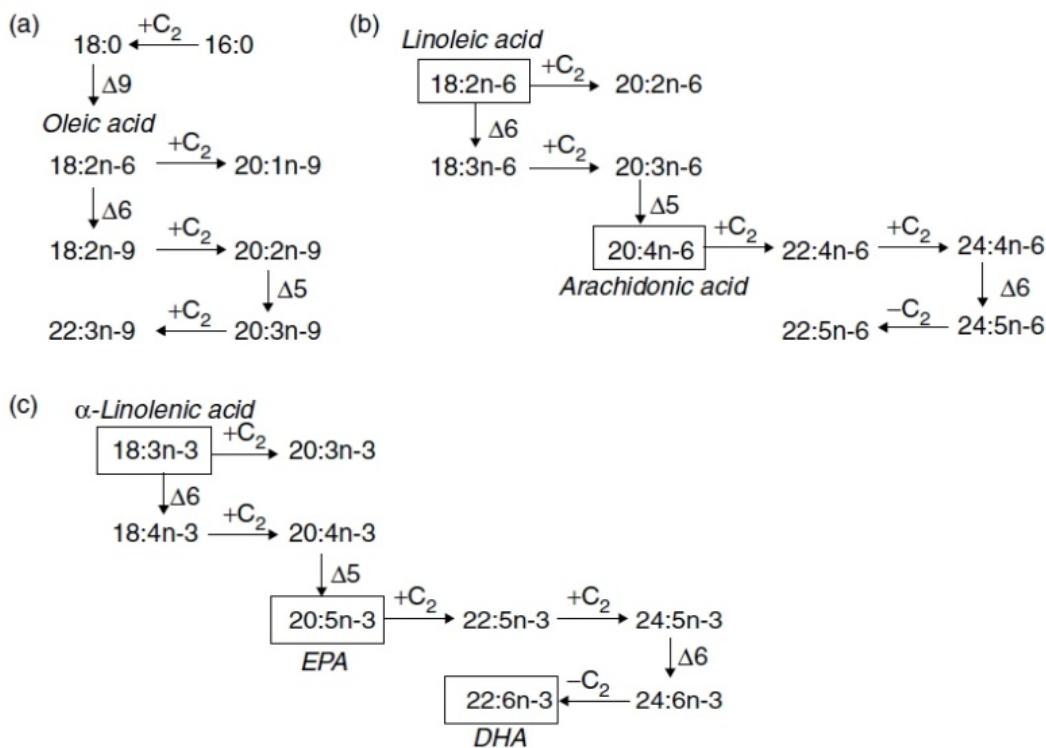
2.4.1 Oksidacija

Maščoba shranjena kot TAG predstavlja v telesu najbolj koncentriran vir energije. Izkoristek iz razgradnje maščob je približno 9 kcal (37,7 kJ)/g, v primerjavi s 4 kcal (16,8 kJ)/g iz ogljikovih hidratov ali beljakovin (FAO, 2010).

Maščobne kisline dajejo energijo z β -oksidacijo v mitohondrijih. Na stopnjo oksidacije vpliva struktura maščobne kisline. Na splošno se dolgoverižne maščobne kisline oksidirajo bolj počasi in nenasičene maščobne kisline se oksidirajo hitreje kot nasičene maščobne kisline. Splošen proces β -oksidacije ni zelo učinkovit, saj zahteva prenos maščobnih kislin v mitohondrije s karnitinom, kar vključuje štiri korake. Zaradi tega se maščobne kisline manjkrat uporabljajo kot vir energije v primerjavi z ogljikovimi hidrati in se prednostno shranjujejo v maščobnem tkivu (Vemuri in Kelley, 2007).

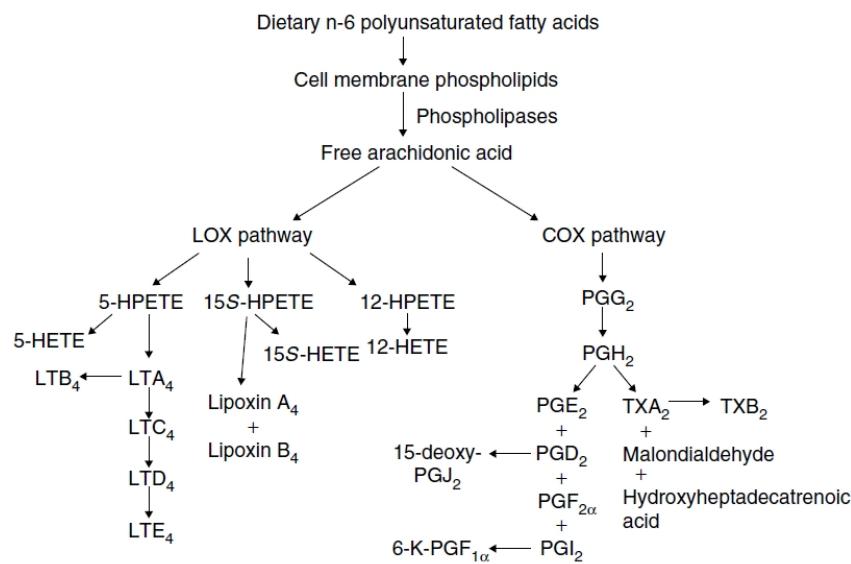
2.4.2 Tvorba eikozanoidov in dokozanoidov

Tvorba eikozanoidov je pomembna biološka funkcija dolgo-verižnih n-6 in n-3 VNMK, saj le ti sodelujejo pri številnih bioloških procesih v telesu. Neravnovesje pri sintezi eikozanoidov v tkivih lahko privede do razvoja nekaterih vnetnih bolezni. Med eikozanoide štejemo prostaglandine, prostacikline, tromboksane, levkotriene, lipoksine, hidroperoksitetraenojske kislin in hidroksieikozatetraenojske kisline (Boissonneault, 2007).

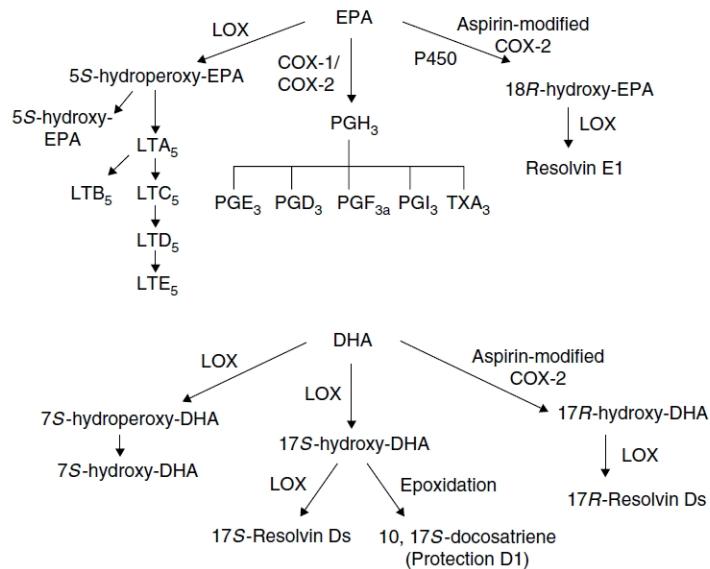


Slika 3: Pretvorba maščobnih kislin v dolgoverižne večkrat nenasičene maščobne kisline (Lee in Hwang, 2007)

Dolgoverižne VNMK, ki so predhodniki eikozanoidov, nastajajo z desaturacijo in enlogacijo maščobnih kislin v tkivih, kot je prikazano na sliki 3. Oleinska kislina (C18:1 n-9), ki je najbolj pogosta maščobna kislina v prehrani se lahko pretvori v C20:3 n-9, ki je predhodnik za nastanek levkotrienov. Linolna kislina (C18:2 n-6) je predhodnica arahidonske kisline (C20:4 n-6), ki je prevladujoča maščobna kislina z 20 ogljikovimi atomi v večini tkiv kopenskih živali (Lee in Hwang, 2007). α -linolenska kislina (C18:3 n-3) se lahko pretvori v DHA in EPA z istima skupinama encimov - z enlogazami in desaturazami, ki se uporabljajo za pretvorbo n-6 in n-9 maščobnih kislin (Komprda, 2012). Stopnja pretvorbe n-6 ali n-3 maščobnih kislin v njihove derivate je tako posledica dostopnosti encimov in se odraža v razmerju nastalih eikozanoidov. Arahidonska kislina, ki je količinsko najpomembnejši predhodnik lipidnih mediatorjev, se pretvori v različne družine eikozanoidov (prostaglandine, tromboksane, levkotriene, lipoksiine, hidroksi- in hidroperoksieikozatetraenojske kisline), kot prikazuje slika 4. V zadnjem času so odkrili podobne mediatorje, ki nastajajo iz EPA (eikozanoidi, resolvini, dokozanoidi) in DHA (resolvini, protektini) (slika 5) (Boissonneault, 2007; Lee in Hwang, 2007).



Slika 4: Tvorba eikozanoidov iz arahidonske kisline: LOX, lipooksigenaza; COX-2, ciklooksiogenaza; LTA₄, levkotrien A₄; TXA₂, tromboksan A₂; PGH₂, prostaglandin H₂; HPETE, hidroperoksieikozatetraenojska kislina; HETE, hidroksieikozatetraenojska kislina (Lee in Hwang, 2007)



Slika 5: Tvorba resolvinov in protektinov iz EPA in DHA (Lee in Hwang, 2007)

Koncentracije eikozanoidov in dokozanoidov, ki se sintetizirajo v tkivih, so povezane s količino n-6 in n-3 maščobnih kislin, ki jih zaužijemo s hrano. Zmanjšan vnos n-3 VNMK in povečan vnos n-6 VNMK v zadnjih nekaj desetletjih lahko štejemo kot glavni razlog za povečanje vnetnih bolezni. Zato bi bilo potrebno s povečanjem vnosa n-3 VNMK in

zmanjšanjem vnosa n-6 VNMK uravnotežiti razmerje med vnosom teh dveh skupin maščobnih kislin (Vemuri in Kelley, 2007).

2.5 PRIPOROČILA ZA VNOS MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN

Maščobe v veliki meri določajo teksturo, okus in aromo živil, ter povečajo njihovo energijsko gostoto. Energijsko gostoto je mogoče opredeliti kot količino shranjene energije v določenem živilu glede na enoto prostornine ali mase (po navadi v 100 g). Poleg tega maščobe upočasnijo praznjenje želodca in gibljivost črevesja, s čimer podaljšujejo občutek sitosti. Priporočila za vnos maščob izhajajo iz dejstva, da maščobe zagotavljajo energijo in esencialne maščobne kisline, povečujejo energijsko gostoto hrane ter olajšajo absorpcijo v maščobah topnih vitaminov (Elmadfa in Kornsteiner, 2009).

Preglednica 4: Priporočila za vnos maščob in maščobnih kislin izražena kot energijski delež (Referenčne..., 2004; USDA, 2010; FAO, 2010)

Maščobe/MK		E (%)		
		Referenčne..., 2004	USDA, 2010	FAO, 2010
skupne maščobe	priporočen vnos	30	20 – 35	20 – 35
	zgornja meja	35		35
	spodnja meja			15
NAMK	zgornja meja	< 10	< 7	< 10
ENMK	priporočen vnos	Iz razlike ^a		Iz razlike ^a
VNMK	priporočen vnos	< 7		6 – 11
	zgornja meja	10 ^b		11
	spodnja meja			6
	zadosten vnos			2,5 – 3,5
n-6 VNMK	priporočen vnos (LA)	2,5	5 – 10	2,5 – 9
	zadosten vnos			2 – 3
n-3 VNMK	priporočen vnos ^c	0,5	0,6 – 1,2	0,5 – 2
	spodnja meja (ALA)			> 0,5
	priporočen vnos (EPA+DHA)			0,25 – 2 g/dan
<i>trans</i> MK	zgornja meja	< 1	< 0,5 ^d	< 1

^a skupne maščobe (% E) – NAMK (% E) – VNMK (% E) – *trans* MK (% E)

^b v primeru, da je NAMK več kot 10 %

^c ALA + dolgorižne n-3 VNMK

^d vnos iz naravnih virov

Priporočila za vnos maščob se z leti spreminjajo in dopolnjujejo. V Sloveniji trenutno še vedno veljajo priporočila za vnos maščob in ostalih hranil, ki jih je leta 2004 v knjigi Referenčne vrednosti za vnos hranil, Ministrstvo za zdravje republike Slovenije privzelo od priporočil nemškega (D), avstrijskega (A) in švicarskega (CH) prehranskega društva in so poleg ameriških priporočil (USDA, 2010) ter priporočil od FAO (2010) povzete v preglednici 4.

Pripročen vnos maščob je tak, da se delež energije (E) giblje med 20 % in 35 %, pri čemer mora biti vnos minimalno tak, da je E vsaj 15 %, da se zagotovi dovolj esencialnih maščobnih kislin in energije, in da se olajša absorpcijo v maščobah topnih vitaminov. Medtem ko je za večino posameznikov, ki so zmerno telesno aktivni, priporočljiv vnos do 30 % E iz maščob, je za tiste, ki so bolj telesno aktivni ter za nosečnice in doječe matere, priporočljiv vnos maščob do 35 % E (FAO, 2010).

Zaradi dejstva, da NAMK v prehrani niso nujno potrebne, saj se v telesu lahko sintetizirajo in zaradi dokazov o njihovih negativnih učinkih na zdravje ljudi, ki so podrobnejše opisani v poglavju 2.7, je priporočljiv vnos NAMK, ki manj kot 10 % E. Prav tako kot NAMK se ENMK lahko sintetizirajo v telesu, na zdravje pa imajo izmed vseh MK najbolj nevtralen vpliv, zato ni podanih posebnih priporočil za vnos. Določitev vnosa ENMK je edinstvena v tem, da se izračuna iz razlike med skupnim vnosom maščob in vnosom nasičenih, večkrat nenasičenih in *trans* maščobnih kislin. Zato se lahko vnos ENMK giblje v širokem razponu odvisno od skupnega vnosa maščob in sestave maščobnih kislin (EFSA, 2010; FAO, 2010).

Pri določitvi priporočenega vnosa večkrat nenasičenih maščobnih kislin igrata glavno vlogo esencialni maščobni kislini, linolna in α -linolenska maščobna kislina. Minimalen priporočen vnos VNMK za preprečevanje različnih obolenj je 6 % E. Na podlagi eksperimentalnih študij je tudi dokazano, da se lahko pri visokem vnosu VNMK ($E > 11\%$) poveča tveganje za peroksidacijo lipidov, zlasti če je vnos antioksidantov (vitamin E) nizek. Torej je sprejemljivo območje za vnos VNMK med 6 in 11 % E. Zaradi številnih pozitivnih učinkov na zdravje je priporočen vnos ALA, ki omogoči vsaj 0,5 - 0,6 % E. Ker je pretvorba ALA v EPA in DHA omejena, je za odrasle moške in nenoseče in nedoječe ženske priporočen vnos EPA + DHA 0,250 g/dan. Za nosečnice in doječe ženske je priporočen minimalen vnos EPA + DHA za optimalno zdravje žensk in razvoj dojenčkov 0,3 g/dan, pri čemer mora biti vnos DHA vsaj 0,2 g/dan. Skupno se lahko vnos n-3 MK giblje v območju, ki omogoči E med 0,5 - 2 %. Priporočljiv vnos n-6 MK predstavlja med 2,5 in 9 % E. Zadosten vnos, ki predstavlja 2 - 3 % E, pripomore k preprečevanju simptomov pomanjkanja, medtem ko višja vrednost prispeva k dolgoročnemu zdravju (EFSA, 2010; FAO, 2010).

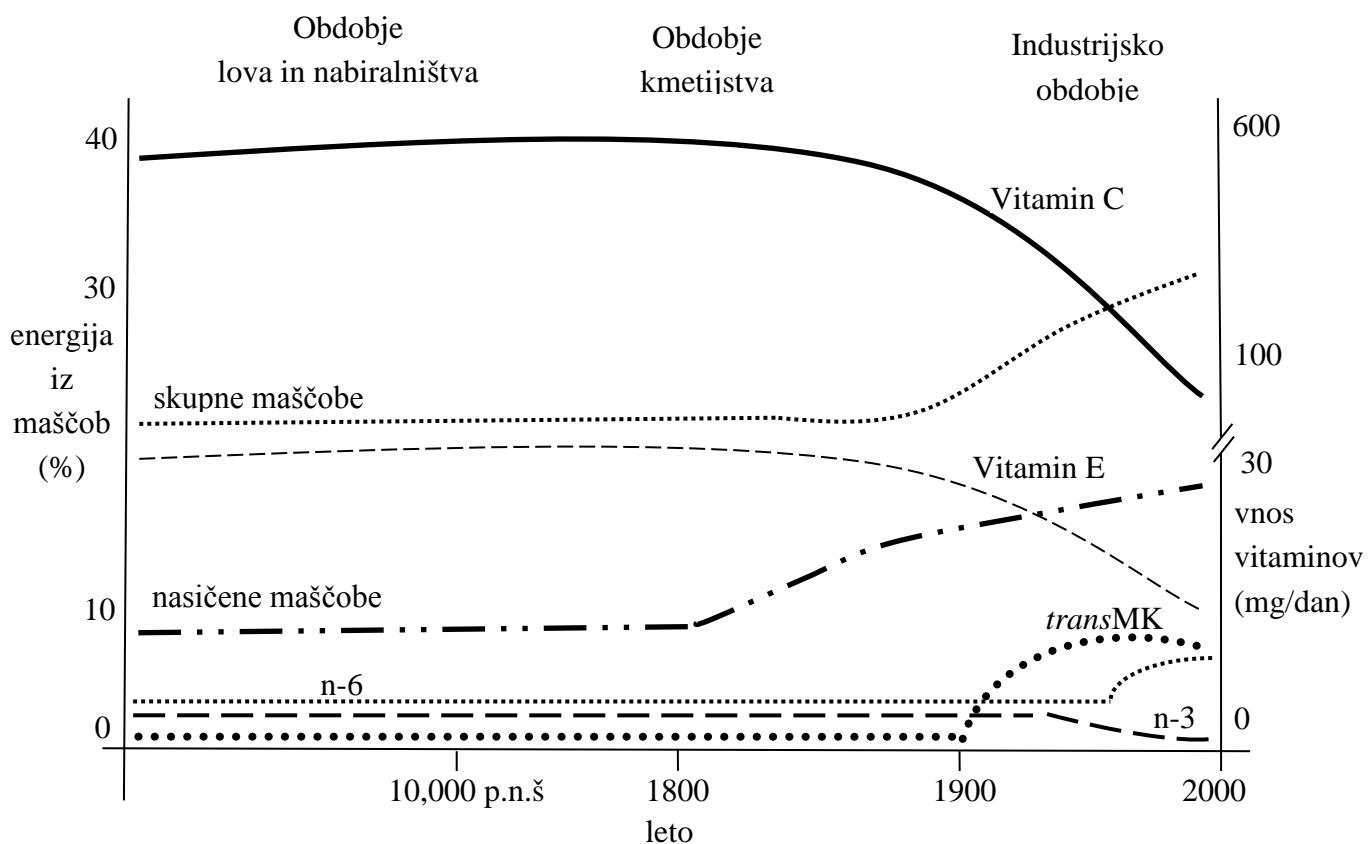
Dokazi iz številnih študij kažejo, da imajo *trans* MK najbolj negativen vpliv na zdravje, predvsem vplivajo na koncentracijo holesterola v krvi, zato so priporočila za vnos *trans* MK omejena na 1 % E (EFSA, 2010; FAO, 2010). Prva država, ki je uradno omejila količino *trans* MK v prehrani, je bila Danska leta 2003 (White, 2007).

2.6 PROIZVODNJA IN VNOS MAŠČOBNIH ŽIVIL

Čeprav obstaja nešteto semen in oreščkov, ki so vir olj, se komercialno izkorišča na svetovni ravni le okoli 30 rastlinskih olj in živalskih maščob. Svetovna proizvodnja rastlinskih olj in živalskih maščob se je v zadnjih štirih desetletjih občutno povečala, s tem pa se je povečal tudi vnos maščob (FAO, 2010). Po zadnjih podatkih FAOSTAT/FBS je bilo leta 2009 v svetu pridelanih 144 milijonov ton rastlinskih olj in 35 milijonov ton živalskih maščob, od tega le 1 milijon ton ribjega olja. Štiri glavna komercialno pridelana olja so palmovo olje (43 milijonov ton), sojino olje (35 milijonov ton), olje oljne ogrščice (21 milijonov ton) in sončnično olje (13 milijonov ton), ki skupaj predstavljajo okoli 80 % svetovne proizvodnje. Azija je glavna proizvajalka palmovega olja, olja oljne ogrščice ter gorčičnega, arašidovega, kokosovega in bombaževega olja. Južna Amerika je glavna proizvajalka sojinega olja, Evropa pa je glavna proizvajalka sončničnega in oljčnega olja. Podatki za Slovenijo iz leta 2009 kažejo, da smo proizvedli 36 tisoč ton živalskih maščob in 2 tisoč ton rastlinskih olj. Po ocenah iz FAOSTAT/FBS (2009) se za prehrano ljudi na svetovni ravni porabi le 53 % rastlinskih olj in 62 % živalskih maščob. Glavni viri maščob v prehrani poleg rastlinskih olj in živalskih maščob so še meso, mleko in mlečni izdelki ter oreščki.

2.6.1 Podatki o vnosu maščob

Glede na količino maščob v prehrani in na njihovo maščobnokislinsko sestavo skozi celoten evolucijski razvoj človeka, z izjemo zadnjih 200 let, je človeški organizem prilagojen na prehrano z malo maščob, malo nasičenih maščobnih kislin (< 10 % E) in ozkim razmerjem med n-6 in n-3 MK (1:1). V obdobju kmetijstva in predvsem v industrijskem obdobju sta se delež in kakovost maščob v prehrani močno spremenila. Povečal se je skupni vnos maščob, vnos nasičenih maščobnih kislin, n-6 in *trans* MK. Vnos n-3 MK pa se je zmanjšal. Prav tako je v prehrani manj vitaminov C in E, ki sta antioksidanta in ščitita pred oksidacijo maščob (Slika 6). Vse te spremembe v tako kratkem obdobju, na katere se človeški organizem ni bil sposoben prilagoditi, so privedle do porasta obolevanja in umiranja od sodobnih civilizacijskih bolezni (Salobir, 2001).



Slika 6: Vnos različnih skupin hranil s poudarkom na maščobah tekom evolucije človeka (Simopoulos, 2004)

Globalni statistični podatki kažejo, da se delež energije iz maščob giblje med 7 in 46 %. Najmanjši delež energije iz maščob je v subsaharski Afriki in južni Aziji. Največji delež energije iz maščob pa je v severni Ameriki in v državah Evropske unije. V nekaterih državah Afrike je E iz živalskih maščob manj kot 10 %, nasprotno pa je v nekaterih državah severne Evrope E iz živalskih maščob več kot 75 % (WHO, 2013).

Podatki iz študije NHANES, What we eat in America 2009 – 2010 kažejo, da je povprečen E iz maščob v ZDA 33 %, E iz NAMK je 11 %, iz ENMK je 12 % ter iz VNMK 7 % (USDA, 2012a).

Statistični podatki za Evropo kažejo, da največ masla v kg / prebivalca porabijo v Franciji, oljnega olja v Grčiji, sončničnega olja v Romuniji in repičnega olja v Nemčiji (Martinez-Palou in Rohner-Thielen, 2011). Vnos maščob in maščobnih kislin v odstotkih energije v Evropi je predstavljen v preglednici 5. V povprečju je v Evropi vnos nasičenih maščobnih kislin previsok, vnos VNMK pa prenizek, predvsem pa prenizek vnos n-3 VNMK. Vnos EPA+DHA je v povprečju tak, da omogoči le 0,01 - 0,12 % E, kar pokrije le 6 % priporočenih vrednosti (EFSA, 2010).

Preglednica 5: Delež energije iz maščob in maščobnih kislin v Evropi (EFSA, 2010)

	E (%)						
	M	NAMK	ENMK	VNMK	n-6	n-3	trans MK
otroci	28 – 42	8 – 19	6 – 17	2 – 13	2 – 12	0,3 – 1,7	0,2 – 3,3
odrasli	30 – 47	9 – 26	6 – 23	3 – 11	2 – 10	0,3 – 1,8	0,2 – 1,7
povprečje	30 – 35	9 – 19	11 – 18	4 – 8	4 – 6	0,7 – 1,3	0,5 – 1,6

2.6.2 Maščobnokislinska sestava živil

Da bi iz podatkov o vnosu hrane pridobili informacijo o vnosu posameznih maščobnih kislin, so za to potrebne kemijske analize ali dobre podatkovne baze o sestavi živil. Dostopnost zanesljivih informacij pomembno vpliva na izboljšanje nacionalnega zdravja, saj lahko s podatki o vnosu in maščobnokislinski sestavi živil preučujemo odnos med vrsto maščob, maščobnih kislin in zdravjem (Pennington in sod., 2007). Maščobnokislinska sestava različnih masti in olj se lahko zelo razlikuje zaradi vplivov različnih dejavnikov, kot so podnebje, tla, vlaga, temperatura, rastlinske sorte, vpliv živinoreje itd. (White, 2007). Baze podatkov je zato potrebno stalno posodabljati, saj nenehne spremembe na trgu vplivajo na razpoložljivost in sestavo hrane in s tem vplivajo na točnost in ustreznost baz (Pennington, 2008; Ahuja in sod., 2006).

Glavni vir maščob v prehrani so različna rastlinska olja, ki imajo zelo različno maščobnokislinsko sestavo (preglednica 6). Kokosovo in palmovo olje ter kakavovo maslo vsebujejo veliko nasičenih maščobnih kislin, vsa ostala rastlinska olja pa vsebujejo več nenasičenih maščobnih kislin. Sončnično, koruzno in sojino olje vsebujejo več kot 50 % LA, kar zmanjša njihovo obstojnost. Oljčno in repično olje imata visoko vsebnost oleinske kisline, poleg tega pa ima repično olje, podobno kot sojino olje, še visoko vsebnost α -linolenske kisline. Največ α -linolenske kisline vsebuje laneno olje in sicer več kot 40 % (White, 2007; Kamel in Kakuda, 2007; USDA 2012b).

Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava nekaterih masti in olj (g/100g maščobe) (USDA, 2012b)

vsebnost MK (g/100 g maščobe)												
	Mlečna maščoba	Kokosovo olje	Olje palmitinh koščic	Palnovo olje	Kakavovo maslo	Olijno olje	Repično olje	Sončično olje	Koruzno olje	Sojino olje	Laneno olje	
NAMK	63,4	86,5	81,5	49,3	59,7	13,8	7,4	10,3	12,9	15,3	9	
<12:0	11	14,1	7,2	0	0	0	0	0	0	0	0	
12:0	3,2	44,6	47	0,1	0	0	0	0	0	0	0	
14:0	9,1	16,8	16,4	1	0,1	0	0	0	0	0	0,1	
16:0	26,8	8,2	8,1	43,5	25,4	11,3	4,3	5,9	10,6	10,7	5,1	
18:0	12,3	2,8	2,8	4,3	33,2	2	2,1	4,5	1,8	4	3,4	
ENMK	25,9	5,8	11,4	37	32,9	73	63,3	19,5	27,6	22,7	18,4	
c-18:1	21	5,8	11,4	36,6	32,6	71,3	61,7	19,5	27,3	22,6	18,3	
t-18:1	3,7											
VNMK	3,7	1,8	1,6	9,3	3	10,5	28,1	65,7	54,7	57,3	67,8	
18:2, n-6	3,3	1,8	1,6	9,1	2,8	9,8	18,6	65,7	53,2	50,1	14,3	
18:3, n-3	0,4	0	0	0,2	0,1	0,8	9,1	-	1,2	6,5	53,4	

Preglednica 7: Maščobnokislinska sestava nekaterih oreščkov in živalskih maščob (g/100 g živila) (USDA, 2012b)

vsebnost MK (g/100 g živila)									
Oreh	Makadamija	Maslo	Pusta svinjina	Pusta govedina	Pusta jagnjetina	Pričanče belo meso	Mastna riba	Pusta riba	
M	65,2	75,8	81,1	3,8	4	4,4	1,6	11,1	1,3
NAMK	6,1	12,1	51,37	1,26	1,46	1,88	0,37	2,42	0,38
<12:0	0	0	8,95	<0,01	0	0,01	0	0	0
12:0	0	0,1	2,95	<0,01	<0,01	0,01	0	<0,01	0
14:0	0	0,7	7,44	0,04	0,1	0,09	0,01	0,54	0,03
16:0	4,4	6	21,7	0,79	0,89	0,9	0,26	1,71	0,26
18:0	1,7	2,3	10	0,41	0,47	0,73	0,1	0,91	0,09
ENMK	8,9	58,9	21,01	1,57	1,66	1,69	0,48	4,6	0,35
c-18:1	8,8	43,8	16,98	1,36	1,52	1,6	0,4	1,98	0,23
t-18:1		2,98	0,02						
VNMK	47,2	1,5	3,04	0,45	0,17	0,22	0,4	2,41	0,42
18:2, n-6	38,1	1,3	2,17	0,37	0,2	0,13	0,24	0,27	0,06
18:3, n-3	9,1	0,2	0,32	0,01	0,01	0,07	0,01	0,25	0,01
20:5, n-3	0	0	0	0	-	0	0,57	0,07	
22:6, n-3	0	0	0	0	-	0,02	0,86	0,2	

Maščobe živalskega izvora so drugi najpogosteji vir maščob v prehrani. Na vsebnost maščob in na maščobnokislinsko sestavo vplivajo vrsta, genetika in prehrana živali, kosi mesa in obrezovanje maščobe (preglednica 7). Živalske maščobe (svinjina, govedina, jagnjetina) vsebujejo predvsem nasičene (40 %) in enkrat nenasicičene (40 %) maščobne kislne, med katerimi prevladujeta palmitinska in oleinska kislina, ki predstavlja kar 30 %

vseh maščobnih kislin. Meso perutnine lahko vsebuje od 1 do več kot 40 % maščob, med katerimi je največ ENMK. Vse živalske maščobe so vir naravno prisotnih *trans* maščobnih kislin, holesterola ter manjših količin EPA in DHA (Wood in sod., 2007; Cantor in sod., 2007).

Mastne morske ribe so najpomembnejši vir EPA in DHA v prehrani. Preglednica 7 prikazuje povprečno maščobnokislinsko sestavo mastnih in pustih rib. V povprečju ribe vsebujejo od 1 do 15 % maščob. Da bi zadostili dnevnim potrebam po EPA in DHA, je priporočljivo zaužiti vsaj dva obroka mastne ribe, kot so skuša, losos ali sled, na teden (Ackman, 2007).

Mleko in mlečni izdelki so eden glavnih virov maščob v prehrani. Poleg maščob pa vsebujejo tudi druga pomembna hranila, kot so beljakovine, kalcij in folno kislino. V povprečju mleko vsebuje od 3,3 do 7 g maščob/100 g, odvisno od vrste živali, prehrane, obdobja laktacije itd. Mlečna maščoba vsebuje največ nasičenih maščobnih kislin, med katerimi prevladuje palmitinska kislina. Poleg tega je dober vir kratko verižnih NAMK, maslene in kapronske kisline (Palmquist in Jensen 2007; USDA, 2012b).

Dober vir maščob so tudi oreščki. Ti vsebujejo do 80 % maščob med katerimi prevladujejo enkrat nenasiciene maščobne kisline. Makadamija, pekani in lešniki vsebujejo veliko oleinske kisline. Brazilski oreški vsebujejo relativno visoke vsebnosti NAMK, hkrati pa vsebujejo tudi okoli 50 % linolne kisline. Orehi vsebujejo manj kot 10 % NAMK ter več kot 50 % VNMK in so zelo dober vir n-3 MK. Zaradi takšne sestave postanejo zelo hitro žarki (Kamel in Kakuda, 2007).

2.7 VPLIV MAŠČOB IN MAŠČOBNIH KISLIN NA ZDRAVJE LJUDI

2.7.1 Vpliv maščob in maščobnih kislin na rast in razvoj

Do nedavnega je bil glavni cilj raziskav pri dojenčkih in otrocih skupna količina zaužitih maščob, saj dojenčki v prvih mesecih življenja potrebujejo visoko energijsko gosto hrano, saj lahko zaradi majhnosti želodca uživajo le omejene količine hrane. V zadnjih letih pa ugotavljajo vse večjo pomembnost maščobnokislinske sestave maščob za rast, razvoj in zdravje dojenčka (Koletzko in sod., 1992).

Mleko zdravih in dobro prehranjenih mater je najprimernejša oblika hranjenja za vse novorojenčke, saj s svojo maščobnokislinsko sestavo omogoča normalno rast in razvoj otroka (Koletzko in sod., 2001). Maščobnokislinska sestava materinega mleka se uporablja kot model za sestavo otroških mlečnih formul (Koletzko in sod., 1992). Z dojenjem

novorojenčki dobijo zadosten vir energije in ostala nujno potrebna hranila, kot so maščobotopni vitamini ter večkrat nenasocene maščobne kisline, ki služijo kot strukturni elementi celičnih membran, predvsem pa so pomembne za normalen razvoj živčnega sistema, možganov in mrežnice v perinatalnem obdobju. Kako pomembne so dolgoverižne VNMK za vidno funkcijo priča dejstvo, da DHA predstavljajo kar 80 % vseh maščobnih kislin v fotoreceptorjih mrežnice. Vpliv DHA v možganih je manj raziskan, vendar je znano, da je nizka koncentracija DHA v možganih povezana z manjšim prevzemom glukoze v možgane ter spremenjenim metabolizmom serotonina in dopamina, kar lahko vpliva na kognitivne funkcije v zgodnjem razvoju (Hamosh, 2007). Koletzko in sod. (2001) navajajo, da večji del VNMK v mleku ne izhaja neposredno iz prehrane mater, ampak iz endogenih zalog materinega telesa, zato je za maščobnokislinsko sestavo materinega mleka izjemno pomemben dolgoročen vnos zdrave prehrane.

Na zdravje novorojenčkov imajo pomemben vpliv tudi *trans* maščobne kisline, le te prehajajo v fetus prek placente in v otroka z materinim mlekom. Študije kažejo na povezavo med predčasnim porodom in povečanim vnosom *trans* maščobnih kislin (Koletzko in sod., 1992). Ker *trans* maščobne kisline v jetrih potrebujejo iste encimske sisteme kot esencialne maščobne kisline, je koncentracija esencialnih MK v krvni plazmi obratno sorazmerna s koncentracijo *trans* MK. Povečana količina *trans* maščobnih kislin je prav tako povezana z nizko porodno težo in zmanjšano rastjo otroka (Koletzko in Decsi, 1997).

2.7.2 Vpliv maščob in maščobnih kislin na vnetja in imunski odziv

Prehranske maščobe imajo pomembno vlogo pri moduliraju imunske funkcijs in vnetnih procesov. Maščobe lahko spremenijo delovanje imunskega sistema s tem, ko vplivajo na sintezo eikozanoidov in koncentracijo lipoproteinov ter s spremembo v sestavi membranskih fosfolipidov, ki vplivajo na prenos signala preko membrane (Boissonneault, 2007).

Tvorba eikozanoidov je opisana v poglavju 2.4.2. Eikozanidi, ki nastajajo iz arahidonske kisline močno pospešujejo zlepjanje trombocitov in s tem koagulacijo krvi, povečujejo krvni tlak s stimulacijo kontrakcije gladkih mišičnih vlaken v steni žil, močno stimulirajo imunski odziv organizma in vnetne procese. Eikozanidi iz n-3 maščobnih kislin imajo na iste procese veliko blažji učinek (Salobir, 2001). To pa pomeni, da lahko neuravnotežena prehrana povzroči neuravnoteženo sintezo eikozanoidov v tkivih, kar pripelje do razvoja nekaterih bolezenskih stanj. S povišanim vnosom n-6 maščobnih kislin obstaja večja nevarnost astmatičnih obolenj, alergij, artritisa, kolitisa in ostalih vnetnih bolezni (Calder, 2011).

Epidemiološke, klinične in biokemične raziskave v zadnjih dveh desetletjih kažejo, da zamenjava n-6 VNMK z n-3 VNMK vpliva na zmanjševanje tveganja nekaterih kroničnih bolezni (Lee in Hwang, 2007) kot so astma (pri otrocih), vnetne črevesne bolezni (Crohnova bolezen, ulcerozni kolitis) in revmatoidni artritis (Calder, 2011). Za preprečevanje in do neke mere zdravljenje vnetnih procesov se priporoča vnos okoli 3 g n-3 VNMK na dan (FAO, 2010), pri čemer mora biti vnos EPA + DHA, zaradi omejene pretvorbe iz ALA, vsaj 250 – 500 mg/dan (Komprda, 2012).

2.7.3 Vpliv maščob in maščobnih kislin na holesterol in srčno žilne bolezni

Po poročanju AHA (American Heart Association, 2013) ima po podatkih iz leta 2010 43,4 % odraslih Američanov povišan skupni holesterol in 31,1 % odraslih Američanov povišan LDL holesterol. Povečana koncentracija skupnega in LDL holesterola je močan pokazatelj tveganja za bolezni srca in ožilja, ki so najpogosteji vzrok smrti tako v ZDA kot tudi v Evropi. Za srčno žilnimi boleznimi (SŽB) je obolelega 83,6 milijona (35,3 %) ameriškega prebivalstva, vsako leto pa jih umre več kot 780 tisoč, kar predstavlja 32,3 % vseh smrti v ZDA. V Evropski uniji smrti zaradi SŽB predstavljajo 36 % vseh smrti (OECD, 2012).

Najbolj znana študija o vplivu prehrane na bolezni srca in ožilja je študija sedmih držav, kjer je sodelovalo skupno 12.763 moških srednjih let. Rezultati so pokazali, da je umrljivost za SŽB povezana z razlikami v vnosu med NAMK in ENMK. Poleg tega je študija pokazala tudi močno povezavo med vnosom NAMK in ravnjo skupnega holesterola (Kromhout in sod., 1995).

Na koncentracijo holesterola v plazmi bistveno bolj vpliva maščobnokislinska sestava obroka, kot pa sama količina holesterola v obroku. Nasičene maščobne kisline, ki imajo od 8 do 16 ogljikovih atomov, zvišujejo koncentracijo skupnega holesterola v plazmi ter koncentracijo LDL holesterola, kar poveča razmerje med skupnim in HDL holesterolom, obratno pa VNMK znižujejo plazemsko koncentracijo holesterola (Welch in Borlak, 2007).

Trans maščobne kisline prav tako povečujejo koncentracijo LDL holesterola, poleg tega pa tudi znižujejo raven holesterola HDL (Bhupathiraju in Tucker, 2011). Mozaffarian in sod. (2006) so v svoji meta analizi zapisali, da povečanje vnosa *trans* MK za 2 % E, poveča možnost nastanka SŽB za 23 %. Obseg in vpliv *trans* MK na srčno žilne bolezni je značilno večji kot vpliv NAMK (Willett, 2006).

Zamenjava nasičenih maščobnih kislin z nenasičenimi maščobnimi kislinami povzroči zmanjšanje razmerja skupnega in HDL holesterola (Baum in sod., 2012). Zmanjšanje količine NAMK v prehrani ugodno vpliva na zmanjšanje obolenosti, ne pa tudi na stopnjo umrljivosti za SŽB (Hoenselaar, 2012). Nasprotno, pa povečanje količine VNMK vpliva tudi na zmanjšanje umrljivosti zaradi bolezni srca in ožilja (Couillard in sod., 2006). Larsson in sod. (2012) so v študiji dokazali, da povečano uživanje dolgoverižnih n-3 MK zmanjša pojav možganske kapi pri ženskah.

EPA in DHA ugodno vplivata na SŽB preko več različnih mehanizmov in sicer preprečujeta motnje srčnega ritma, znižujeta plazemske koncentracije triacilglicerolov, zmanjšujeta krvni tlak, preprečujeta zlepljanje trombocitov in zmanjšujeta vnetja (Bruckner, 2007). Številne študije so dokazale, da dolgoročen povečan vnos n-3 VNMK zmanjša umrljivost zaradi SŽB za 20 % (Bhupathiraju in Tucker, 2011).

2.7.4 Vpliv maščob in maščobnih kislin na krvni tlak in togost arterij

Sistolični in diastolični krvni tlak naraščata s starostjo v gospodarsko razvitih državah in kažeta nenehno povezavo s tveganjem za bolezni srca in ožilja. Po podatkih AHA (American Heart Association, 2013) ima 77,9 milijonov (33 %) odraslih Američanov povišan krvni tlak. Prav tako ima povišan krvni tlak tudi več kot tretjina odraslih Evropejcev. Podatki za Slovenijo iz leta 2008 kažejo, da ima povišan krvni tlak 46,1 % odraslih Slovencev (Nichols in sod., 2012).

Obstaja močna povezava med razvojem hipertenzije in hiperlipidemije. Zniževanje krvnega tlaka je uspešno, če zamenjamo NAMK z ENMK ali VNMK. Iketani in sod. (2013) so v eksperimentalni študiji dokazali, da povišan vnos EPA zmanjša sistolični krvni tlak do 8 %. Po 60. letu starosti se sistolični krvni tlak povečuje bolj kot diastolični krvni tlak, kar je verjetno delno posledica arterijske togosti, ki je prav tako posledica nepravilnega razmerja med vnosom NAMK in VNMK. Livingstone in sod. (2013) so v 17 let trajajoči študiji, v kateri je sodelovalo 2398 moških srednjih let, dokazali, da NAMK povečujejo togost arterij in s tem krvni tlak, ravno nasprotno pa VNMK zmanjšajo arterijsko togost in krvni tlak.

2.7.5 Vpliv maščob in maščobnih kislin na prekomerno telesno maso in debelost

Prekomerna telesna masa in debelost sta v zadnjem času vse večja zdravstvena problema po vsem svetu. Epidemija debelosti je predvsem posledica hitrih sprememb v prehranjevanju, na katere človeški organizem ni prilagojen (Weisinger in sod., 2007). Po poročanju AHA (American Heart Association, 2013) je po podatkih iz leta 2010 v Ameriki

154,7 milijonov (68,2 %) prekomerno prehranjenih odraslih, od tega je 34,6 % debelih in 23,9 milijonov (31,8 %) prekomerno prehranjenih otrok, od tega je 16,9 % debelih. Po podatkih OECD (2012) je v Evropski uniji prekomerno prehranjenih več kot 40 % odraslih, od tega je 16,6 % debelih in 13,5 % prekomerno prehranjenih otrok. V Sloveniji je prekomerno prehranjenih 18 % otrok, predebelih pa 16,8 % odraslih.

Debelost je povezana z nesorazmerjem med vnosom in porabo energije. Maščobe povečujejo energijsko gostoto hrane in jih zato povezujejo s prekomerno telesno maso. Perez-Escamilla in sod. (2012) so v preglednem članku 17 študij ugotovili, da uživanje hrane z visoko energijsko gostoto povzroča povečevanje telesne mase. Vendar pa povečan delež maščobe v prehrani, pri nespremenjenem kaloričnem vnosu, nima vpliva na spremembo telesne mase (Willett in Leibel, 2002). Na spremembo telesne mase pa lahko vpliva maščobnokislinska sestava. Vnos n-3 VNMK posredno vpliva na preprečevanje debelosti z uravnavanjem mehanizmov za presnovo maščob v telesu in s povečanjem termogeneze. n-3 VNMK povečujejo tudi izločanje hormonov, ki zmanjšujejo apetit (Weisinger in sod., 2007). Zamenjava nasičenih MK z nenasičenimi MK, predvsem n-3 VNMK, ima ugoden vpliv na zmanjšanje prekomerne telesne mase, kar so v svoji raziskavi o vplivu Mediteranske diete na razvoj debelosti potrdili tudi Panagiotakos in sod. (2006).

2.7.6 Vpliv maščob in maščobnih kislin na sladkorno bolezen

Čeprav ima genetika največjo vlogo pri razvoju sladkorne bolezni, je predvsem pri sladkorni bolezni tipa II prehrana pomemben dejavnik, tako pri razvoju kot tudi pri poteku bolezni. Poseben pomen ima vnos maščob, saj maščobne kisline vplivajo na metabolizem glukoze s spremenjanjem funkcije celičnih membran, encimske aktivnosti, inzulinske signalizacije in izražanja genov (Riserus in sod., 2009).

Številne študije kažejo, da je hrana bogata z nekaterimi maščobnimi kislinami (palmitinsko kislino, γ -linolensko kislino in dihomo- γ -linolensko kislino) povezana s tveganjem za razvoj sladkorne bolezni (Rivellese in Lilli, 2003; Bhathena, 2007; Riserus, 2009). Ravno nasprotno pa nenasičene MK, predvsem n-6 MK izboljšajo občutljivost na inzulin in s tem povečajo izkoristek glukoze (Riserus, 2009). n-3 MK imajo dokazan pozitiven učinek na metabolizem lipidov, vnetne procese, hipertrigliceridemijo, ki so dejavniki tveganja za razvoj sladkorne bolezni, vendar dosedanje študije niso dokazale direktnega pozitivnega vpliva n-3 MK na sladkorno bolezen (Jafari in sod., 2013).

2.7.7 Vpliv maščob in maščobnih kislin na rakava obolenja

Povezava med vnosom maščob in rakom se temeljito raziskuje že več kot dve desetletji. Predvsem se velika pozornost posveča VNMK in n-3 MK zaradi njihovih funkcionalnih lastnosti. Vendar pa je težko oceniti direktno povezavo med maščobnimi kislinami in rakom, saj imajo živila, ki prispevajo predvsem k vnosu funkcionalnih MK tudi druge snovi, ki pozitivno vplivajo na zdravje. Na primer ribe, ki so vir n-3 MK, vsebujejo tudi vitamin D in selen, ki imata prav tako varovalni učinek proti nekaterim vrstam raka (FAO, 2010).

Rezultati študij o vplivu maščob in maščobnih kislin na razvoj raka so še vedno neenotni. V številnih študijah so dokazali, da hrana bogata z n-3 VNMK zavira nastajanje in rast tumorjev v debelem črevesu, povečan vnos n-6 VNMK pa poveča tveganje za nastanek raka debelega črevesa. Zato lahko razmerje n-6/n-3 MK v prehrani igra pomembno vlogo pri preprečevanju raka (Dommels in sod., 2002; Yang in sod., 2012; Williams in sod., 2011). Nekatere študije so dokazale pozitivno korelacijo med povečanim vnosom maščob, predvsem nasičenih maščob in povečanim tveganjem za razvoj različnih vrst raka (Brinkman in sod., 2011; Stoeckli in Keller, 2004; Zhang in sod., 2005). Po drugi strani pa v številnih študijah niso dokazali nobene direktne povezave med vnosom maščob, maščobnih kislin in razvojem raka (Dahm in sod., 2010; Oba in sod., 2006; Byrne in sod., 2002). Vpliv maščob se kaže predvsem v začetni fazni razvoja raka, vendar pa je zaradi pomanjkanja dokazov nemogoče trditi, da bi lahko z zmanjšanjem vnosa maščob ali s spremenjeno maščobnokislinsko sestavo uspešno vplivali na razvoj rakavih obolenj (Glauert, 2007).

2.7.8 Vpliv maščob in maščobnih kislin na možganske motnje in duševne bolezni

Možgani imajo večjo vsebnost maščob kot kateri koli drug organ v telesu, razen maščobnega tkiva samega. Vsi možganski lipidi se nahajajo v celičnih membranah in se skoraj nikoli ne uporablajo kot viri energije. Glavni sestavni del fosfolipidov možganskih ovojnici je n-3 maščobna kislina DHA (Bourre, 2007). DHA je edina n-3 maščobna kislina, ki se vseh 600 milijonov let pri evoluciji živali uporablja kot glavna strukturna in funkcionalna sestavina fotoreceptorjev, nevronov in njihovih signalnih sinaps. To je eden izmed številnih tehtnih razlogov, da nujno potrebujemo DHA za razvoj možganov (FAO, 2010). V možganih predstavljajo n-3 MK 15 % - 20 % vseh MK in več kot 40 % vseh MK v nevronih in živčnih končičih (Bourre, 2007).

Epidemiološke študije, ki preučujejo povezavo med n-3 MK in možganskimi motnjami navajajo, da se pomanjkanje ALA, ki je predstopnja DHA, odraža v vedenjskih in

kognitivnih spremembah, tako pri otrocih kot pri odraslih. Pojavljajo se težave z učenjem in spominom, hiperaktivnostjo in motnjo pozornosti (Laasonen, 2009; Sabel in sod., 2012). Pomanjkanje n-3 MK je povezano tudi z depresijo. V številnih študijah so dokazali, da zadosten vnos n-3 MK pozitivno vpliva na zdravljenje depresije, zmanjšuje agresijo, antisocialno vedenje ter izboljša razpoloženje (Hoffmire in sod., 2012; Lin in sod., 2010; Colangelo in sod., 2009). Prav tako imajo n-3 MK dokazano pozitiven učinek tudi pri razvoju in zdravljenju milejših oblik demence in Alzheimerjeve bolezni (Cunnane in sod., 2009; Luchtman in Song, 2013; Cole in sod., 2009).

Obstajata dve razlagi kako maščobnokislinska sestava vpliva na razvoj možganskih motenj. Dolgoročno maščobnokislinska sestava vpliva na sestavo celičnih membran, kar je povezano z razvojem možganov, s čimer povezujejo razvoj demence in Alzheimerjeve bolezni. Kratkoročno pa sestava maščobnih kislin vpliva na presnovo fosfolipidov in s tem na modulacijo prenosa signalov, kar je povezano z razpoloženjem in depresijo (Bourre, 2007).

Čeprav je za preprečevanje in zdravljenje možganskih motenj in duševnih bolezni pomembno, da zagotovimo zadosten vnos n-3 MK, je predvsem pomembno tudi, da omejimo vnos n-6 MK in s tem zagotovimo nizko razmerje med n-6 in n-3 MK (Bourre, 2007). Na podlagi sestave možganov je cilj v prehrani doseči razmerje med n-6 in n-3 VNMK med 2:1 in 1:1 (FAO, 2010).

2.7.9 Vpliv maščob in maščobnih kislin na oksidativni stres in staranje

Oksidativni stres je posledica porušenega ravnotežja med prostimi radikali (prooksidanti) in antioksidanti v telesu, zaradi česar pride do poškodb celičnih struktur, tudi DNK (Cooke in sod., 2006) kar povzroča pospešen proces staranja (del Valle, 2011) in vodi v nastanek različnih bolezni, kot so rak (Halliwell, 2007), bolezni srca in ožilja (Stephens in sod., 2009), ateroskleroza, sladkorna bolezen (Wu in sod., 2004) in nevrodegenerativne motnje (Alzheimerjeva bolezen, Downov sindrom, Parkinsonova bolezen, shizofrenija) (Zana in sod., 2007; Chauhan V. in Chauhan A., 2006; Bonda in sod., 2010; Bitanihirwe in Woo, 2011; Bošković in sod., 2011; Patel in Chu, 2011).

Človeški organizem je neprestano izpostavljen različnim dejavnikom, ki povečujejo oksidativni stres. Eden izmed teh dejavnikov je tudi hrana, ki ima lahko na antioksidativni status organizma antioksidativni ali prooksidativni vpliv, odvisno od njenih sestavin (Papas, 1999).

Med sestavine hrane, ki lahko hitro oksidirajo in povečujejo oksidativni stres, prištevamo med drugim tudi nenasičene maščobne kisline (Papas, 1999). Enkrat in večkrat nenasičene maščobne kisline povečujejo nevarnost nastanka reaktivnih prostih radikalov, ki nastanejo pri lipidni peroksidaciji, ki je reakcija maščobne kisline s kisikom. Prosti radikali reagirajo s celičnimi biomolekulami in na ta način povzročijo njihove poškodbe (Lu Y.-F. in Lu S., 2002).

Povečan oksidativni stres povečuje potrebo po antioksidativni zaščiti organizma. Antioksidanti preprečujejo in zaustavljajo verižno lipidno peroksidacijo v celicah (Huang in sod., 2002). *In vitro* in *in vivo* študije so pokazale, da je vitamin E najpomembnejši v maščobah topen antioksidant, ki ščiti celice organizma pred oksidativnim stresom (Pryor, 2000).

Večje spremembe v prehrani imajo lahko različne učinke na antioksidativni status. Povečan vnos VNMK ima dokazano škodljiv vpliv na organizem, saj poveča oksidativni stres (Magalhães-Carrepeiro in sod., 2011; Guichardant, 2011). Zmanjšan vnos maščob v prehrani povzroči zmanjšanje količine maščobnih kislin, ki so na voljo za oksidacijo in se s tem zmanjša oksidativni stres. Vendar pa nizka vsebnost maščob v prehrani zmanjša tudi absorpcijo v maščobah topnih hranil, vključno z antioksidanti (Papas, 1999; Jenkinson, 1999).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

Modelne celodnevne obroke smo pridobili v okviru projekta, ki ga je v sklopu doktorskega dela izvajala Ksenija Podgrajšek, univ. dipl. inž. živ. teh. Med praktično izvedbo doktorskega dela je izvedla tudi prehranski poskus v okviru katerega je desetim preiskovancem 5 dni pripravljala celodnevne obroke s povprečno energijsko vrednostjo (1891 kcal/dan oz. 7912 kJ/dan) in načrtovano različno maščobnokislinsko sestavo, tako da so prvi, tretji in peti dan prevladovale nasičene maščobne kisline, drugi in četrti dan pa nenasičene maščobne kisline. Poskus je trajal od 11.6.2012 do 15.6.2012.

Vsak modelni celodnevni obrok je bil sestavljen iz zajtrka, dopoldanske malice, kosila, popoldanske malice in večerje, kar pomeni, da smo v petih dneh imeli 25 obrokov. Pri nekaterih obrokih smo analizirali posamezne jedi posebej in te označili kot del obroka ($n = 32$). Vsi obroki zaužiti v enem dnevu so predstavljali celodnevni obrok (Priloga A).

3.2 METODE

Analiza maščobnokislinske sestave modelnih celodnevnih obrokov je potekala v dveh delih. V prvem delu smo maščobnokislinsko sestavo obrokov določili s plinsko kromatografsko analizo, v drugem delu smo maščobnokislinsko sestavo istih obrokov določili še z računalniškim programom Prodi 5.7 Expert Plus. Dobljene podatke iz obeh metod smo statistično analizirali in preverili ali so rezultati primerljivi.

3.2.1 Določanje maščobnokislinske sestave v modelnih celodnevnih obrokih s plinsko kromatografijo

3.2.1.1 Priprava vzorcev

Od vsakega obroka smo po metodi »double bag« odvzeli identičen dodaten obrok in ga homogenizirali s pomočjo kuterja ali gospodinjskega mikserja. Iz homogeniziranega obroka smo odvzeli alikvotni del v plastične vijale ter ga zmrznili na temperaturi minimalno -20 °C. V obdobju 7 do 10 dni po homogenizaciji smo vzorec odtalili ter ga pripravili za maščobnokislinsko analizo.

3.2.1.2 Priprava metilnih estrov maščobnih kislin

Maščobnokislinsko sestavo v modelnih celodnevnih obrokih smo določili z metodo *in situ* transesterifikacije (ISTE) modificirano po Parku in Goinsu (1994), kjer ni potrebna predhodna ekstrakcija maščob iz vzorca, pri čemer dobimo bolj natančne rezultate, saj preprečimo možnosti izgube maščob in estrov.

Zatehtali smo 0,5 g ($\pm 0,05$ g) homogeniziranega vzorca in dodali (100 μL) 70 mg ($\pm 0,3$ mg) internegra standarda (IS1) v epruveto s pokrovčkom na navoj (Hach-ove epruvete). Dodali smo 300 μL metilen klorida (CH_2Cl_2) za povečanje topnosti in 3 mL 0,5 molarne sveže pripravljene raztopine NaOH in metanola. Epruvete smo tesno zaprli s teflonskim pokrovčkom in premešali. Nato smo vzorce segrevali v vodi kopeli 40 min pri 90 °C in jih vmes večkrat premešali, pri tem je prišlo do hidrolize maščobe in saponifikacije. Po hitrem hlajenju z vodo smo dodali 3 mL 14 % BF_3 v metanolu, premešali in ponovno segrevali v vodni kopeli 10 min pri 90 °C, pri tem je prišlo do transesterifikacije maščobnih kislin. Raztopino smo hitro ohladili na sobno temperaturo in dodali 3 mL 10 % NaCl za povečanje ionske jakosti ter 1 mL heksana. Raztopino smo močno stresali 1 minuto, zaradi čim boljše ekstrakcije metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) iz vodne faze v nepolarno heksansko fazo. Zmes smo centrifugirali 10 minut pri 2000 vrtljajih na minuto. Po centrifugiraju smo heksansko fazo odpipetirali v temne vijale in jih zamrznili pri -20 °C do analiz na plinskem kromatografu (GC).

3.2.1.3 Plinska kromatografija

Delež MEMK v vzorcu smo določili s plinsko kromatografijo. Uporabili smo plinski kromatograf Agilent Technologies 7890, s plamensko ionizacijskim detektorjem in kapilarno kolono. Analiza je za vsak vzorec potekala v treh paralelkah.

Oprema:

- plinski kromatograf Agilent Technologies 7890,
- plamensko ionizacijski detektor (FID),
- kapilarna kolona J & W Scientific DB-23 (60 m x 250 μm x 0,15 μm).

Pogoji ločevanja in detekcije:

- temperturni program: 50 °C (1 min); 25 °C / min do 175 °C (10 min); 4 °C / min do 230 °C (5 min); (34,75 min)
- temperatura kolone: 250 °C
- nosilni plin: He

3.2.1.4 Izračun vsebnosti maščobnih kislin v vzorcu

Mase posameznih maščobnih kislin (mg maščobne kisline/100 g vzorca) smo izračunali iz mase vzorca, mase internega standarda (heptadekanojska kislina (C17:0)) in površine posameznega kromatografskega vrha metil estra maščobne kisline na kromatogramu. Nato smo mase maščobnih kislin (mg MK/100 g vzorca) preračunali še na količino maščobne kisline v analiziranem delu obroka (mg MK/del obroka).

Za preračun količine maščobne kisline iz količine metil estra maščobne kisline potrebujemo koeficient pretvorbe. Koeficient pretvorbe (FA_i) smo povzeli po AOAC Official Methods (1999) in je za vsak posamezen metilni ester maščobnih kislin podan v preglednici 8.

$$m_{MK} / 100 \text{ g vzorca} = (A_i * FA_i * m_{IS} * 100) / (A_{IS} * FA_{iIS} * m_{vz}) \quad \dots(1)$$

kjer je:

m_{MK} ... masa posamezne MK na 100 g vzorca (mg/100 g)

A_i ... površina kromatografskega vrha posameznega MEMK

FA_i ... koeficient pretvorbe posamezne MK (molska masa MK/molska masa MEMK)

m_{IS} ... masa internega standarda (C17:0) v vzorcu

A_{IS} ... površina kromatografskega vrha internega standarda

FA_{iIS} ... koeficient pretvorbe internega standarda (molska masa heptadekanojske kisline/molska masa metilnega estra heptadekanojske kisline)=0,9508

m_{vz} ... masa vzorca

Preglednica 8: Koeficient pretvorbe (FA_i) za preračun mase MEMK v maso maščobne kisline (AOAC 996.06, 1999)

MEMK	FA_i
C6:0	0,8923
C8:0	0,9114
C10:0	0,9247
C11:0	0,9300
C12:0	0,9346
C13:0	0,9386
C14:0	0,9421
C14:1	0,9416
C15:0	0,9453
C15:1	0,9449
C16:0	0,9481
C16:1	0,9477
C17:0	0,9507
C17:1	0,9503
C18:0	0,9530
C18:1t	0,9527
C18:1c	0,9527
C18:2t	0,9524
C18:2c	0,9524
C18:3n6	0,9520
C18:3n3	0,9520
C20:0	0,9570
C20:1n9	0,9568
C20:2	0,9565
C21:0	0,9588
C20:3n6	0,9562
C20:4n6	0,9560
C20:3n3	0,9562
C20:5	0,9557
C22:0	0,9604
C22:1	0,9602
C22:2	0,9600
C23:0	0,9620
C24:0	0,9633
C24:1	0,9632
C22:6	0,9590

3.2.2 Obdelava modelnih celodnevnih obrokov z računalniškim programom Prodi 5.7 Expert Plus

Program Prodi 5.7 Expert Plus, ki ga je razvilo nemško podjetje Nutri-Science GmbH, temelji na uporabi prehranskih tabel po Souci-Fachmann-Krautu 2005, na nemški podatkovni bazi hranil (BLS II.3) in na referenčnih vrednostih za vnos hranil (DACH) (Kluthe, 2010).

Živila oz. sestavine modelnih celodnevnih obrokov smo v načrtovanih delnih obrokih (meal plans) oz. receptih (recipes) vnesli v program Prodi 5.7 Expert Plus v petih paralelkah in tako določili povprečno maščobnokislinsko sestavo ter povprečno kalorično vrednost v modelnih celodnevnih obrokih.

3.2.3 Obdelava podatkov in statistična analiza

Pridobljene podatke iz kemijske analize in iz programa Prodi 5.7 Expert Plus smo obdelali z uporabo računalniškega programa Excel in statistično analizirali z uporabo računalniškega programa za statistično analizo SPSS 20.0 (Statistical Package for Social Sciences).

Za vse podatke smo izračunali srednje vrednosti (AV), standardne odklone (SD) in koeficiente variabilnosti (KV %). Pri statističnem programu SPSS smo uporabljali metodo opisne statistike, Pearsonov koeficient korelacije in parni T-test za primerjavo dveh spremenljivk.

4 REZULTATI

Pri določanju maščobnokislinske sestave v modelih celodnevnih obrokih smo s plinsko kromatografijo določali 36 maščobnih kislin, od tega 16 nasičenih, 9 enkrat nenasicienih in 11 večkrat nenasicienih maščobnih kislin. Pri določanju maščobnokislinske sestave v istih modelih celodnevnih obrokih smo s programom Prodi 5.7 Expert Plus določali 32 maščobnih kislin: 13 nasičenih, 6 enkrat nenasicienih in 13 večkrat nenasicienih. Statistično smo primerjali rezultate 26 maščobnih kislin, ki smo jih določili tako s plinsko kromatografsko analizo kot tudi s programom Prodi 5.7 Expert Plus, od tega je 12 nasičenih, 6 enkrat nenasicienih in 8 večkrat nenasicienih maščobnih kislin (Priloga B).

4.1 REZULTATI PRIDOBLEDJENI S PLINSKO KROMATOGRAFIJO

Za boljši pregled rezultatov je v preglednici 9 podana masa skupin maščobnih kislin, ki smo jih določili s plinsko kromatografijo, za modelne celodnevne obroke od ponedeljka do petka.

Preglednica 9: Masa posameznih skupin maščobnih kislin, ki smo jih določili s plinsko kromatografijo, za modelne celodnevne obroke

MK	ponedeljek	torek	sreda	četrtek	petek
	AV ± SD (g/dan)				
vse MK	49,0 ± 5,0	79,6 ± 6,2	39,2 ± 2,5	56,6 ± 4,4	52,6 ± 7,0
NAMK	34,3 ± 3,8	17,2 ± 1,3	25,7 ± 1,4	11,0 ± 0,8	27,3 ± 3,5
ENMK	10,1 ± 0,8	41,1 ± 2,8	9,0 ± 0,7	28,1 ± 1,8	19,7 ± 2,6
VNMK	4,5 ± 0,4	21,3 ± 2,1	4,5 ± 0,4	17,5 ± 1,8	5,6 ± 0,9
trans MK	0,031 ± 0,004	0,29 ± 0,01	0,14 ± 0,02	0,0 ± 0,0	0,06 ± 0,04
SCFA	0,42 ± 0,02	0,068 ± 0,004	0,33 ± 0,02	0,0045 ± 0,0009	0,44 ± 0,05
MCFA	3,1 ± 0,3	0,204 ± 0,009	2,46 ± 0,09	0,027 ± 0,003	1,3 ± 0,1
LCFA	45,5 ± 4,6	79,3 ± 6,2	36,4 ± 2,4	56,6 ± 4,4	50,9 ± 6,8
n-3	0,55 ± 0,05	4,3 ± 0,5	0,21 ± 0,02	2,2 ± 0,3	0,40 ± 0,06
n-6	4,0 ± 0,3	17,0 ± 1,6	4,3 ± 0,4	15,3 ± 1,5	5,2 ± 0,8
n-6/n-3	7,2	4	20,1	6,8	12,8

AV-povprečna vrednost, SD-standardni odklon

Modelni obrok je sestavljen iz specifičnih živil, s katerimi moduliramo sestavo makrohranil v celodnevnu obroku. Trije celodnevni obroki vsebujejo živila z večjo količino NAMK, dva celodnevna obroka pa vsebujejo živila s povečano vsebnostjo

nenasičenih MK. V preglednici 9, ki prikazuje rezultate analize obrokov s plinskim kromatografom vidimo, da je masa NAMK v ponedeljek (34,3 g/dan), sredo (25,7 g/dan) in petek (27,3 g/dan) veliko večja kot v torek (17,2 g/dan) in četrtek (11,0 g/dan). Glavna živila, s katerimi smo povečali vsebnost NAMK v ponedeljek so maslo, mleko, kokosova mast, Poli salama in piščanec, v sredo so Viki krema, Zgornjesavinjski želodec in kokosova mast, v petek pa maslo, Zgornjesavinjski želodec, sir in kisla smetana. V preglednici pa vidimo tudi, da je vsebnost nenasičenih maščobnih kislin večja v torek (62,4 g/dan) in četrtek (45,6 g/dan) v primerjavi s ponedeljkom (14,6 g/dan), sredo (13,5 g/dan) in petkom (25,3 g/dan). V torek smo povečali vsebnost nenasičenih maščobnih kislin z lososom, oljem omega 3 + omega 6, oljčnim oljem in avokadom, v četrtek pa z oljem omega 3 + omega 6, oljčnim oljem, ribo bradati huj in oreščki.

Iz rezultatov o masi kratko, srednje in dolgo verižnih maščobnih kislin pridobljenih s kemijsko analizo vidimo, da je masa kratko verižnih MK (C6:0) (0,3 g/dan) v povprečju v vseh dneh najmanjša, nekoliko več je srednje verižnih MK (od C8:0 do C11:0) (1,4 g/dan), največ pa je dolgo verižnih MK (od C12:0 dalje) (53,7 g/dan). Vidimo tudi, da je masa kratko in srednje verižnih maščobnih kislin v torek (0,3 g) in četrtek (0,03 g) veliko manjša od mase v ponedeljek (3,5 g), sredo (2,8 g) in petek (1,7 g), ko smo imeli v modelnih obrokih živila z več nasičenimi naščobnimi kislinami.

Preglednica 9 nam prikazuje tudi vsebnost maščobnih kislin n-6 in n-3 ter njihovo razmerje. Vidimo lahko, da je v ponedeljek (0,6 g/dan n-3 in 4,0 g/dan n-6), sredo (0,2 g/dan n-3 in 4,3 g/dan n-6) in petek (0,4 g/dan n-3 in 5,2 g/dan n-6), torej v dneh, ko modelni obroki vsebujejo več nasičenih maščobnih kislin, vsebnost n-6 in n-3 MK manjša v primerjavi s torkom (4,3 g/dan n-3 in 17,0 g/dan n-6) in četrtkom (2,2 g/dan n-3 in 15,3 g/dan n-6). Prav tako je razmerje med n-6 in n-3 MK v torek (4,0) in četrtek (6,8) bolj ugodno kot v ponedeljek (7,2), sredo (20,1) in petek (12,8).

S kemijsko analizo smo določili tudi vsebnost trans izomer maščobnih kislin C18:1 in C18:2. V ponedeljek je vsota mas *trans* MK v vseh 32 analizah 0,03 g/dan, v torek je 0,3 g/dan, v sredo 0,1 g/dan in v petek 0,06 g/dan. Priporočilo za vnos *trans* MK je, da le te predstavljajo manj kot 1 % E, kar pomeni, da pri povprečnem vnosu kalorij vseh petih dni, ki je 1891 kcal/dan oz. 7912 kJ/dan, ne smemo zaužiti več kot 2,1 g *trans* MK. Iz rezultatov v tabeli vidimo, da pri nobenem celodnevnom modelnem obroku ne presegamo priporočenih vrednosti.

4.2 REZULTATI PRIDOBLJENI S PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS

Preglednica 10 prikazuje rezultate maščobnokislinske sestave v istih modelnih celodnevnih obrokih, ki smo jih analizirali že s plinskim kromatografom, vendar smo v tem primeru rezultate pridobili s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus.

Preglednica 10: Masa posameznih skupin maščobnih kislin, ki smo jih pridobili s programom Prodi 5.7 Expert Plus, za modelne celodnevne obroke

MK	ponedeljek	torek	sreda	četrtek	petek
	AV ± SD (g/dan)				
vse MK	47,6 ± 7,2	84,2 ± 53,0	45,0 ± 46,5	48,5 ± 51,0	37,5 ± 24,0
NAMK	34,1 ± 3,6	21,6 ± 10,0	28,8 ± 28,1	11,3 ± 11,0	20,5 ± 13,9
ENMK	10,9 ± 2,7	40,6 ± 24,1	13,4 ± 15,9	24,6 ± 25,8	13,9 ± 8,3
VNMK	2,6 ± 0,9	22,1 ± 18,9	2,7 ± 2,5	12,6 ± 14,1	3,1 ± 1,7
SCFA	1,3 ± 0,1	0,41 ± 0,09	0,6 ± 0,8	0,10 ± 0,09	1,0 ± 0,7
MCFA	3,6 ± 0,3	0,8 ± 0,1	2,7 ± 3,6	0,4 ± 0,8	1,4 ± 0,8
LCFA	42,7 ± 6,8	83,1 ± 51,9	41,8 ± 41,8	46,8 ± 48,0	35,3 ± 21,3

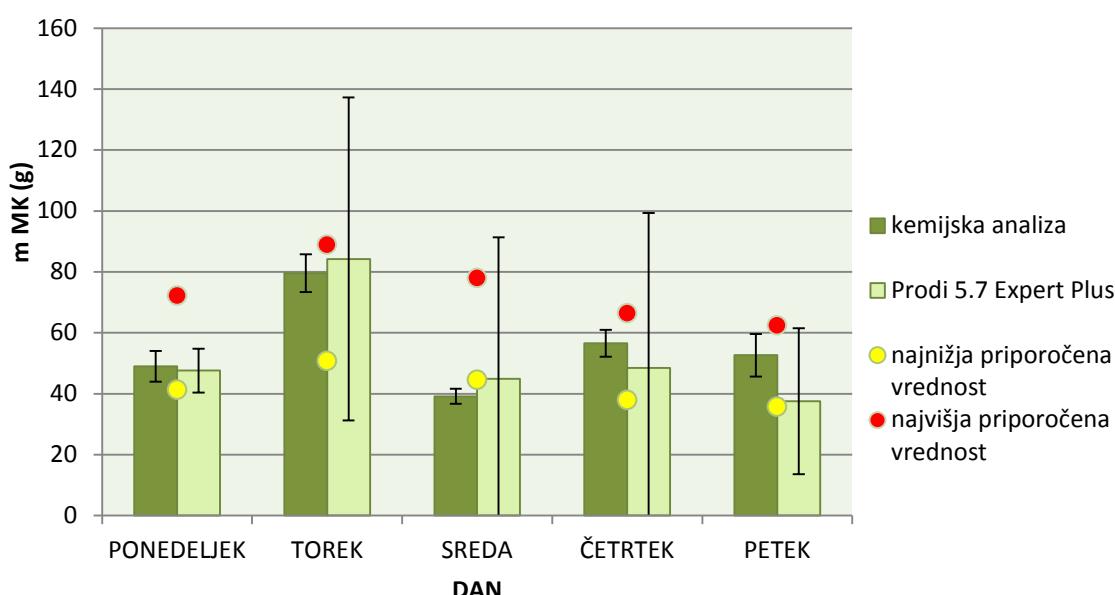
AV-povprečna vrednost, SD-standardni odklon

Prav tako kot v preglednici 9 lahko v preglednici 10 vidimo, da smo s pomočjo določenih živil uspešno modulirali sestavo makrohranil v celodnevnih obrokih. Vsebnost NAMK je tako večja v ponедeljek (34,2 g/dan), sredo (28,8 g/dan) in petek (20,5 g/dan), manj NAMK pa je v torek (21,6 g/dan) in četrtek (11,3 g/dan). Obratno pa je vsebnost nenasičenih MK v ponedeljek (13,4 g/dan), sredo (16,1 g/dan) in petek (17,1 g/dan) manjša kot v torek (62,6 g/dan) in četrtek (37,2 g/dan).

Iz rezultatov o masi kratko, srednje in dolgo verižnih maščobnih kislin pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus vidimo, da je podobno kot pri rezultatih iz kemijske analize masa kratko verižnih MK (0,7 g/dan) v povprečju v vseh dneh najmanjša, večja je masa srednje verižnih MK (1,8 g/dan), največ pa je dolgo verižnih MK (50,0 g/dan). Prav tako vidimo tudi, da je masa kratko in srednje verižnih maščobnih kislin v torek (1,2 g) in četrtek (0,5 g) znatno manjša od mas v ponedeljek (4,9 g), sredo (3,3 g) in petek (2,3 g), ko smo imeli v modelnih obrokih živila z več nasičenimi naščobnimi kislinami.

4.3 PRIMERJAVA REZULTATOV, KI SMO JIH PRIDOBILI S PLINSKO KROMATOGRAFIJO IN S PROGRAMOM PRODI 5.7 EXPERT PLUS S PРИПОРОЧИЛИ ЗА VNOS MAŠČOBNIH KISLIN

S programom Prodi 5.7 Expert Plus nismo ugotavljali vsebnosti *trans* izomer maščobnih kislin, n-6 in n-3 maščobnih kislin ter posledično razmerja med n-6 in n-3 MK, zato so v nadaljevanju grafično prikazani le rezultati primerjav med celodnevno vsoto mas MK, maso NAMK, ENMK in VNMK ter primerjave celodnevnih mas posameznih skupin MK s priporočenimi vrednostmi za vnos po FAO (2010).



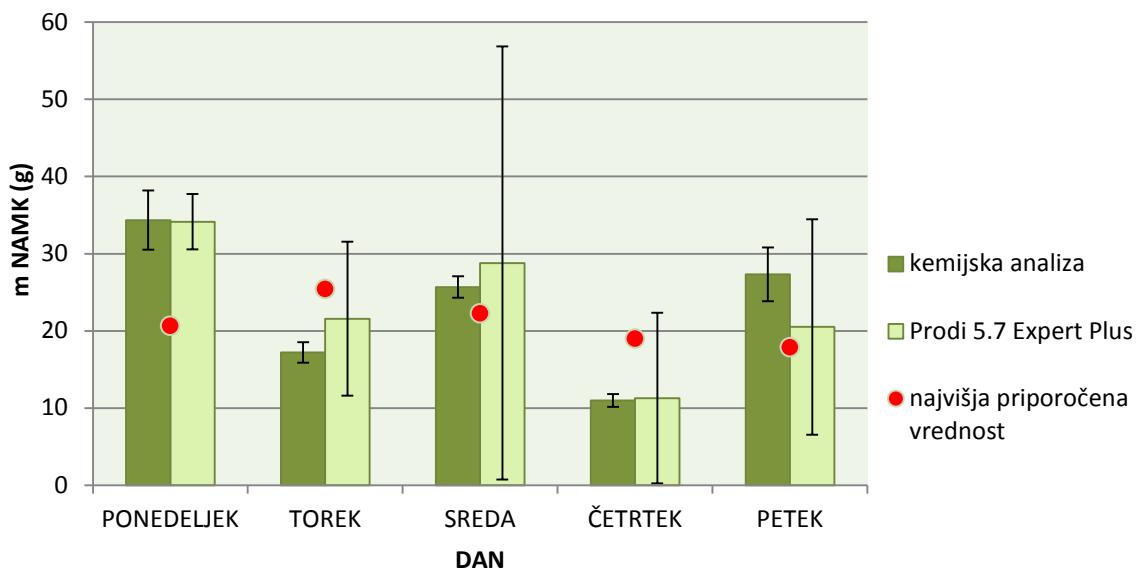
Slika 7: Skupna masa maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)

Na sliki 7 so grafično prikazani rezultati za skupno maso maščobnih kislin ter primerjava s priporočili za vnos skupnih maščob. Na grafu so prikazane referenčne vrednosti za minimalen (20 % E) in maksimalen celodnevni vnos maščob (35 % E). Količino za priporočen dnevni vnos maščob smo preračunali za vsak dan posebej iz kaloričnih vrednosti modelnih celodnevnih obrokov. Kalorično vrednost modelnih celodnevnih obrokov smo ugotovili s pomočjo programa Prodi 5.7 Expert Plus in jih lahko vidimo v preglednici 11. Mednarodno priznana enota za energijo je joule (1 kcal = 4,184 kJ). Povprečna poraba energije odraslega človeka je 2400 kcal (pri stopnji fizične aktivnosti (PAL) 1,4; starost 25-51 let) (Referenčne...,2004). Navedena povprečna porabljenna energija 2400 kcal ustreza 10,2 MJ ali 10200 kJ. Obe vrednosti v kJ in MJ sta težko predstavljeni. Zato smo poleg vrednosti v kJ navedli vrednosti tudi v kcal. Na sliki 7 vidimo, da je v ponedeljek, torek, četrtek in petek celodnevni vnos maščob optimalen, v sredo pa je vnos maščob v povprečju nekoliko manjši od minimalne priporočene vrednosti.

Vidimo tudi, da je odstopanje med rezultati pridobljenimi s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus najmanjše v ponedeljek (3 %), največje pa je v petek (29 %). Iz grafičnega prikaza standardnih odklonov vidimo, da so v vseh dneh, razen v ponedeljek, standardni odkloni pri podatkih iz programa Prodi 5.7 Expert Plus veliko večji kot pri podatkih iz kemijske analize. Povprečen koeficient variabilnosti (KV %) od ponedeljka do petka je pri podatkih iz kemijske analize 9 %, pri podatkih iz programa Prodi 5.7 Expert Plus pa kar 70 %, pri čemer sta koeficienta variabilnosti v sredo in četrtek večja od 100 %.

Preglednica 11: Kalorična vrednost modelnih celodnevnih obrokov

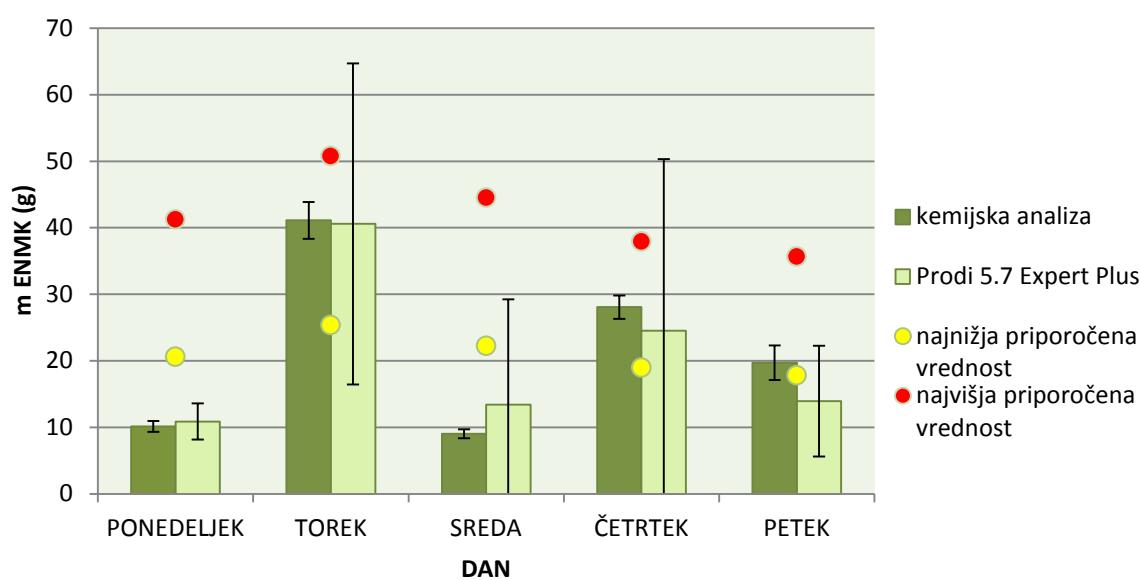
Dan	E	
	kcal	kJ
ponedeljek	1856	7766
torek	2285	9560
sreda	2004	8385
četrtek	1706	7138
petek	1605	6715



Slika 8: Skupna masa nasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)

Slika 8 prikazuje primerjavo rezultatov za celokupno maso nasičenih maščobnih kislin od ponedeljka do petka med kemijsko analizo in rezultati programa Prodi 5.7 Expert Plus. Na sliki je podana tudi primerjava rezultatov analiz s priporočili za vnos nasičenih maščobnih

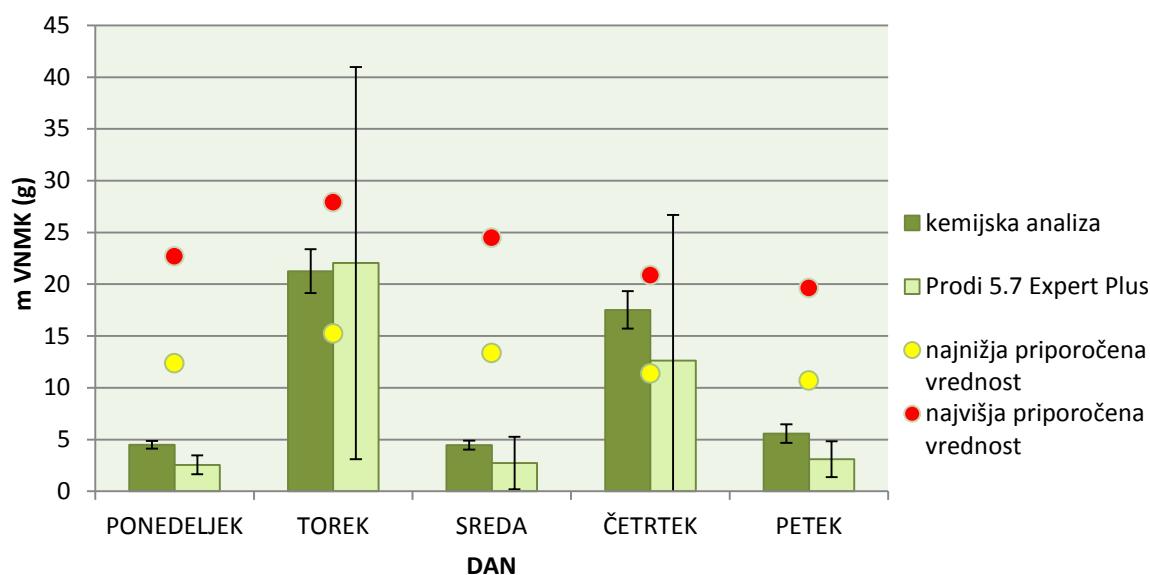
kislin. Rdeče pike na grafu označujejo maksimalno priporočeno vrednost za vnos nasičenih maščobnih kislin (10 % E). V ponedeljek, sredo in petek, torej v dneh, ko so bili modelni obroki pripravljeni tako, da vsebujejo več nasičenih maščobnih kislin, vnos NAMK presega maksimalno priporočeno vrednost. V torek in četrtek je vnos NAMK optimalen, torej pod mejo maksimalne priporočene vrednosti. Na sliki 8 vidimo tudi, da je odstopanje med rezultati pridobljenimi s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus najmanjše v ponedeljek in sicer je količina NAMK, ki smo jo določili s kemijsko analizo za 1 % višja od količine NAMK pridobljene s programom Prodi 5.7 Expert Plus. Največji razliki v količini NAMK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pa sta za celodnevna obroka v torek in petek. Rezultati pridobljeni s kemijsko analizo za torkov celodnevni obrok so nižji za 25 %, za petkov pa višji za 25 %. Iz grafičnega prikaza standardnih odklonov vidimo, da so za vse celodnevne obroke, razen za ponedeljkov, standardni odkloni pri rezultatih iz programa Prodi 5.7 Expert Plus veliko večji kot pri rezultatih kemijske analize. Povprečen KV od ponedeljka do petka je pri rezultatih kemijske analize 9 %, pri rezultatih programa Prodi 5.7 Expert Plus pa 64 %.



Slika 9: Skupna masa enkrat nenasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)

Na sliki 9 so podani rezultati primerjave za vsoto mas enkrat nenasičenih maščobnih kislin od ponedeljka do petka med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus ter primerjava s priporočenimi vrednostmi za vnos ENMK. Vnos ENMK se lahko giblje v širokem razponu, približno od 10 do 20 % E, odvisno od skupnega vnosa maščob in sestave maščobnih kislin (FAO, 2010). V ponedeljek, sredo in petek, ko imajo modelni obroki več nasičenih maščobnih kislin, lahko vidimo, da je vnos ENMK zelo skromen in ne dosega minimalne priporočene vrednosti. Izjema je masa ENMK v petek, ki smo jo

pridobili s kemijsko analizo, saj je v tem primeru vnos ENMK optimalen, masa, ki smo jo pridobili s programom Prodi 5.7 Expert Plus pa ne dosega minimalne priporočene vrednosti. V torek in četrtek je vnos ENMK optimalen. Odstopanje med rezultati kemijske analize in programa Prodi 5.7 Expert Plus je pri skupni masi ENMK najmanjše v torek (1 %), najvišje pa v sredo, kjer so rezultati pridobljeni iz programa Prodi 5.7 Expert Plus večji kar za 49 %. Standardni odkloni so tudi pri skupni masi ENMK pridobljeni iz programa Prodi 5.7 Expert Plus veliko večji kot standardni odkloni pri rezultatih kemijske analize. Povprečen KV od ponedeljka do petka je pri rezultatih kemijske analize 8 %, pri rezultatih programa Prodi 5.7 Expert Plus pa 73 %, pri čemer sta koeficienta variabilnosti v sredo in četrtek večja od 100 %.



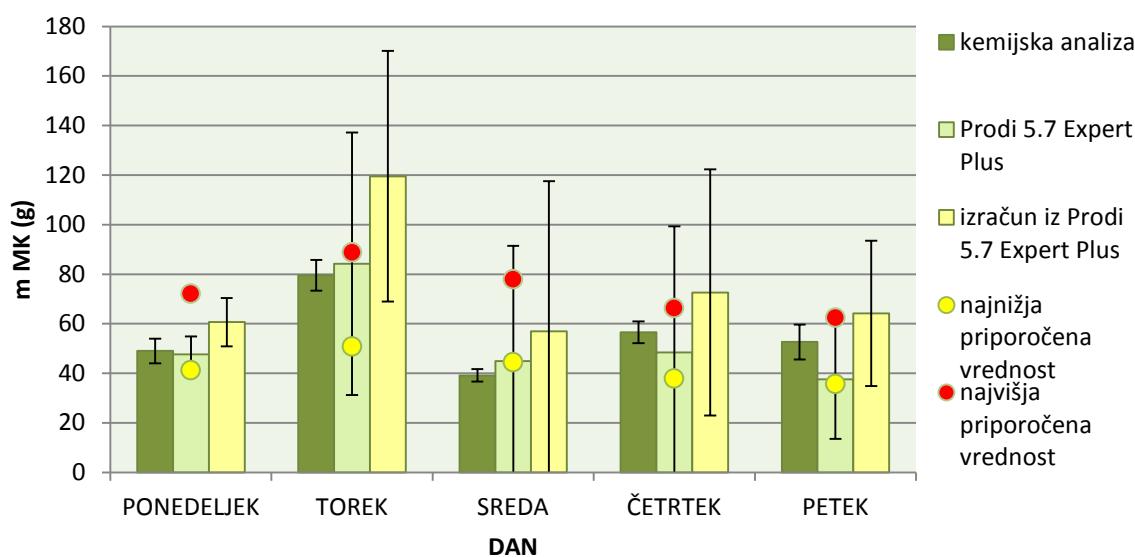
Slika 10: Skupna masa večkrat nenasičenih maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)

Na sliki 10 so podani še rezultati primerjave za vsoto mas večkrat nenasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus ter primerjava rezultatov s priporočenimi vrednostmi za vnos VNMK. Minimalna priporočena vrednost za vnos VNMK je 6 % E. Iz grafa je razvidno, da v ponedeljek, sredo in petek vnos VNMK ne doseže minimalne priporočene vrednosti. Optimalen vnos VNMK je v torek in četrtek, torej v dneh, ko smo obroke oblikovali tako, da vsebujejo več nenasičenih maščobnih kislin. Iz grafa vidimo, da z modelnimi obroki noben dan nismo presegli maksimalne priporočene vrednosti za vnos VNMK (11 % E). Na sliki 10 vidimo tudi, da je odstopanje med rezultati kemijske analize in programa Prodi 5.7 Expert Plus najmanjše v torek in sicer je masa VNMK pridobljena s kemijsko analizo za 4 % manjša od mase VNMK pridobljene s programom Prodi 5.7 Expert Plus. Pri vseh ostalih dnevih rezultati odstopajo od 28 do 44 %. Tudi pri VNMK so standardni odkloni večji pri rezultatih iz programa

Prodi 5.7 Expert Plus. Povprečen KV pri rezultatih iz programa Prodi 5.7 Expert Plus je 76 %, pri rezultatih kemijske analize pa je KV 11 %.

4.3.1 Primerjava rezultatov programa Prodi 5.7 Expert Plus po izpisu in izračunih z rezultati kemijske analize

Pri pregledu razlik med masami MK smo opazili, da dajo rezultati kemijske analize v večini primerov večjo vrednost za maso MK, ki pripadajo določeni skupin, kot pa seštevki mas NAMK, ENMK in VNMK programa Prodi 5.7 Expert Plus (Slika 7-10). Pri večini posameznih maščobnih kislin pa so podatki višji pri programu Prodi 5.7 Expert Plus (Slika 12-14, Priloga B). Pri tem smo ugotovili, da ima program Prodi 5.7 Expert Plus pri izpisu MK sistematsko pomanjkljivost oziroma napako, saj so seštevki za NAMK, ENMK in VNMK, ki jih izpiše, zelo velikokrat precej manjši kot so dejanske vsote posameznih MK.



Slika 11: Skupna masa maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih, ki smo jo določili s kemijsko analizo ter iz izpisa programa Prodi 5.7 Expert Plus in izračunov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus, v primerjavi s priporočili (FAO, 2010) (povprečne vrednosti ± standardni odkloni)

Na sliki 11 so grafično prikazani rezultati celodnevnih vsot mas MK pridobljenih s kemijsko analizo ter iz izpisa programa Prodi 5.7 Expert Plus in izračunov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus. Na grafu sta prikazani referenčna vrednost za minimalen celodnevni vnos maščob (20 % E) in referenčna vrednost za maksimalen celodnevni vnos maščob (35 % E). Na sliki je lepo razvidno, da so vsote mas, ki smo jih sešteli iz posameznih mas MK iz programa Prodi 5.7 Expert Plus pri vseh modelnih celodnevnih obrokih veliko višje od vsot mas MK iz izpisa programa Prodi 5.7 Expert Plus ter od vsot mas pridobljenih s kemijsko analizo.

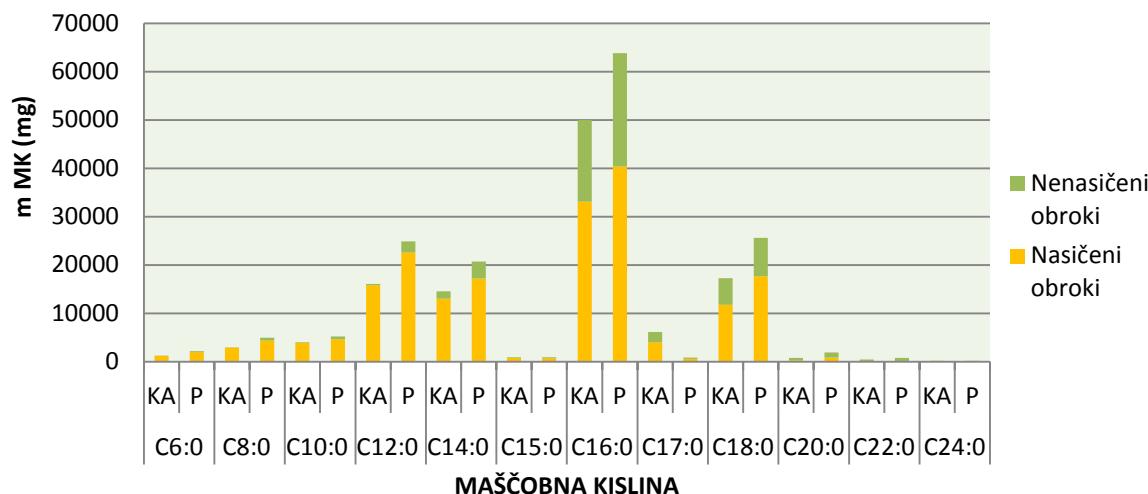
Odstopanje med rezultati pridobljenimi s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus je sicer najmanjše v ponedeljek (3 %), vendar če upoštevamo podatke iz izračunov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus je odstopanje v ponedeljek kar 26 %. Največje odstopanje med rezultati pridobljenimi s kemijsko analizo in rezultati iz izračunov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus je v torek (50 %), najmanjše pa v petek (22 %). Ravno nasprotno pa je v petek odstopanje med rezultati iz izpisov in izračunov programa Prodi 5.7 Expert Plus največje in sicer kar 71 %. Najmanjše odstopanje med rezultati iz izpisov in izračunov programa Prodi 5.7 Expert Plus pa je v ponedeljek in sredo, kjer sta v obeh primerih vsoti pridobljeni iz izračunov višji za 27 %.

Iz grafičnega prikaza standardnih odklonov vidimo, da so v vseh dneh standardni odkloni iz izračunov vsot mas MK iz programa Prodi 5.7 Expert Plus primerljivi s standardnimi odkloni iz izpisov programa Prodi 5.7 Expert Plus.

4.4 PRIMERJAVA MAŠČOBNOKISLINSKE SESTAVE

4.4.1 Skupna masa posameznih maščobnih kislin v vseh pet modelnih celodnevnih obrokov

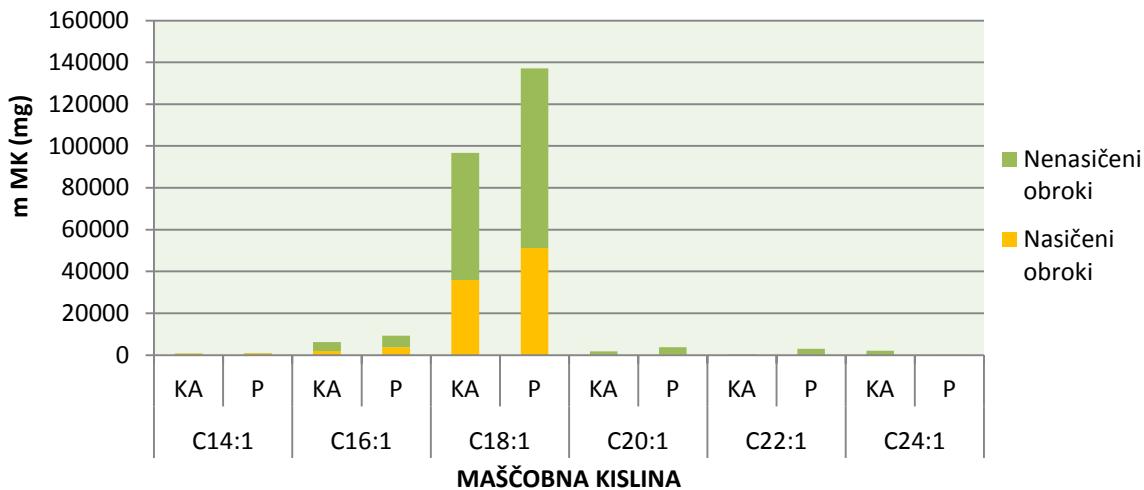
Seštevki mas posameznih maščobnih kislin v vseh petih modelnih celodnevnih obrokih, ki smo jih pridobili s pomočjo kemijske analize in s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus, so grafično predstavljeni na slikah 12, 13 in 14. Modelne celodnevne obroke v ponedeljek, sredo in petek smo združili v nasičene obroke, ker so vsebovali živila z večjo vsebnostjo nasičenih maščobnih kislin, modelna celodnevna obroka v torek in četrtek pa smo združili v nenasičena obroka, ker sta vsebovala živila z večjo vsebnostjo nenasičenih maščobnih kislin.



Slika 12: Masa nasičenih maščobnih kislin v vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Na sliki 12, ki prikazuje vsote mas NAMK, ki smo jih določili s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus vidimo, da je vsota mas NAMK vseh petih modelnih celodnevnih obrokov največja pri MK C12:0, C14:0, C16:0 in C18:0, katerih mase se gibljejo med 14,5 g in 63,8 g. Vsote mas kratko in srednje verižnih NAMK so precej manjše in se gibljejo med 1,3 g in 5,2 g. Najmanjše vsote mas pa smo dobili pri MK z 20 in več ogljikovimi atomi. Mase teh MK se gibljejo med 0,2 g in 1,9 g.

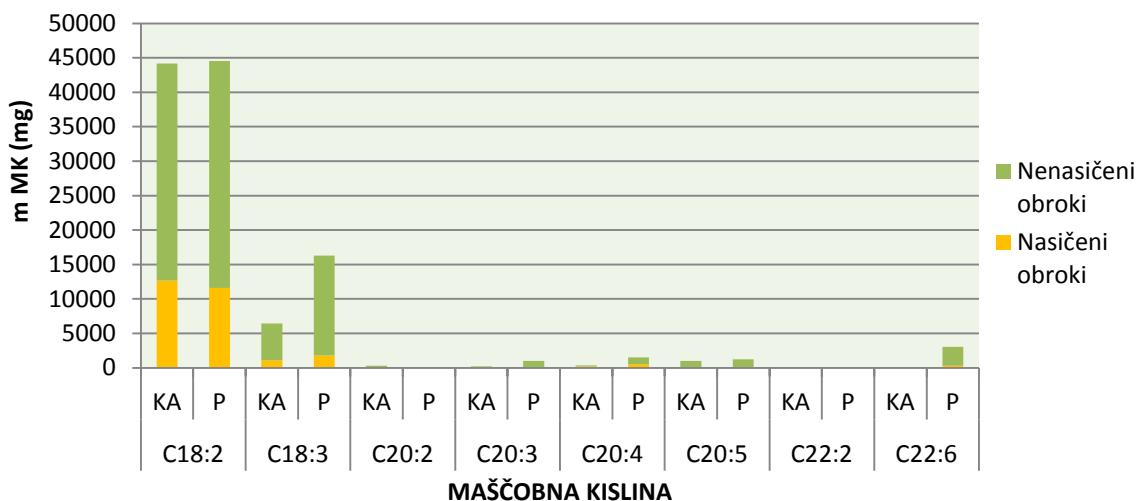
Iz slike 12 pa je razvidno tudi, da smo večji del NAMK določili v ponedeljkovem, sredinem in petkovem modelnem celodnevnu obroku (nasičeni obroki), kar prikazujejo oranžni stolpci, manjši del NAMK pa so prispevali nenasičeni obroki, kar je na grafu prikazano z zelenimi stolpcji.



Slika 13: Masa enkrat nenasičenih maščobnih kislin vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Na sliki 13 so podane vsote mas ENMK, ki smo jih pridobili s pomočjo kemijske analize in s pomočjo programa Prodi 5.7 Expert Plus. Celokupna masa MK C18:1 v vseh petih modelnih celodnevnih obrokih, ki smo jo določili s kemijsko analizo (96,7 g) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (137,1 g), je največja ne le med ENMK temveč med vsemi 26 MK, ki smo jih analizirali. Vsote mas ostalih ENMK se gibljejo med 0,01 g in 9,3 g.

Iz grafa vidimo tudi, da so nekoliko večji delež ENMK k skupni vsoti doprinesli nenasičeni modelni celodnevni obroki, kar prikazujejo zeleno obarvani stolpci.



Slika 14: Masa večkrat nenasičenih maščobnih kislin vseh modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Na sliki 14 so grafično prikazane še vsote mas VNMK iz vseh petih modelnih celodnevnih obrokov, ki smo jih pridobili s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus. Med VNMK smo največjo maso določili pri MK C18:2 in sicer 44,2 g s kemijsko analizo in 44,5 g s programom Prodi 5.7 Expert Plus. Vsota mas MK C18:3 vseh petih modelnih celodnevnih obrokov je 6,5 g oz. 16,3 g. Vsote ostalih VNMK se gibljejo med 0,0 g in 3,0 g.

Na sliki 14 vidimo tudi, da so nenasičeni obroki pri vseh večkrat nenasičenih maščobnih kislinah doprinesli veliko večji delež k skupni vsoti maščobnih kislin, kar prikazujejo zeleni stolpci, kot pa nasičeni obroki, kar prikazujejo rumeni stolci.

4.4.2 Rezultati odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus

Preglednica 12: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v vseh delnih obrokih (n=32)

MK	n	pojavnost MK (%)	odstopanje (%)		
			AV ± SD	min	maks
C6:O	21	66	733 ± 1516	2	5097
C8:0	24	75	964 ± 2004	2	9245
C10:0	25	78	642 ± 1259	1	4675
C12:0	30	94	6383 ± 29266	2	160889
C14:0	32	100	802 ± 1750	1	7929
C14:1	19	59	709 ± 1801	5	6055
C15:0	32	100	228 ± 483	21	1858
C16:0	32	100	110 ± 165	1	860
C16:1	32	100	278 ± 365	1	1138
C17:0	32	100	87 ± 19	17	100
C18:0	31	97	169 ± 312	2	1585
C18:1	32	100	130 ± 231	2	1243
C18:2	32	100	83 ± 112	1	467
C18:3	32	100	195 ± 182	2	711
C20:0	30	94	380 ± 568	1	2287
C20:1	26	81	569 ± 1652	0	8501
C20:2	10	31	92 ± 13	69	100
C20:3	12	38	223 ± 501	15	1810
C20:4	18	56	913 ± 3501	7	14938
C20:5	10	31	100 ± 60	6	245
C22:0	24	75	255 ± 572	19	2764
C22:1	7	22	975 ± 1465	43	4146
C22:2	1	3	100 ± /	100	100
C24:0	14	44	100 ± 52	34	266
C24:1	4	13	100 ± 0	99	100
C22:6	2	6	1083 ± 943	416	1750

n-število delnih obrokov v katerih se pojavi posamezna MK
pojavnost MK-odstotek delnih obrokov, v katerih se pojavi posamezna MK, glede na število vseh delnih obrokov v raziskavi

AV-povprečje odstopanj mas posamezne MK v vseh delnih obrokih
SD-standardni odklon odstopanj mas posamezne MK v vseh delnih obrokih
min-najmanjše odstopanje mas posamezne MK v vseh delnih obrokih
maks-največje odstopanje mas posamezne MK v vseh delnih obrokih

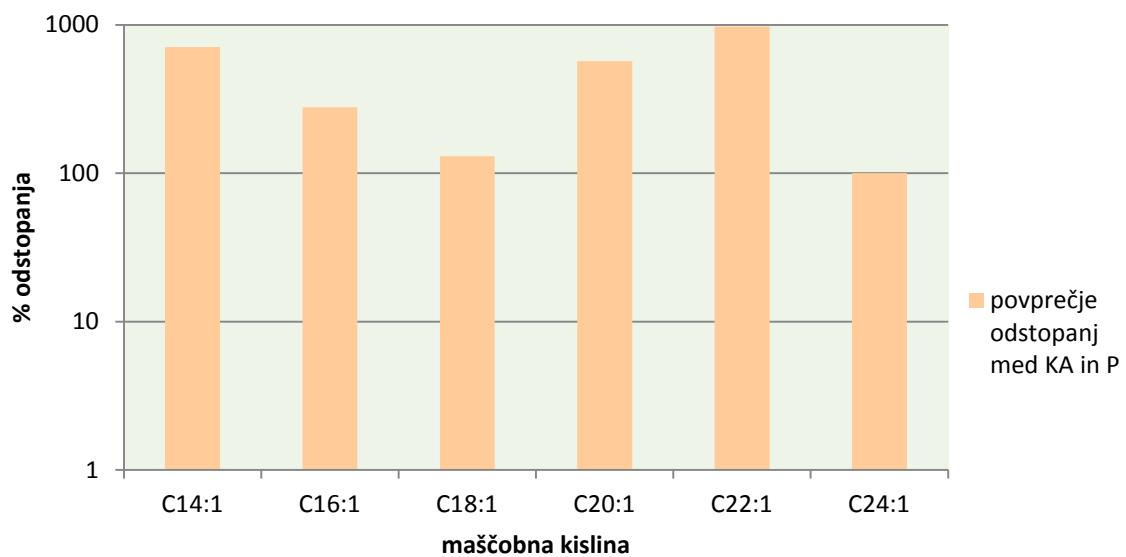
V preglednici 12 so podani rezultati primerjave maščobnokislinske sestave modelnih obrokov v odstotkih odstopanj mas pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus od

mas pridobljenih s kemijsko analizo. Odstotek razlike mas med posameznimi rezultati smo izračunali po enačbi 2, pri čemer P pomeni maso MK (mg/delni obrok) pridobljeno s programom Prodi 5.7 Expert Plus in KA maso MK (mg/delni obrok) pridobljeno s kemijsko analizo.



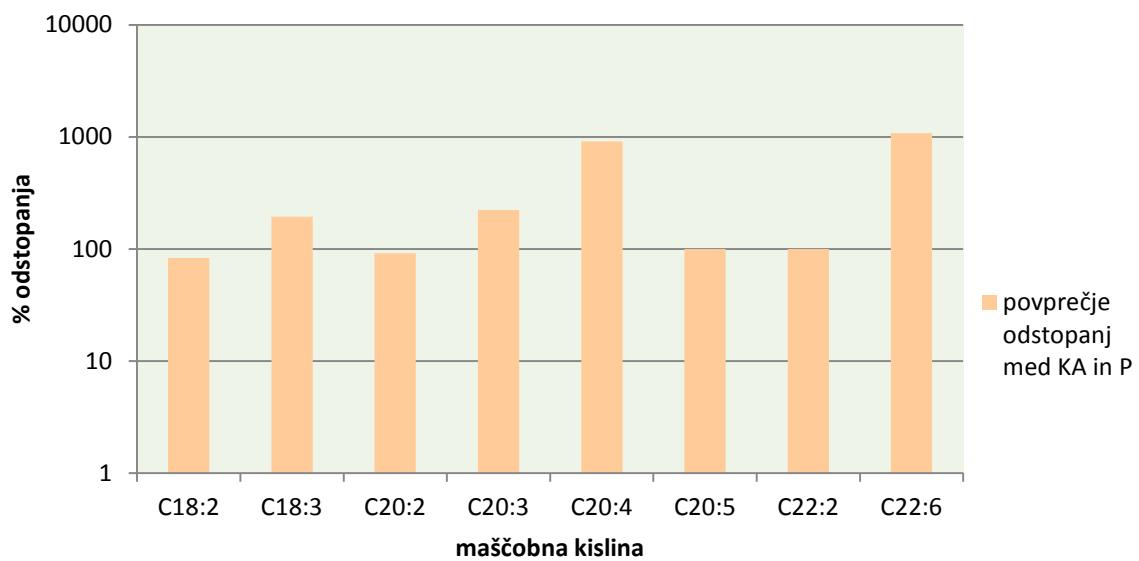
Slika 15: Povprečje odstopanj mas nasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Povprečje odstopanj glede na mase MK je grafično prikazano na slikah 15, 16 in 17. Zaradi boljše preglednosti so grafi podani z logaritemsko skalo ter brez standardnih odklonov, saj so le ti pri večini MK večji od povprečnih vrednosti odstopanj. Na sliki 15, ki prikazuje NAMK, vidimo, da je odstopanje med masami pridobljenimi s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus največje pri MK C12:0, kjer je povprečje odstopanj kar 6383 %. Nadpovprečno odstopajo tudi kratko in srednje verižne NAMK, pri katerih se mase pridobljene iz programa Prodi 5.7 Expert Plus razlikujejo od mas pridobljenih iz kemijske analize za 642 % do 964 %.



Slika 16: Povprečje odstopanj mas enkrat nenasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Slika 16 prikazuje mase ENMK, izmed katerih najbolj odstopajo mase MK C22:1 (975 %), C14:1 (709 %) in C20:1 (569 %). Najmanj pa odstopata masi MK C18:1 (130 %) in C24:1 (100 %).



Slika 17: Povprečje odstopanj mas večkrat nenasičenih maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

Na sliki 17 so podana še odstopanja mas VNMK, pri katerih je v povprečju odstopanje v primerjavi z odstopanji pri ostalih MK najmanjše, izjemi sta le MK C22:6 (1083 %) in C20:4 (913 %).

V splošnem lahko povemo, da najbolj odstopajo mase kratko in srednje verižnih nasičenih maščobnih kislin, manj mase dolgo verižnih nasičenih maščobnih kislin in enkrat nenasičenih maščobnih kislin, izjemi sta MK C14:1 in C22:1, najmanj pa mase večkrat nenasičenih maščobnih kislin, izjemi sta MK C22:6 in C20:4.

Preglednica 13: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin (n=26) med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na delne obroke

delni obrok	n	pojavnost MK (%)	odstopanje (%)		
			AV ± SD	min	maks
po_1	20	77	148 ± 169	1	739
po_2	19	73	43 ± 40	2	174
po_3	15	58	136 ± 325	13	1298
po_4	8	31	175 ± 158	24	479
po_5	16	62	25 ± 25	1	86
to_1	19	73	1432 ± 1880	2	5546
to_2	16	62	101 ± 65	35	321
to_3	18	69	1705 ± 3865	21	14938
to_4	23	89	163 ± 379	1	1750
to_5	19	73	79 ± 95	4	430
to_6	15	58	922 ± 1718	32	5869
to_7	15	58	448 ± 666	72	2505
to_8	17	65	385 ± 678	10	2293
sr_1	19	73	1557 ± 3225	1	11039
sr_2	15	58	637 ± 448	47	1585
sr_3	17	65	312 ± 560	2	2287
sr_4	22	85	123 ± 133	0	521
sr_5	19	73	54 ± 46	2	155
sr_6	16	62	641 ± 758	21	2663
če_1	19	73	1365 ± 1822	6	6055
če_2	15	58	58 ± 75	5	288
če_3	16	62	10773 ± 40077	11	160889
če_4	12	46	182 ± 219	35	649
če_5	18	69	381 ± 778	3	2823
če_6	18	69	109 ± 233	3	1031
če_7	16	62	87 ± 53	20	237
pe_1	22	85	99 ± 123	1	478
pe_2	21	81	45 ± 33	1	100
pe_3	22	85	250 ± 217	64	977
pe_4	15	58	648 ± 1062	44	3978
pe_5	20	77	73 ± 24	24	100
pe_6	22	85	39 ± 33	2	100

n-število MK, ki se pojavijo v posameznem delnem obroku

pojavnost MK-odstotek MK v danem delnem obroku glede na število vseh MK, ki se pojavijo v raziskavi

AV-povprečje odstopanj mas MK v danem delnem obroku

SD-standardni odklon odstopanj mas MK v danem delnem obroku

min-najmanjše odstopanje mas MK v danem delnem obroku

maks-največje odstopanje mas MK v danem delnem obroku

Prav tako kot v preglednici 12 so v preglednici 13 podani rezultati primerjave maščobnokislinske sestave v modelnih obrokih izraženi v odstotkih odstopanj mas MK pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus od mas MK pridobljenih s kemijsko analizo, ki smo jih tudi v tem primeru izračunali po enačbi 2.

Iz rezultatov odstotkov odstopanj med masami posameznih MK v posameznem delnem obroku smo pri vseh 32 delnih obrokih izračunali povprečne vrednosti odstopanj mas vseh 26 MK glede na posamezen delni obrok. Iz tabele je razvidno, da smo v prvem delnem obroku (po_1) primerjali mase 20 MK ($n=20$, 77 %) in da je povprečje odstopanj med masami pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus 148 %, pri čemer je najmanjše odstopanje (min) pri MK C18:2 in sicer samo 1 %, največje odstopanje (maks) pa je pri MK C20:1 in sicer 739 %.

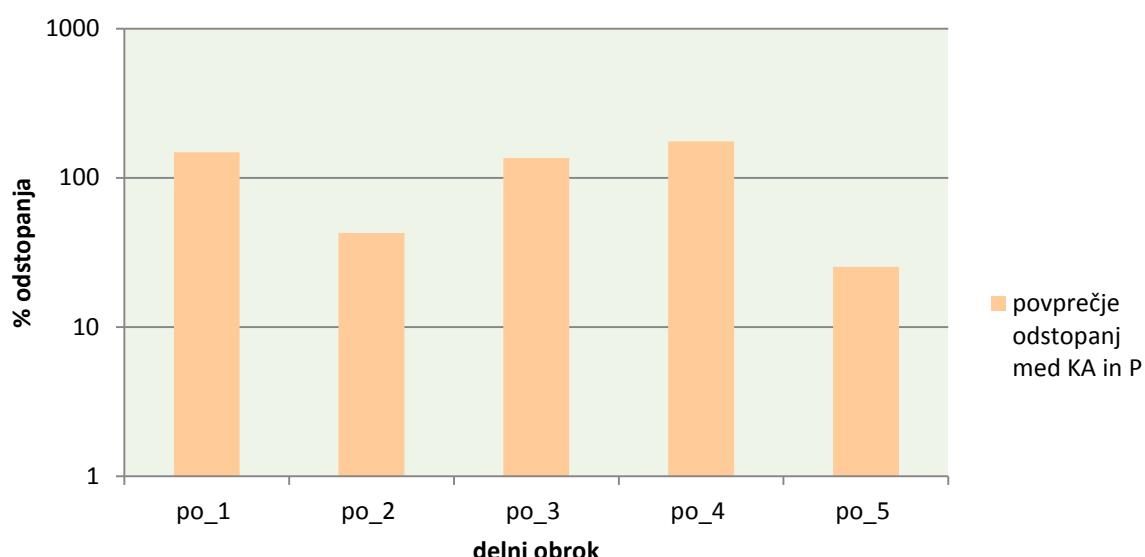
Največja razlika primerjave mas MK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus je pri delnem obroku če_3, kjer je povprečje odstopanj mas med 16 analiziranimi MK kar 10773 %. Delni obrok če_3 zajema del kosila v četrtkovem celodnevnom obroku in sicer je to pečena riba bradati huj. Večje razlike v primerjavi mas MK smo ugotovili tudi pri delnem obroku to_3 ($n=18$), kjer je povprečje odstopanj 1705 %. Gre za torkovo dopoldansko malico - francoski rogljič z marmelado in kompot. Sledi delni obrok sr_1 ($n=19$), kjer je povprečje odstopanj 1557 %, v tem primeru gre za analizo zajtrka v sredo - toast in Viki krema. Tudi pri zajtrkih v torek in četrtek, kjer gre v obeh primerih za pripravljen skutin namaz z zelišči, je povprečje odstopanj med masami MK zelo veliko in sicer pri delnem obroku to_1 ($n=19$) 1432 % in če_1 ($n=19$) 1365 %. Pri vseh ostalih delnih obrokih so povprečja odstopanj med masami MK manjša od 922 %. Kljub temu pa sorazmerno zelo odstopajo tudi delni obroki to_6 - cvetača v solati, pe_4 - polenta, sr_6 - cmoki in kompot, sr_2 - sendvič s savinjskim želodcem, kumare in ledeni čaj in to_7 - rezina z oreščki in sojin napitek.

Najmanjše povprečje odstopanj med masami MK izmed vseh 32 delnih obrokov je pri delnem obroku po_5 ($n=16$) in sicer samo 25 %. Delni obrok po_5 zajema ponedeljkovo večerjo - mlečni riž in kakav. Sledijo ji petkova večerja - bruskete s sirom, pe_6 ($n=22$), kjer je povprečje odstopanj 39 %, delni obrok po_2 ($n=19$), kjer je povprečje odstopanj 43 % in gre za ponedeljkovo dopoldansko malico - sendvič s Poli salamo in Pingo sok ter delni obrok pe_2 ($n=21$), kjer gre za petkovo dopoldansko malico - sendvič s Savinjskim želodcem in je povprečje odstopanj 45 %.

Tudi v preglednici 13 lahko vidimo pojavnost MK v posameznih obrokih. Iz preglednice je razvidno, da se pri nobenem delnem obroku ne pojavi vseh 26 MK. Največ MK smo

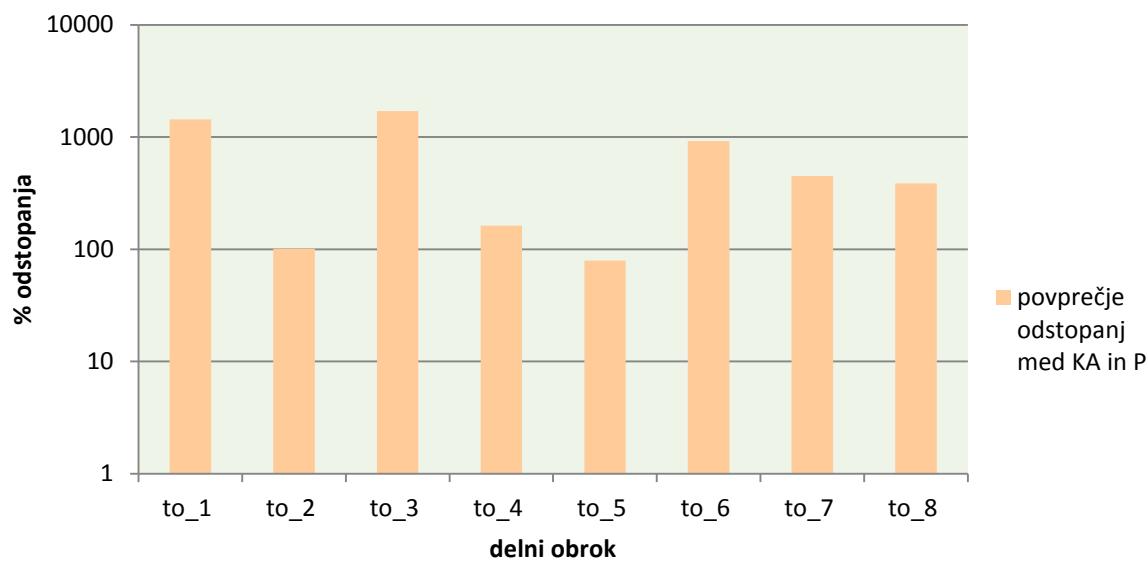
določili pri delnem obroku to_4 - losos, in sicer 23 (89 %) MK. Po 22 (85 %) MK smo določili pri delnih obrokih sr_4 - puding Monte, pe_1 - kajzerica, maslo in marmelada, pe_3 - piščanec z bučkami in pe_6 - bruskete s sirom. V povprečju smo pri posameznem delnem obroku določili 17,6 MK. Najmanj MK smo določili pri delnem obroku po_4 - banana, in sicer samo 8 MK.

Povprečje odstopanj med masami MK glede na delni obrok je grafično prikazano na slikah 18-22. Zaradi boljše preglednosti so grafi podani z logaritemsko skalo ter brez standardnih odklonov, saj so le ti pri večini MK večji od povprečnih vrednosti odstopanj.



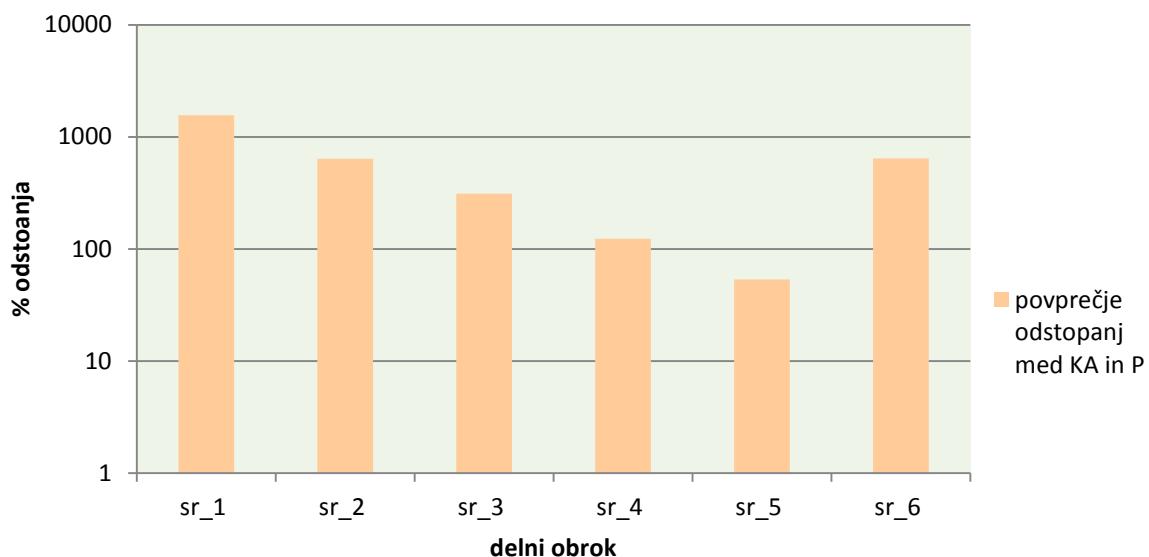
Slika 18: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v ponedeljkovem modelnem celodnevnom obroku

Na sliki 18 je grafično prikazano povprečje odstopanj med masami MK pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus pri delnih obrokih v ponedeljkovem modelnem celodnevnom obroku. V povprečju najbolj odstopajo mase MK pri delnem obroku po_4 - banana. Delni obrok po_4 uvrščamo med enostavne obroke. Nekoliko manjše odstopanje mas MK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus je pri delnem obroku po_1, ki zajema zajtrk v ponedeljek (polnozrnat toast, maslo, marmelada in mleko) ter pri delnem obroku po_3, ki zajema ponedeljkovo kosilo (fižolova enolončnica). Oba delna obroka uvrščamo med kompleksna obroka. Najmanjše odstopanje pa smo opazili pri delnih obrokih po_2 - sendvič s Poli salamo in po_5 - mlečni riž s kakavom in prav tako lahko oba uvrščamo med kompleksna obroka. Glede na ostale modelne celodnevne obroke, mase MK pri delnih obrokih v ponedeljkovem modelnem celodnevnu obroku v povprečju najmanj odstopajo.



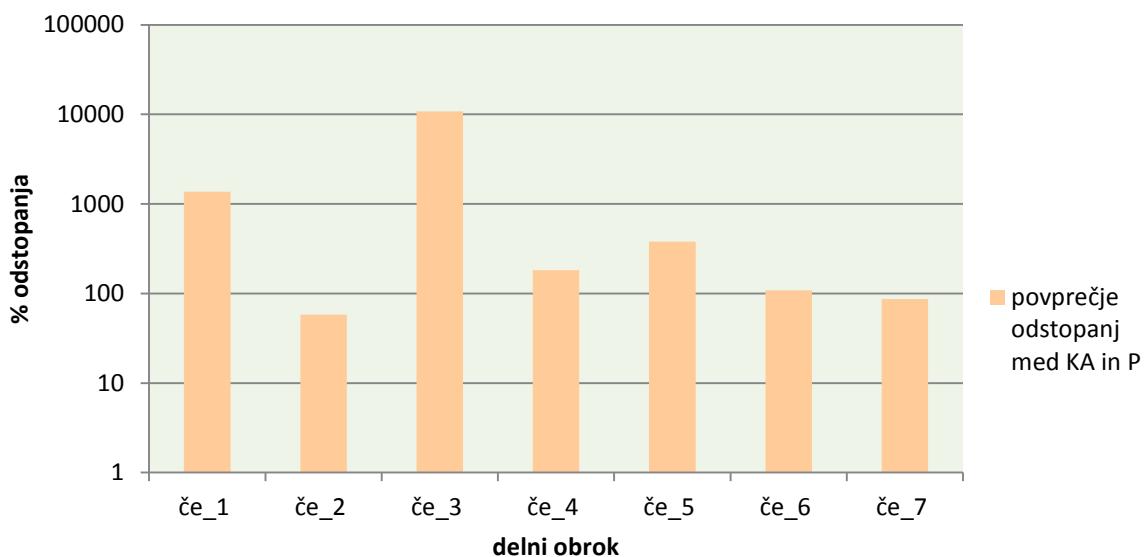
Slika 19: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v torkovem modelnem celodnevnom obroku

Slika 19 prikazuje povprečje odstopanj mas MK pri delnih obrokih v torkovem modelnem celodnevnu obroku. V povprečju smo največje razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus določili pri delnih obrokih to_3 (francoski rogljič z marmelado in kompot), ki je kompleksen obrok ter to_1 (skutin namaz) in to_6 (cvetača v solati). Oba obroka uvrščamo med enostavna obroka. Najmanjše odstopanje mas MK med obema metodama pridobivanja podatkov pa smo ugotovili pri delnem obroku to_4 - losos (kompleksen obrok), to_2 - kajzerica (enostaven obrok) in pri delnem obroku to_5 - rižota, ki jo prav tako uvrščamo med kompleksne obroke.



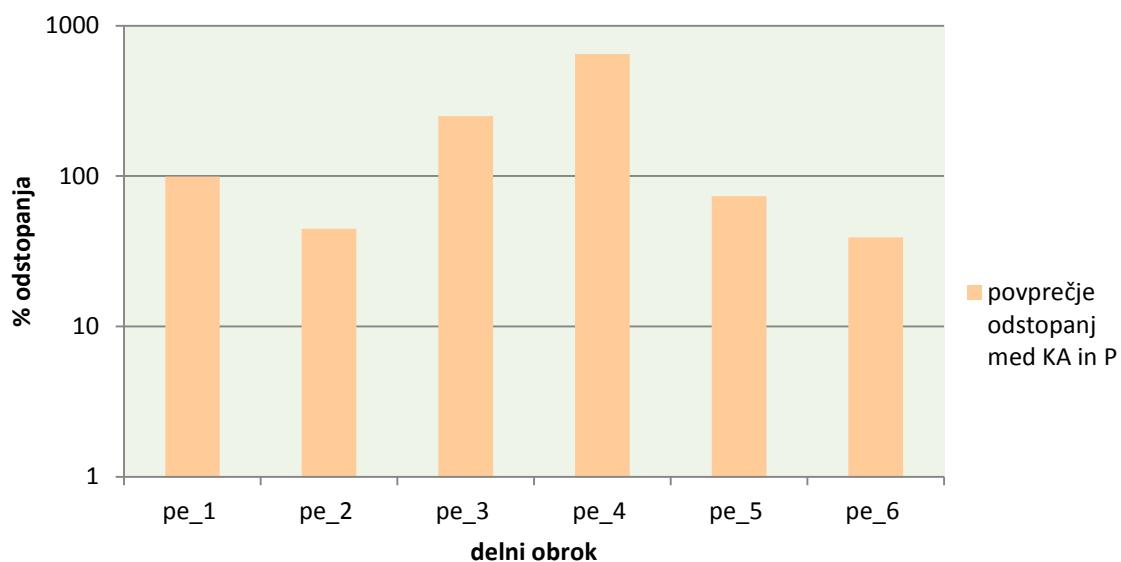
Slika 20: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v sredinem modelnem celodnevnu obroku

Na sliki 20 so podana povprečja odstopanj mas MK pri delnih obrokih v sredinem modelnem celodnevnu obroku. Izmed šestih delnih obrokov v sredo najbolj odstopajo mase MK pri delnem obroku sr_1 - toast in namaz Viki krema, ki ga uvrščamo med enostavne obroke. Nekoliko manjše odstopanje med masami MK pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus je pri delnem obroku sr_6 (cmoki in kompot) ter pri delnem obroku sr_2 (sendvič s Savinjskim želodcem in Ledeni čaj), ki sta oba kompleksna obroka. Najmanjše odstopanje mas MK med obema metodama pridobivanja podatkov pa smo ugotovili pri delnem obroku sr_5 (banana in skutka), ki ga uvrščamo med enostavne obroke.



Slika 21: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v četrtkovem modelnem celodnevnom obroku

Slika 21 prikazuje povprečje odstopanj mas MK pri delnih obrokih v četrtkovem modelnem celodnevnu obroku. Pri delnih obrokih v četrtek najbolj odstopa delni obrok če_3 - riba bradati huj, ki ga uvrščamo med kompleksne obroke. Zelo veliko povprečje odstopanj med masami MK smo ugotovili tudi pri delnem obroku če_1 - skutin namaz, ki je enostaven obrok. Pri ostalih delnih obrokih je odstopanje mas MK med obema metodama pridobivanja podatkov sorazmerno majhno. Najmanjše odstopanje med masami MK pa smo ugotovili pri delnem obroku če_2, ki je četrtkova dopoldanska malica (sosedovo pecivo in sojin napitek) in ga lahko prav tako uvrščamo med kompleksne obroke.



Slika 22: Povprečje odstopanj mas maščobnih kislin med kemijsko analizo (KA) in programom Prodi 5.7 Expert Plus (P) pri posameznih delnih obrokih v petkovem modelnem celodnevnu obroku

Na sliki 22 je grafično prikazano še povprečje odstopanj mas MK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pri delnih obrokih v petkovem modelnem celodnevnu obroku. V povprečju smo največje razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus določili pri delnem obroku pe_4 (polenta) in ga uvrščamo med enostavne obroke. Najmanjše odstopanje mas MK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pa smo ugotovili pri delnih obrokih pe_2 (sendvič s Savinjskim želodcem) in pe_6 (bruskete s sirom). Oba delna obroka uvrščamo med kompleksne obroke.

4.4.3 Statistična primerjava rezultatov

S statistično analizo »parni t-test« smo primerjali razlike med kemijsko analizo in računalniškim programom Prodi 5.7 Expert Plus za povprečne dnevne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, povprečne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, v obroku ter delnem obroku, povprečne vrednosti posameznih maščobnih kislin v delnem obroku in povprečne vrednosti MK pri posameznem delnem obroku glede na dan.

4.4.3.1 Statistična primerjava vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini

Preglednica 14: Povprečne dnevne (n=5) vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini

MK skupine	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
vsota	55391,0 ± 14987,6	44547,4 - 68779,2	52547,2 ± 18217,0	41733,8 - 69034,8	0,510	5	0,877
NAMK	23110,0 ± 9114,8	16414,8 - 29513,6	23264,0 ± 8701,7	16822,5 - 30349,2	0,941	-1	0,882*
ENMK	21616,6 ± 13376,8	11612,6 - 32315,2	20673,4 ± 12305,6	12503,4 - 31441,3	0,619	4	0,957*
VNMK	10664,6 ± 8088,2	4700,4 - 17153,4	8609,8 ± 8635,5	2699,2 - 16264,0	0,087	19	0,973**
SCFA	251,0 ± 201,8	94,6 - 397,8	677,5 ± 483,4	316,4 - 1056,8	0,040	-170	0,892*
MCFA	1402,6 ± 1346,4	343,5 - 2581,2	1781,2 ± 1340,5	764,7 - 2884,9	0,015	-27	0,988**
LCFA	53737,2 ± 16116,5	42196,8 - 67930,9	49925,3 ± 18993,2	39057,8 - 66745,9	0,394	7	0,883*

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 14 so podani statistični rezultati primerjave dnevne vsote (n=5) mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus. Pri vsoti mas vseh maščobnih kislin, vsoti mas maščobnih kislin, ki pripadajo skupini NAMK, ENMK, VNMK oz. LCFA ni bilo statistično značilnih razlik ($P > 0,05$). Statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pa smo kljub močni korelaciji ugotovili pri SCFA in kljub zelo močni korelaciji pri MCFA ($P < 0,05$).

povprečne dnevne vsote mas SCFA, saj je povprečna vrednost podatkov iz programa Prodi 5.7 Expert Plus kar za 170 % večja od povprečne vrednosti podatkov iz kemijske analize.

Preglednica 15: Povprečne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, v obroku (n=25)

skupine MK	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
vsota	11078,2 ± 9036,1	7747,9 - 14859,3	10509,5 ± 8818,2	7382,9 - 14194,3	0,678	5	0,712***
NAMK	4622,0 ± 4825,6	2899,5 - 6752,7	4652,8 ± 5495,5	2721,2 - 7056,6	0,947	-1	0,910***
ENMK	4323,4 ± 4937,0	2647,2 - 6398,6	4134,6 ± 3993,4	2698,6 - 5774,1	0,779	4	0,742***
VNMK	2132,9 ± 2400,2	1358,3 - 3070,1	1722,0 ± 2419,1	908,1 - 2734,8	0,306	19	0,667***
SCFA	50,3 ± 73,5	25,3 - 79,5	135,6 ± 252,7	53,4 - 250,6	0,053	-170	0,687***
MCFA	280,5 ± 582,2	89,7 - 541,6	356,2 ± 693,9	123,3 - 663,4	0,130	-27	0,943***
LCFA	10747,4 ± 8811,3	7507,2 - 14446,7	9985,0 ± 8380,3	6963,8 - 13523,6	0,572	7	0,702***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 15 so podani statistični rezultati primerjave vsote mas MK, ki pripadajo določeni skupini, med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na obrok (n=25). Pri nobeni od skupin MK nismo ugotovili statistično značilnih razlik (P > 0,05).

Preglednica 16: Povprečne vrednosti vsote mas maščobnih kislin, ki pripadajo določeni skupini, v delnem obroku (n=32)

skupine MK	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
vsota	8595,7 ± 5772,5	6666,2 - 10520,0	8193,8 ± 7043,4	5775,1 - 10708,2	0,698	5	0,605***
NAMK	3583,7 ± 3694,8	2381,6 - 4910,2	3629,8 ± 4345,3	2184,4 - 5247,3	0,906	-1	0,864***
ENMK	3367,0 ± 2989,5	2416,9 - 4441,3	3226,0 ± 3157,4	2194,1 - 4430,3	0,774	4	0,599***
VNMK	1645,1 ± 1715,1	1129,2 - 2266,4	1338,1 ± 2131,6	736,5 - 2116,1	0,285	19	0,675***
SCFA	39,3 ± 62,3	20,1 - 63,3	105,9 ± 228,3	37,5 - 192,6	0,053	-169	0,735***
MCFA	218,7 ± 467,1	78,2 - 397,6	278,1 ± 561,6	113,5 - 496,8	0,150	-27	0,918***
LCFA	8337,8 ± 5567,4	6479,9 - 10191,5	7783,8 ± 6671,1	5489,4 - 10178,3	0,585	7	0,582***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 16 pa so podani še statistični rezultati primerjave vsote mas MK, ki pripadajo določeni skupini, med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na delni obrok (n=32). Tudi pri primerjavi glede na delni obrok so pri vseh skupinah MK razlike statistično neznačilne (P > 0,05).

4.4.3.2 Statistična primerjava posameznih maščobnih kislin

Preglednica 17: Povprečne vrednosti mase nasičenih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)

NAMK	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
C6:O	39,3 ± 62,3	19,4 - 62,3	68,0 ± 116,9	33,2 - 114,6	0,035	-73	0,832***
C8:0	92,2 ± 244,7	26,9 - 183,7	154,3 ± 314,8	71,0 - 268,7	0,011	-67	0,922***
C10:0	125,0 ± 228,9	59,7 - 207,6	163,2 ± 260,2	89,3 - 255,6	0,032	-31	0,930***
C12:0	502,7 ± 1602,3	87,2 - 1107,9	777,0 ± 1855,7	276,1 - 1481,6	0,035	-55	0,928***
C14:0	454,3 ± 717,9	244,9 - 704,5	646,7 ± 841,1	393,0 - 948,3	0,002	-42	0,930***
C15:0	27,2 ± 43,9	13,3 - 43,5	27,5 ± 58,3	11,0 - 50,4	0,972	-1	0,738***
C16:0	1562,5 ± 1324,7	1149,5 - 2010,0	1993,4 ± 1452,4	1522,5 - 2487,7	0,012	-28	0,786***
C17:0	191,9 ± 123,3	150,8 - 234,8	25,4 ± 44,6	12,1 - 41,0	0,000	87	0,239
C18:0	539,1 ± 527,7	364,8 - 728,2	799,6 ± 649,3	583,0 - 1023,1	0,006	-48	0,661***
C20:0	24,8 ± 45,5	13,0 - 41,8	58,8 ± 73,3	36,0 - 85,3	0,006	-137	0,465**
C22:0	13,3 ± 17,7	7,9 - 19,5	23,4 ± 79,1	2,9 - 54,6	0,439	-76	0,416*
C24:0	5,1 ± 8,9	2,5 - 8,3	6,0 ± 25,7	0,8 - 15,5	0,805	-18	0,756***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 17 so podani rezultati statistične primerjave povprečnih vrednosti za mase NAMK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v vseh 32 delnih obrokih. Rezultati so pokazali, da obstaja med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus dobra korelacija pri skoraj vseh NAMK razen pri C17:0, C20:0 in C22:0, kljub temu pa smo pri skoraj vseh NAMK, razen pri C15:0, C22:0 in C24:0 ugotovili statistično značilne razlike, kjer je P > 0,05. MK C14:0, C17:0, C18:0 in C20:0 se statistično zelo značilno razlikujejo (P < 0,01).

Iz podatkov o razliki povprečnih vrednosti vidimo, da smo pri vseh NAMK, razen pri MK C17:0, določili večje vrednosti s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

Iz preglednice 17 je razvidno, da smo v povprečju v vseh 32 delnih obrokih določili največ MK C16:0 in sicer 1,6 oz. 2,0 g/delni obrok. Sledijo ji MK C18:0, C12:0 in C14:0, v tem zaporedju. V povprečju so se v delnih obrokih v najmanjših količinah pojavljale MK C24:0, C22:0, C20:0, C15:0 in C6:0.

Preglednica 18: Povprečne vrednosti mase enkrat nenasičenih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)

ENMK	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
C14:1	22,1 ± 38,0	10,3 - 36,7	28,8 ± 64,5	11,2 - 53,5	0,388	-30	0,762***
C16:1	196,2 ± 452,1	75,7 - 387,5	290,8 ± 451,2	164,4 - 474,3	0,007	-48	0,916***
C18:1	3022,5 ± 2357,5	2247,0 - 3898,8	4285,9 ± 3609,2	3092,0 - 5480,2	0,010	-42	0,689***
C20:1	56,6 ± 205,3	11,1 - 144,4	117,0 ± 281,6	35,8 - 235,7	0,062	-107	0,780***
C22:1	5,9 ± 24,8	0,6 - 16,2	91,2 ± 273,9	10,7 - 207,7	0,069	-1446	0,755***
C24:1	63,2 ± 309,0	0,6 - 184,2	0,3 ± 1,9	0,0 - 1,0	0,256	99	0,993***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Preglednica 18 prikazuje rezultate statistične primerjave povprečnih vrednosti za mase ENMK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v vseh 32 delnih obrokih. Kljub dobri korelaciji pri MK C16:1 in C18:1, so vrednosti pridobljene s programom Prodi 5.7 Expert Plus statistično značilno višje kot vrednosti pridobljene s kemijsko analizo. V obeh primerih je P < 0,01. Pri ostalih ENMK ni bilo statistično značilnih razlik.

Prav tako kot pri NAMK smo tudi pri ENMK določili večje vrednosti s programom Prodi 5.7 Expert Plus pri vseh MK razen pri C24:1.

Iz podatkov o povprečnih vrednostih vidimo, da smo v povprečju pri vseh 32 delnih obrokih določili največje mase MK C18:1 in sicer 3,0 oz. 4,3 g/delni obrok. Sledita ji MK C16:1 in C20:1. V povprečju smo v delnih obrokih določili najmanjše količine MK C14:1 in C24:1.

Preglednica 19: Povprečne vrednosti mase večkrat nenasičenih maščobnih kislin v delnem obroku (n=32)

VNMK	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
C18:2	1379,8 ± 1399,2	928,1 - 1885,9	1391,8 ± 1897,1	829,5 - 2076,6	0,958	-1	0,737***
C18:3	201,5 ± 295,2	114,9 - 315,1	509,3 ± 798,2	267,7 - 817,7	0,019	-153	0,496**
C20:2	9,8 ± 43,7	1,0 - 26,1	1,8 ± 8,3	0,1 - 5,0	0,217	82	0,993***
C20:3	7,1 ± 27,8	1,3 - 17,8	31,8 ± 130,8	4,8 - 79,7	0,300	-348	0,055
C20:4	10,7 ± 19,9	4,9 - 18,0	47,1 ± 145,7	7,0 - 103,6	0,147	-340	0,427*
C20:5	32,3 ± 160,0	1,5 - 92,0	38,5 ± 171,7	0,8 - 102,9	0,236	-19	0,987***
C22:6	3,3 ± 18,2	0,0 - 9,8	95,2 ± 342,4	12,7 - 233,7	0,120	-2785	0,963***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Preglednica 19 pa prikazuje še rezultate statistične primerjave povprečnih vrednosti za mase VNMK med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus v vseh 32 delnih obrokih. Statistično značilno razliko pri VNMK smo ugotovili le pri MK C18:3 ($P < 0,05$), kjer je povprečje podatkov pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus višje za 153 %. Rezultati so pri MK C20:3 pokazali, da obstaja med vrednostmi pridobljenimi s kemijsko analizo in vrednostmi pridobljenimi s programom Prodi 5.7 Expert Plus neznatna povezanost, kljub temu pa vrednosti niso statistično značilno različne. Prav tako pri vseh ostalih VNMK v povprečju ni statistično značilnih razlik.

Podatki o razliki povprečnih vrednosti VNMK nam kažejo, da smo v povprečju s kemijsko analizo določili večje vrednosti pri MK C20:2, pri vseh ostalih VNMK pa smo v povprečju določili večje vrednosti s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

Iz povprečnih vrednosti mas MK vidimo, da sta se v večjih količinah pojavljali MK C18:2 (1,4 g/delni obrok) in C18:3 (0,2 oz. 0,5 g/delni obrok). Vse ostale VNMK so se v povprečju pojavljale v posameznem delnem obroku v zelo majhnih količinah.

4.4.3.3 Statistična primerjava posameznih delnih obrokov v modelnih celodnevnih obrokih

V preglednicah od 20 do 24 so za vseh 26 MK podani rezultati statistične primerjave povprečnih vrednosti mase MK pri posameznih delnih obrokih od ponedeljka do petka.

Preglednica 20: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n = 26) pri posameznem delnem obroku v ponedeljek

delni obrok	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
po_1	535,0 ± 1121,1	169,6 - 1044,4	906,2 ± 1814,8	311,8 - 1730,2	0,014	-69	0,993***
po_2	363,8 ± 769,5	111,5 - 707,0	335,0 ± 756,4	84,4 - 682,4	0,478	8	0,965***
po_3	679,1 ± 1537,0	223,6 - 1349,3	802,2 ± 1940,9	226,4 - 1653,8	0,160	-18	0,996***
po_4	3,5 ± 11,0	0,4 - 8,5	3,2 ± 9,0	0,4 - 7,2	0,900	9	0,257
po_5	266,6 ± 533,5	96,7 - 513,9	285,0 ± 592,6	88,2 - 562,3	0,396	-7	0,987***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Preglednica 20 prikazuje rezultate statistične primerjave povprečnih vrednosti MK pri posameznih dnevnih obrokih ponedeljkovega modelnega celodnevnega obroka. Statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus smo, kljub zelo močni korelaciji, ugotovili pri delnem obroku po_1 (P < 0,05) - ponedeljkov zajtrk. Razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pri vseh ostalih delnih obrokih v ponedeljek niso statistično značilne.

Iz podatkov o razliki povprečnih vrednosti mas MK vidimo, da smo pri delnih obrokih po_2 ter po_4 določili večjo vrednost mas MK s kemijsko analizo, pri ostalih delnih obrokih v ponedeljek pa smo večje vrednosti mas MK določili s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

Preglednica 21: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v torek

delni obrok	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
to_1	199,9 ± 560,6	25,1 - 439,1	295,4 ± 664,7	69,0 - 562,3	0,189	-48	0,840***
to_2	34,6 ± 81,7	7,5 - 69,9	8,8 ± 18,0	3,0 - 16,5	0,053	75	0,954***
to_3	364,9 ± 857,0	89,6 - 719,5	811,0 ± 1181,9	417,6 - 1291,8	0,000	-122	0,941***
to_4	948,9 ± 2023,0	330,6 - 1847,2	741,8 ± 1475,6	288,9 - 1358,8	0,286	22	0,893***
to_5	359,7 ± 1089,7	60,5 - 818,2	330,9 ± 1011,1	54,4 - 757,4	0,268	8	0,995***
to_6	270,9 ± 823,6	35,5 - 615,0	817,0 ± 2250,6	159,3 - 1754,9	0,067	-202	0,978***
to_7	484,0 ± 1475,2	36,3 - 1116,8	1086,6 ± 3117,1	128,1 - 2419,3	0,074	-125	0,999***
to_8	395,4 ± 1165,8	38,6 - 889,8	504,9 ± 1814,4	40,2 - 1271,2	0,458	-28	0,970***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 21 so podani rezultati statistične primerjave povprečnih vrednosti MK pri posameznih delnih obrokih torkovega modelnega celodnevnega obroka. Pri vseh delnih obrokih torkovega modelnega celodnevnega obroka smo opazili dobro korelacijo med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus. Edino statistično značilno razliko med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus smo ugotovili pri delnem obroku to_3 (P < 0,05), ki je torkova dopoldanska malica.

Podatki o razliki povprečnih vrednosti mas MK pri delnih obrokih v torek nam kažejo, da smo v povprečju določili večje vrednosti za mase MK s kemijsko analizo pri delnih obrokih to_2, to_4 in to_5. Pri vseh ostalih delnih obrokih pa smo v povprečju večje vrednosti za mase MK določili s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

Preglednica 22: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v sredo

delni obrok	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
sr_1	297,2 ± 811,1	31,4 - 637,4	138,6 ± 254,8	55,6 - 241,5	0,225	53	0,725***
sr_2	32,9 ± 63,9	11,4 - 57,4	323,2 ± 724,2	88,5 - 610,0	0,035	-882	0,960***
sr_3	504,4 ± 1177,7	149,8 - 1003,4	704,2 ± 1304,4	282,6 - 1233,0	0,215	-40	0,796***
sr_4	445,8 ± 917,7	145,4 - 793,5	712,0 ± 1507,1	236,6 - 1314,5	0,140	-60	0,840***
sr_5	163,2 ± 326,6	57,5 - 286,5	145,5 ± 305,1	46,2 - 260,3	0,235	11	0,975***
sr_6	61,2 ± 112,6	21,4 - 105,5	167,7 ± 343,7	54,3 - 305,1	0,046	-174	0,827***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

Preglednica 22 prikazuje rezultate statistične primerjave povprečnih vrednosti mas MK pri posameznih delnih obrokih sredinega modelnega celodnevnega obroka. Statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus smo ugotovili pri delnih obrokih sr_2 in sr_6 ($P < 0,05$). Sr_2 je dopoldanska malica, kjer je povprečje podatkov pri programu Prodi 5.7 Expert Plus kar za 882 % večje od povprečja podatkov pri kemijski analizi. Povprečje podatkov pri delnem obroku sr_6 pa je pri programu Prodi 5.7 Expert Plus večje od povprečja podatkov pri kemijski analizi za 174 %.

Podatki o razliki povprečnih vrednosti mas MK pri delnih obrokih v sredo nam kažejo, da smo v povprečju določili večje vrednosti za mase MK s kemijsko analizo pri delnih obrokih sr_1 in sr_5.

Preglednica 23: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v četrtek

delni obrok	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
če_1	190,5 ± 536,6	22,1 - 425,0	302,2 ± 690,0	72,3 - 608,2	0,147	-59	0,836***
če_2	456,5 ± 1286,8	73,4 - 1026,4	379,2 ± 1149,6	43,2 - 910,1	0,040	17	0,995***
če_3	117,7 ± 363,0	24,6 - 269,3	422,7 ± 1279,4	101,1 - 982,6	0,106	-259	0,978***
če_4	247,9 ± 813,6	30,6 - 597,0	402,6 ± 1148,7	62,4 - 938,3	0,074	-62	0,964***
če_5	300,9 ± 831,7	58,1 - 658,4	189,5 ± 429,9	53,8 - 369,0	0,235	37	0,922***
če_6	596,7 ± 1576,5	137,2 - 1298,2	850,0 ± 2721,5	147,3 - 2049,7	0,307	-42	0,974***
če_7	231,5 ± 640,3	30,6 - 507,3	237,2 ± 586,6	31,9 - 502,7	0,935	-2	0,837***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 23 so podani rezultati statistične primerjave povprečnih vrednosti mas MK pri posameznih delnih obrokih četrtkovega modelnega celodnevnega obroka. Edino statistično značilno razliko v četrtek smo, kljub zelo močni korelaciji in relativno majhni razliki med povprečjema podatkov (17 %), ugotovili pri delnem obroku če_2 (P < 0,05).

Iz podatkov o razliki povprečnih vrednosti mas MK vidimo, da smo pri delnih obrokih če_2 in če_5 v povprečju določili večje vrednosti za mase MK s kemijsko analizo, pri vseh ostalih delnih obrokih pa smo večje vrednosti za mase MK določili s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

Preglednica 24: Povprečne vrednosti mas maščobnih kislin (n=26) pri posameznem delnem obroku v petek

delni obrok	Kemijska analiza		Prodi 5.7 Expert Plus		P-vrednost	razlika (%)	r
	(AV±SD) mg	95 % IZ	(AV±SD) mg	95 % IZ			
pe_1	288,2 ± 570,4	105,9 - 516,1	378,0 ± 761,8	131,8 - 681,2	0,045	-31	0,988***
pe_2	301,7 ± 635,6	98,7 - 549,7	321,4 ± 721,7	90,6 - 610,0	0,478	-7	0,987***
pe_3	178,8 ± 461,2	45,6 - 369,2	592,3 ± 1481,8	147,4 - 1207,4	0,052	-231	0,982***
pe_4	78,7 ± 158,6	27,4 - 143,1	280,6 ± 553,1	95,6 - 492,3	0,049	-257	0,471*
pe_5	355,4 ± 932,8	51,5 - 734,7	167,8 ± 439,1	15,0 - 338,8	0,083	53	0,955***
pe_6	815,8 ± 1838,0	249,0 - 1564,2	723,9 ± 1646,7	215,7 - 1405,6	0,083	11	0,995***

AV-povprečna vrednost; SD-standardni odklon; IZ-interval zaupanja

r-Pearsonov koeficient korelacije: * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

V preglednici 24 pa so podani še rezultati statistične primerjave povprečnih vrednosti mas MK pri posameznih delnih obrokih petkovega modelnega celodnevnega obroka. Pri delnih obrokih v petek smo ugotovili statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pri delnih obrokih pe_1 (zajtrk v petek) in pe_4, ki zajema del kosila (P < 0,05).

Iz podatkov o razlikah povprečnih vrednosti mas MK vidimo, da smo pri delnih obrokih pe_5 in pe_6 določili večje vrednosti za mase MK s kemijsko analizo, pri ostalih delnih obrokih pa smo določili večje vrednosti s programom Prodi 5.7 Expert Plus.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Maščobnokislinska sestava živil je zelo pomemben dejavnik za vrednotenje prehranske ustreznosti obrokov. V preteklosti so se raziskave osredotočale predvsem na količino skupnih maščob v posameznih živilih, v novejšem času pa se poudarja predvsem primerno razmerje med posameznimi skupinami maščob in njihov vpliv na metabolne procese in zdravje človeka. Ker so analitske metode za natančno določanje maščobnokislinske sestave zahtevne in drage, se v zadnjem času pri izvedbi študij prehranjevanja za določanje sestave živil vse bolj uveljavljajo računalniški programi (van der Watt in sod., 2008; Papadaki in sod., 2011). Pri tem pa je ključnega pomena, da so podatki v prehranskih bazah točni, saj le v tem primeru pridobimo zanesljivo informacijo o vnosu posameznih maščobnih kislin (Pennington, 2008; Ahuja in sod., 2006).

Namen magistrskega dela je bil določiti maščobnokislinsko sestavo v modelnih celodnevnih obrokih. Zato smo pripravili 5 modelnih celodnevnih obrokov, od katerih so bili obroki v ponедeljek, sredo in petek sestavljeni iz živil, ki vsebujejo večjo količino nasičenih maščobnih kislin, modelna celodnevna obroka v torek in četrtek pa sta bila sestavljena iz živil z večjo vsebnostjo nenasičenih maščobnih kislin. Modelne celodnevne obroke smo analizirali v 32 delnih obrokih (Priloga A). Maščobnokislinsko sestavo obrokov smo v prvem delu določili s plinsko kromatografijo, v drugem delu pa z računalniškim programom Prodi 5.7 Expert Plus, ki ga je razvilo nemško podjetje Nutri-Science GmbH. Želeli smo ugotoviti, ali lahko s pomočjo določenih živil uspešno oblikujemo sestavo makrohranil v obroku, ter sestavo obrokov primerjali s priporočili za vnos hranil po FAO (2010). Glavni cilj naloge pa je bil statistično analizirati dobljene rezultate iz obeh metod in ugotoviti, če so dobljeni rezultati primerljivi.

Rezultati maščobnokislinske sestave tako s plinsko kromatografijo (Preglednica 9) kot s programom Prodi 5.7 Expert Plus (Preglednica 10) so pokazali, da smo v vseh modelnih celodnevnih obrokih uspešno oblikovali sestavo maščobnih kislin, kar je v odstotkih skupin MK prikazano tudi v preglednici 25.

Preglednica 25: Odstotek skupin maščobnih kislin v modelnih celodnevnih obrokih pri kemijski analizi (KA) in pri programu Prodi 5.7 Expert Plus (P)

	vsebnost MK (%)									
	ponedeljek		torek		sreda		četrtek		petek	
	KA	P	KA	P	KA	P	KA	P	KA	P
NAMK	70	72	22	26	66	64	19	23	52	55
ENMK	21	23	52	48	23	30	50	51	37	37
VNMK	9	5	27	26	11	6	31	26	11	8

V ponedeljek, sredo in petek je tako pri kemijski analizi (Preglednica 9, Preglednica 25) kot pri programu Prodi 5.7 Expert Plus (Preglednica 10, Preglednica 25) masa nasičenih maščobnih kislin večja od mase nenasičenih maščobnih kislin. Pri modelnih obrokih v ponedeljek, sredo in petek smo sestavo maščob oblikovali s pomočjo masla, mleka, kokosove masti, Poli salame, piščanca, Viki kreme, Zgornjesavinjskega želodca, sira in kisle smetane. V torek in četrtek smo v obeh primerih, torej s plinsko kromatografijo (Preglednica 9, Preglednica 25) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (Preglednica 10, Preglednica 25), določili večjo maso nenasičenih maščobnih kislin v primerjavi z nasičenimi. V tem primeru smo modelne obroke modulirali z živili z večjo vsebnostjo nenasičenih maščobnih kislin in sicer z lososom, oljem omega 3 + omega 6, oljčnim oljem, avokadom, ribo bradati huj in oreščki.

Ugotovili smo tudi, da lahko z ustreznim sestavljanjem obrokov vplivamo na ugodno razmerje med n-6 in n-3 MK (Preglednica 9). V torek in četrtek, torej v dneh, ko sta modelna celodnevna obroka vsebovala več nenasičenih MK, je razmerje n-6/n-3 (4,0 in 6,8) veliko bolj ugodno, kot v ponedeljek (7,2), sredo (20,1) in petek (12,8).

Rezultati primerjave celodnevne vsote mas MK s priporočili za vnos po FAO (2010) (Slika 5) so pokazali, da je v ponedeljek, torek, četrtek in petek celodnevni vnos maščob optimalen, v sredo pa je vnos maščob v povprečju nekoliko manjši od minimalne priporočene vrednosti.

Da smo modelne celodnevne obroke uspešno oblikovali je grafično prikazano na slikah 6, 7 in 8. Maščobnokislinska sestava v modelnih celodnevnih obrokih v ponedeljek, sredo in petek je iz prehranskega vidika zelo neugodna, saj količina NAMK v teh dneh presega maksimalno priporočeno vrednost (Slika 6) in zagotavlja od 12 do 17 % dnevno zaužite energije. Poleg tega pa količina ENMK (Slika 7) ter VNMK (Slika 8) ne dosega minimalne priporočene vrednosti. ENMK v ponedeljek, sredo in petek zagotavlja le od 4 do 11 % E, VNMK pa le od 1 do 3 % E.

Iz prehranskega vidika sta modelna celodnevna obroka v torek in četrtek ne le bolj ugodna kot tisti v ponedeljek, sredo in petek ampak glede na sestavo maščobnih kislin tudi prehransko uravnovežena. NAMK (Slika 6) v torek in četrtek zagotavljajo od 6 do 9 % dnevno zaužite energije, ENMK (Slika 7) zagotavljajo od 13 do 16 % E, ter VNMK (Slika 8) od 7 do 9 % E, kar predstavlja po priporočilih FAO (2010) optimalen vnos za vse tri skupine MK.

Odstopanje med rezultati celodnevne vsote mas MK pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus je v povprečju 13 % (Slika 5). Razlika je najmanjša v ponedeljek, kjer je vsota mas MK pri kemijski analizi višja le za 3 %, v petek pa je vsota mas pri kemijski analizi višja kar za 29 %. Tudi pri NAMK (Slika 6) je odstopanje med masami pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus v povprečju 13 %, pri čemer je odstopanje najnižje v ponedeljek (1 %) in najvišje v sredo in petek (25 %). V povprečju smo nekoliko večje razlike ugotovili pri ENMK (20 %), kjer je odstopanje med masami v torek sicer le 1 %, v sredo pa so podatki pridobljeni iz programa Prodi 5.7 Expert Plus večji kar za 49 %. V povprečju smo največje razlike med rezultati pridobljenimi s kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pri celodnevni vsoti mas MK, ki pripadajo posamezni skupini, ugotovili pri VNMK (32 %). Odstopanje je najmanjše v torek (4 %), pri vseh ostalih dnevih pa podatki odstopajo od 28 do 44 %. Iz rezultatov o odstopanju vsote mas MK smo ugotovili, da s programom Prodi 5.7 Expert Plus lahko relativno natančno določimo vnos skupnih maščobnih kislin, NAMK, nekoliko manj natančno pa lahko določimo vnos ENMK in VNMK. Ti rezultati kažejo, da je program Prodi 5.7 Expert Plus dovolj natančen za ustrezno dolgoročno oceno vnosa skupin maščobnih kislin.

V nalogi smo opazili, da so standardni odkloni pri rezultatih pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus pri vseh skupinah MK pri modelnih obrokih od torka do petka veliko večji (povprečen KV = 83 %) kot pri rezultatih pridobljenih s kemijsko analizo (povprečen KV = 9 %). Nekoliko manjši standardni odkloni pri rezultatih pridobljenih s programom Prodi 5.7 Expert Plus so pri modelnem obroku v ponedeljek (povprečen KV = 22 %) (Slika 5, Slika 6, Slika 7, Slika 8). Pri analizi s plinskim kromatografom gre za določanje maščobnokislinske sestave konkretnega obroka oziroma živila, pri določanju maščobnokislinske sestave z računalniškim programom pa lahko iz baze podatkov izbiramo med večjim številom podobnih živil in kot posledico povprečja paralelk dobimo večji standardni odklon. Iz te ugotovitve lahko zaključimo, da obstaja možnost za zelo velike napake pri rezultatih programa Prodi 5.7 Expert Plus, če bi analizo delali samo v eni paralelki.

Iz rezultatov primerjave odstotkov odstopanj med masami maščobnih kislin pridobljenimi s programom Prodi 5.7 Expert Plus od mas maščobnih kislin pridobljenih s kemijsko analizo (Preglednica 12, Enačba 2) smo ugotovili, da so največje razlike med obema metodama pri MK C12:0, saj je povprečje odstopanj mas kar 6383 %. Sledijo MK C22:6 (1083 %), C22:1 (975 %), C8:0 (964 %), C20:4 (913 %), C14:0 (802 %), C6:0 (733 %), C14:1 (709 %), C10:0 (642 %) in C20:1 (569 %). Najmanjše razlike med obema metodama so pri MK C18:2, kjer se mase pridobljene s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 Expert Plus v povprečju razlikujejo le za 83 %. Sledijo ji MK C17:0 (87 %), C20:2 (92 %), C20:5 (100 %) in C24:1 (100 %). V splošnem lahko povemo, da najbolj odstopajo kratko in srednje verižne NAMK (Slika 9), manj ENMK, izjemi sta C14:1 in C22:1 (Slika 10), najmanj pa VNMK, izjemi sta C22:6 in C20:4 (Slika 11).

Rezultati primerjave maščobnokislinske sestave obrokov med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na delni obrok (Preglednica 13, Enačba 2, Slika 12 - 16) kažejo, da so največje razlike med masami MK pri delnem obroku če_3 (riba bradati huj, Slika 15), kjer je povprečje odstopanj kar 10773 %. Večje razlike v primerjavi mas MK smo ugotovili tudi pri delnem obroku to_3 (francoski rogljič z marmelado in kompot, Slika 13), kjer je povprečje odstopanj 1705 %. Sledijo delni obroki sr_1 (toast in Viki krema, Slika 14) z 1557 % ter to_1 (Slika 13) z 1432 % in če_1 (Slika 15) z 1365 %. Obakrat gre za skutina namaza z zelišči. Najmanjše povprečje odstopanj med masami MK je pri delnem obroku po_5 - mlečni riž s kakavom (Slika 12) in sicer samo 25 %. Sledijo mu delni obroki pe_6 - bruskete s sirom (39 %, Slika 16), po_2 - sendvič s Poli salamo in Pingo sok (43 %, Slika 12) ter pe_2 - sendvič s Zgornjesavinjskim želodcem (45 %, Slika 16). Opazili smo, da je pri delnem obroku sr_2, ko gre za enak sendvič z Zgornjesavinjskim želodcem kot pri delnem obroku pe_2, razlika v tem primeru kar 637 %. Menimo, da gre pri delnem obroku sr_2 za napako pri kemijski analizi, saj smo imeli poleg sendviča še ledeni čaj, ki je vzorec močno razredčil.

Pri računanju razlik med MK smo opazili, da so v povprečju razlike med posameznimi MK (Preglednica 12, Preglednica 13) v delnih obrokih precej večje kot so razlike vsot MK (Preglednica 9, Preglednica 10). Ugotovili smo, da ima program Prodi 5.7 Expert Plus pri izpisu MK sistematsko pomanjkljivost oziroma napako. Program Prodi 5.7 Expert Plus namreč izpiše mase za 32 MK, ter mase za NAMK, ENMK ter VNMK. Pri tem pa so seštevki za NAMK, ENMK in VNMK, ki jih izpiše, zelo velikokrat precej manjši kot so dejanske vsote posameznih MK (Slika 11). To se zgodi, kadar si pri sestavljanju obroka izberemo živilo napisano z velikimi tiskanimi črkami, saj so to živila z nepopolnimi podatki. Pri teh živilih program Prodi 5.7 Expert Plus izpiše samo nekatere posamezne MK, nikoli pa ne izpiše seštevkov skupin MK. In zato so seštevki mas skupin MK v izpisu celotnega obroka v programu Prodi 5.7 Expert Plus manjši od dejanskih mas MK. S tem si

lahko razložimo zakaj so pri večini vsot mas MK rezultati pri kemijski analizi višji, pri večini posameznih MK pa so rezultati višji pri programu Prodi 5.7 Expert Plus. Mi smo namreč za primerjavo vsot vzeli podatke iz seštevkov NAMK, ENMK in VNMK programa Prodi 5.7 Expert Plus. Zanimivo bi bilo še statistično primerjati rezultate vsot mas MK, če bi jih iz izpisov preračunali sami.

Iz rezultatov o pojavnosti MK (Preglednica 12) vidimo, da so najbolj pogoste MK od C12:0 do C20:0. Kratko in srednje verižne MK so se v povprečju pojavile v slabih treh četrtinah vseh delnih obrokov. Najmanj pogoste pa so MK z 20 ogljikovimi atomi in več, saj so se v povprečju pojavile le v 36 % vseh delnih obrokov. Ugotovili smo tudi, da se pri nobenem delnem obroku ni pojavilo vseh 26 MK (Preglednica 13). Največ MK smo določili pri delnem obroku to_4 (losos), in sicer 23 MK, najmanj pa pri delnem obroku po_4 (banana) in sicer samo 8 MK. Iz teh rezultatov lahko zaključimo kako pomembno je uživanje raznovrstne hrane, da si s tem zagotovimo vse potrebne MK, ki jih naše telo potrebuje.

V zadnjem delu naloge smo rezultate pridobljene s pomočjo kemijske analize in programa Prodi 5.7 Expert Plus še statistično obdelali. In naših rezultatov primerjave celodnevne vsote mas maščobnih kislin (Preglednica 14) lahko vidimo, da so razlike pri vsoti mas vseh MK, vsoti mas MK, ki pripadajo skupinam NAMK, ENMK, VNMK in LCFA statistično neznačilne ($P > 0,05$). Statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus pa smo ugotovili pri SCFA in MCFA ($P < 0,05$). Menimo, da je do statistično značilne razlike prišlo zaradi dejstva, da so o delitvi MK glede na dolžino verige mnenja v stroki še vedno zelo deljena (Lobb in Chow, 2007; Hamosh, 2007; FAO, 2010). Na podlagi preračunov nekaterih olj in maščob iz programa Prodi 5.7 Expert Plus, smo v naši nalogi za SCFA vzeli MK C6:0, za MCFA, MK od C8:0 do C11:0, za LCFA pa smo računali MK od C12:0 dalje. Rezultati primerjave vsot mas MK, ki pripadajo določeni skupini, med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus glede na obrok (Preglednica 15) in glede na delni obrok (Preglednica 16), so pokazali, da so razlike v obeh primerih pri vseh skupinah MK statistično neznačilne. Ti rezultati kažejo, da je program Prodi 5.7 Expert Plus dovolj natančen za ustrezno dolgoročno oceno vnosa skupin maščobnih kislin.

Pri primerjavi mase posameznih MK smo statistično značilne razlike ugotovili pri skoraj vseh NAMK (Preglednica 17), razen pri C15:0, C22:0 in C24:0, kjer je $P > 0,05$. Pri MK C14:0, C17:0, C18:0 in C20:0 gre za statistično zelo značilno razliko ($P < 0,01$). Pri ENMK (Preglednica 18) smo statistično značilne razlike ugotovili le pri MK C16:1 in C18:1 ($P < 0,05$). Pri ostalih ENMK ni bilo statistično značilnih razlik. Edino statistično značilno razliko pri VNMK (Preglednica 19) pa smo ugotovili pri MK C18:3 ($P < 0,05$). Iz

dobljenih podatkov lahko sklepamo, da program Prodi 5.7 Expert Plus ni dovolj zanesljiv, da bi lahko pravilno ocenili vnos posamezne MK.

Iz naših rezultatov lahko razberemo tudi, da smo v vseh 32 delnih obrokih določili največ MK C18:1 in sicer v povprečju 3,0 oz. 4,3 g/delni obrok (Preglednica 18), sledita ji MK C16:0 (1,6 oz. 2,0 g/delni obrok) (Preglednica 17) ter C18:2 (1,4 g/delni obrok) (Preglednica 19).

Pri primerjavi posameznih delnih obrokov od ponedeljka do petka smo statistično značilne razlike med masami MK pridobljenimi s kemijsko analizo in s programom Prodi 5.7 ugotovili pri delnih obrokih po_1, to_3, sr_2, sr_6, če_2, pe_1 in pe_4 (Preglednica 20 - 24). Pri delnih obrokih po_1, to_3, sr_2, sr_6 in če_2, kjer so v obrokih tudi mleko, kompot, ledeni čaj in sojin napitek, predvidevamo, da so vzroki za razlike v možnih napakah pri kemijskih analizah zaradi razredčenih vzorcev. Razlike pri delnem obroku pe_1 so dejanske zaradi možnih razlik v sestavi masla, pri delnem obroku pr_4 pa predvidevamo, da so razlike zaradi izbora kisle smetane v programu Prodi 5.7 Expert Plus (Preglednica 26).

Preglednica 26: Povzetek vzrokov za razlike pri delnih obrokih med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus

delni obrok	vzrok razlik
po_1	sestava masla napaka kemijske analize zaradi razredčenega vzorca - mleko
to_3	napaka kemijske analize zaradi razredčenega vzorca - kompot sestava francoskega rogljiča
sr_2	napaka kemijske analize zaradi razredčenega vzorca - ledeni čaj
sr_6	napaka kemijske analize zaradi razredčenega vzorca - kompot sestava cmokov
če_2	napaka kemijske analize zaradi razredčenega vzorca - sojin napitek izbira sojinega napitka, sestava peciva
pe_1	sestava masla
pe_4	izbira kisle smetane

5.2 SKLEPI

- Pri primerjavi rezultatov pridobljenih s pomočjo kemijske analize in s pomočjo programa Prodi 5.7 Expert Plus ni prišlo do statistično značilnih razlik pri določanju vnosa skupnih maščobnih kislin in pri določanju vnosa maščobnih kislin, ki pripadajo skupinam nasičenih maščobnih kislin, enkrat nenasicienih maščobnih kislin, večkrat nenasicienih maščobnih kislin oz. dolgo verižnih maščobnih kislin.
- Statistično značilne razlike med kemijsko analizo in programom Prodi 5.7 Expert Plus smo ugotovili pri kratko in srednje verižnih maščobnih kislinah.
- Rezultati kažejo, da je program Prodi 5.7 Expert Plus dovolj natančen za oceno vnosa skupin maščobnih kislin.
- Pri primerjavi vnosa posameznih maščobnih kislin je prišlo do statistično značilne razlike pri skoraj vseh nasičenih maščobnih kislinah, pri enkrat nenasicienih maščobnih kislinah smo statistično značilne razlike ugotovili pri C16:1 in C18:1, pri večkrat nenasicienih maščobnih kislinah pa smo te razlike ugotovili le pri C18:3.
- Program Prodi 5.7 Expert Plus ni dovolj zanesljiv, da bi lahko pravilno ocenili vnos posameznih maščobnih kislin.
- Hipoteze, da obstaja pri enostavnih obrokih statistično značilna povezava med vsebnostjo maščobnih kislin, ki so bile določene s pomočjo dejanske analize vzorcev s plinsko kromatografijo in rezultati vsebnosti maščobnih kislin, ki so bili pridobljeni s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus, ne moremo potrditi.

6 POVZETEK

Razvoj kmetijstva in industrije, zaradi katerih sta se svetovna proizvodnja in oskrba s hrano v zadnjih desetletjih občutno povečali ter življenjski slog in način prehranjevanja sodobne družbe, so privedli do nenehnega povečevanja števila obolelih za sodobnimi civilizacijskimi boleznimi. Maščobe, kot pomemben del uravnotežene prehrane z zagotavljanjem energije in esencialnih hranil, igrajo pri tem glavno vlogo, saj rezultati številnih raziskav opozarjajo na dejstvo, da sta tako količina zaužitih maščob kot sestava maščobnih kislin osnovna parametra prehranske ustreznosti živil. Z uravnoteženo prehrano, ki jo dosežemo z ustreznim sestavljanjem obrokov z različnimi živili, lahko ohranjamо in izboljšujemo zdravje in s tem kakovost življenja.

Namen magistrskega dela je bil določiti maščobnokislinsko sestavo v modelnih celodnevnih obrokih s pomočjo plinske kromatografske analize in s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus. Pripravili smo 5 modelnih celodnevnih obrokov, katerim smo s pomočjo specifičnih živil oblikovali maščobnokislinsko sestavo. Obroki v ponедeljek, sredo in petek so bili sestavljeni iz živil, ki vsebujejo večjo količino nasičenih maščobnih kislin (maslo, mleko, kokosova mast, Poli salama, piščanec, Viki krema, Zgornjesavinjski želodec, sir in kisla smetana), modelna celodnevna obroka v torek in četrtek pa sta bila sestavljena iz živil z večjo vsebnostjo nenasicienih maščobnih kislin (losos, olje omega 3 + omega 6, oljčno olje, avokado, riba bradati huj in oreščki). V prvem delu naše raziskave smo žeeli ugotoviti, ali lahko s pomočjo določenih živil uspešno oblikujemo sestavo makrohranil v obroku. Rezultati analize maščobnokislinske sestave tako s plinsko kromatografijo kot s programom Prodi 5.7 Expert Plus so pokazali, da smo v vseh modelnih celodnevnih obrokih uspešno oblikovali sestavo maščobnih kislin, saj smo v obrokih v ponedeljek, sredo in petek določili večjo količino nasičenih maščobnih kislin (v povprečju 63 %) in manj nenasicienih maščobnih kislin (37 %), v obrokih v torek in četrtek pa smo določili večjo količino nenasicienih maščobnih kislin (77 %) in manj nasičenih maščobnih kislin (23 %).

V drugem delu raziskave smo maščobnokislinsko sestavo obrokov primerjali s priporočili za vnos hranil po FAO (2010). Rezultati so pokazali, da je v ponedeljek, torek, četrtek in petek celodnevni vnos maščob optimalen, v sredo pa je vnos maščob v povprečju nekoliko manjši od minimalne priporočene vrednosti. Ugotovili smo, da je maščobnokislinska sestava v modelnih celodnevnih obrokih v ponedeljek, sredo in petek iz prehranskega vidika zelo neugodna, saj količina nasičenih maščobnih kislin v teh dneh presega maksimalno priporočeno vrednost (12 - 17 % E), poleg tega pa količina enkrat nenasicienih maščobnih kislin (4 - 11 % E) ter večkrat nenasicienih maščobnih kislin (1 - 3 % E) ne dosega minimalne priporočene vrednosti. Modelna celodnevna obroka v torek in četrtek sta

glede na sestavo maščobnih kislin prehransko uravnotežena, saj je vnos po priporočilih FAO (2010) optimalen za vse tri skupine maščobnih kislin.

Glavni cilj naše raziskave pa je bil statistično primerjati analizirane in izračunane vrednosti maščobnih kislin v obrokih in ugotoviti, če so dobljeni podatki primerljivi. Rezultati so pokazali, da med dnevnimi vrednostmi vsote mas maščobnih kislin, nasičenih maščobnih kislin, enkrat nenasicienih maščobnih kislin, večkrat nenasicienih maščobnih kislin in dolgoverižnih maščobnih kislin ni bilo statistično značilnih razlik. Statistično značilne razlike smo opazili pri kratko in srednje verižnih maščobnih kislinah. Menimo, da je do statistično značilne razlike prišlo zaradi dejstva, da so o delitvi maščobnih kislin glede na dolžino verige mnenja v stroki še vedno zelo deljena. Kljub temu pa lahko iz dobljenih statističnih podatkov sklepamo, da je program Prodi 5.7 Expert Plus dovolj natančen za ustrezno dolgoročno oceno vnosa skupin maščobnih kislin.

Pri primerjavi povprečnih vrednosti za vnos posameznih maščobnih kislin smo ugotovili statistično značilne razlike pri skoraj vseh nasičenih maščobnih kislinah, razen pri C15:0, C22:0 in C24:0, ter pri nekaterih nenasicienih maščobnih kislinah: C16:1, C18:1 in C18:3. Iz teh rezultatov lahko zaključimo, da program Prodi 5.7 Expert Plus ni dovolj zanesljiv, da bi lahko pravilno ocenili vnos posamezne maščobne kisline. V splošnem lahko povemo, da najbolj odstopajo kratko in srednje verižne nasičene maščobne kisline, ki so se v povprečju pojavile v slabih treh četrtinah vseh delnih obrokov v razmeroma majhnih količinah, manj odstopajo enkrat nenasiciene maščobne kisline, najmanj pa dolgoverižne večkrat nenasiciene maščobne kisline, ki so tudi najmanj pogoste in so se pojavljale v najmanjših količinah. Ugotovili smo tudi, da se pri nobenem delnem obroku ni pojavilo vseh 26 maščobnih kislin in iz dobljenih podatkov lahko sklepamo kako pomembno je uživanje raznovrstne hrane, da si s tem zagotovimo vse potrebne maščobne kisline, ki jih naše telo potrebuje.

Pri primerjavi posameznih delnih obrokov od ponedeljka do petka smo statistično značilne razlike ugotovili pri delnih obrokih po_1, to_3, sr_2, sr_6, če_2, pe_1 in pe_4. Predvidevamo, da so vzroki za razlike pri večini teh obrokov v napakah kemijskih analiz zaradi razredčenih vzorcev. Predvidevamo pa tudi, da je do nekaterih statistično značilnih razlik prišlo zaradi dejanskih razlik v sestavi maščobnih živil ter zaradi izbora živil v programu Prodi 5.7 Expert Plus. Iz rezultatov naše raziskave ne moremo potrditi hipoteze, da obstaja pri enostavnih obrokih statistično značilna povezava med vsebnostjo maščobnih kislin, ki so bile določene s pomočjo dejanske analize vzorcev s plinsko kromatografijo in rezultati vsebnosti maščobnih kislin, ki so bili pridobljeni s pomočjo računalniškega programa Prodi 5.7 Expert Plus, saj smo pri obdelavi rezultatov posameznih delnih obrokov ugotovili, da so pri nekaterih relativno kompleksnih živilih (sestavljeni sendviči)

razlike pri določanju maščobnokislinske sestave pri obeh opisanih metodah statistično zanemarljive, pri relativno enostavnih živilih (kajzerica z maslom in marmelado), pa so razlike lahko zelo velike.

Z vse širšo uporabo programskih orodij in z dopolnitvami podatkovnih baz o sestavi živil se lahko bistveno poveča uporabnost določanja sestave živil s pomočjo računalniških programov. Tako lahko dobimo zelo hiter vpogled v maščobnokislinsko sestavo naše prehrane, vendar se moramo dobro zavedati omejitev pri takem načinu dela z računalniškimi programi.

7 VIRI

- Ackman R.G. 2007. Fatty acids in fish and shellfish. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 155-185
- ADA – American Dietetic Association. 2007. Position of the American Dietetic Association and Dietitians of Canada: Dietary fatty acids. *Journal of the American Dietetic Association*, 107: 1599-1611
- AHA - American Heart Association. 2013. Heart disease and stroke statistics 2013 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*, 127: e6-e245, doi: 10.1161/CIR.0b013e31828124ad: 245 str.
- Ahuja J.K.C., Goldman J.D., Perloff B.P. 2006. The effect of improved food composition data on intake estimates in the United States of America. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 7-13
- AOAC Official Method 996.06. 1999. Fat (total, saturated and monounsaturated) in foods. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, 41: 18-18D
- Baum S.J., Kris-Etherton P.M., Willett C.W., Lichtenstein A.H., Rudel L.L., Maki K.C., Whelan J., Ramsden C.E., Block R.C. 2012. Fatty acids in cardiovascular health and disease: A comprehensive update. *Journal of Clinical Lipidology*, 6: 216-234
- Bhathena S.J. 2007. Fatty acid metabolism in diabetes. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1145-1195
- Bhupathiraju S.N., Tucker K.L. 2011. Coronary heart disease prevention: Nutrients, foods, and dietary patterns. *Clinica Chimica Acta*, 412: 1493-1514
- Bitanihirwe B.K.Y., Woo T.U.W. 2011. Oxidative stress in schizophrenia: An integrated approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35, 3: 878-893
- Boissonneault G.A. 2007. Dietary fat, immunity, and inflammatory disease. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 977-1005

Bonda D.J., Wang X., Perry G., Nunomura A., Tabaton M., Zhu X., Smith M.A. 2010. Oxidative stress in Alzheimer disease: A possibility for prevention. *Neuropharmacology*, 59, 4-5: 290-294

Bošković M., Vovk T., Kores Plesničar B., Grabnar I. 2011. Oxidative stress in schizophrenia. *Current Neuropharmacology*, 9, 2: 301-312

Bourre J.M.E. 2007. Fatty acids, and cognition, behavior, brain development, and mood diseases. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 935-953

Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 634 str.

Brenna J.T., Salem N., Sinclair A.J., Cunnane S.C. 2009. a-Linolenic acid supplementation and conversion to n-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in humans. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 80: 85-91

Brinkman M.T., Buntinx F., Kellen E., Van Dongen M.C.J.M., Dagnelie P.C., Muls E., Zeegers M.P. 2011. Consumption of animal products, olive oil and dietary fat and results from the Belgian case-control study on bladder cancer risk. *European Journal of Cancer*, 47, 3: 436-442

Bruckner G. 2007. Fatty acids and cardiovascular disease. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1061-1083

Burdge G.C., Calder P.C. 2005. Conversion of alpha-linolenic acid to longer-chain polyunsaturated fatty acids in human adults. *Reproduction, Nutrition, Development*, 45, 5: 581-597

Burr G.O., Burr M.M. 1929. New deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *Journal of Biological Chemistry*, 82, 2: 345-367

Byrne C., Rockett H., Holmes M.D. 2002. Dietary fat, fat subtypes, and breast cancer risk: lack of an association among postmenopausal women with no history of benign breast disease. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 11: 261-265

Calder P.C. 2011. Fatty acids and inflammation: The cutting edge between food and pharma. *European Journal of Pharmacology*, 668, Suppl. 1: S50-S58

Cantor A.H., Decker E.A., Collins V.P. 2007. Fatty acids in poultry and egg products. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 127-153

Cert A., Moreda W., Perez-Camino M.C. 2000. Chomatographic analysis of minor constituents in vegetable oils. *Journal of Chromatography A*, 881, 1-2: 131 - 148

Chapkin R.S. 2007. Reappraisal of the essential fatty acids. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 675-691

Chauhan V., Chauhan A. 2006. Oxidative stress in Alzheimer's disease. *Pathophysiology*, 13, 3: 195-208

Colangelo L.A., He K., Whooley M.A., Daviglus M.L., Liu K. 2009. Higher dietary intake of long-chain ω-3 polyunsaturated fatty acids is inversely associated with depressive symptoms in women. *Nutrition*, 25, 10: 1011-1019

Cole G.M., Ma Q.L., Frautschy S.A. 2009. Omega-3 fatty acids and dementia. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 81, 2-3: 213-221

Cooke M.S., Olinski R., Evans M.D. 2006. Does measurement of oxidative damage to DNA have clinical significance? *Clinica Chimica Acta*, 365: 30-49

Couillard C., Pomerleau S., Ruel G., Archer W.R., Bergeron J., Couture P., Lamarche B., Bergeron N. 2006. Associations between hypertriglyceridemia, dietary fat intake, oxidative stress, and endothelial activation in men. *Nutrition*, 22: 600-608

Craig-Schmidt M.C., Teodorescu C.A. 2007. *Trans*-fatty acids in foods. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 377-437

Cunnane S.C., Plourde M., Pifferi F., Bégin M., Féart C., Barberger-Gateau P. 2009. Fish, docosahexaenoic acid and Alzheimer's disease. *Progress in Lipid Research*, 48, 5: 239-256

Dahm C.C., Keogh R.H., Lentjes M.A.H., Spencer E.A., Key T.J., Greenwood D.C., Cade J.E., Burley V.J., Shipley M.J., Brunner E.J., Stephen A.M., Mishra G., Kuh D., Fentiman I.S., White I.R., Luben R., Khaw K.T., Rodwell S.A. 2010. Intake of dietary

fats and colorectal cancer risk: Prospective findings from the UK Dietary Cohort Consortium. *Cancer Epidemiology*, 34, 5: 562-567

del Valle L.G. 2011. Oxidative stress in aging: Theoretical outcomes and clinical evidences in humans. *Biomedicine & Aging Pathology*, 1, 1: 1-7

deMan J.M. 2007. Chemical and physical properties of fatty acids. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 16-45

Dommels Y.E.M., Alink G.M., van Bladeren P.J., van Ommen B. 2002. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids and colorectal carcinogenesis: results from cultured colon cells, animal models and human studies. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 12,4: 233-244

Ducheix S., Montagner A., Polizzi A., Lasserre F., Marmugi A., Bertrand-Michel J., Podechard N., Al Saati T., Chétiveaux M., Baron S., Boué J., Dietrich G., Mselli-Lakhal L., Costet P., Lobaccaro J.-M. Pineau T., Theodorou V., Postic C., Martin P.G.P., Guillou H. 2013. Essential fatty acids deficiency promotes lipogenic gene expression and hepatic steatosis through the liver X receptor. *Journal of Hepatology*, 58, 5: 984-992

EFSA - European Food Safety Authority. 2010. Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids and cholesterol. *EFSA Journal*, 8, 3: 1461, doi: 10.2903/j.efsa.2010.1461: 107 str.

Elmadfa I., Kornsteiner M. 2009. Fats ans fatty acid requirements for adults. *Annals of Nutrition & Metabolism*, 55, 1-3: 56-75

Fahy E., Subramaniam S., Brown A., Glass C.K., Merrill A.H., Murphy R.C., Raetz C.R.H., Russell D.W., Seyama Y., Shaw W., Shimizu T., Spener F., van Meer G., VanNieuwenhze M.S., White S.H., Witztum J.L., Dennis E.A. 2005. A comprehensive classification system for lipids. *Journal of Lipid Research*, 46: 839-861

FAO. 2010. Fats and fatty acids in human nutrition: Report of an expert consultation. Rome, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations: 167 str.

FAOSTAT/FBS. 2009. Food balance sheets. Rome, Food and Agriculture Organization:
database
<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD> (april 2013)

Filip S. 2010. Nastanek *trans* izomer maščobnih kislin med topotno obdelavo živil.
Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 157 str.

Glauert H.P. 2007. Dietary fatty acids and cancer. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1085-1107

Guichardant M., Chen P, Liu M., Calzada C., Colas R., Vericel E., Lagarde M. 2011.
Functional lipidomics of oxidized products from polyunsaturated fatty acids. Chemistry and Physics of Lipids, 164: 544-548

Halliwell B. 2007. Oxidative stress and cancer: have we moved forward? Biochemical Journal, 401: 1-11

Hamosh M. 2007. Fatty acids and growth and development. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 899-933

Hlastan-Ribič C. 2009. Uvod v prehrano. Učbenik za študente medicine in stomatologije.
Ljubljana, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje: 53 str.

Hoenselaar R. 2012. Saturated fat and cardiovascular disease: The discrepancy between the scientific literature and dietary advice. Nutrition, 28: 118-123

Hoffmire C.A., Block R.C., Thevenet-Morrison K., van Wijngaarden K. 2012.
Associations between omega-3 poly-unsaturated fatty acids from fish consumption and severity of depressive symptoms: An analysis of the 2005–2008 national health and nutrition examination survey. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 86, 4-5: 155-160

Holland B., Welch A.A., Unwin I.D., Buss D.H., Paul A.A., Southgate D.A.T., 2000.
McCance and Widdowson's the composition of foods. 5th rev. and extend. ed.
Cambridge, Royal Society of Chemistry: 9-9

Huang H.Y., Appel L.J., Croft K.D., Miller E.R., Mori T.A., Puddey I.B. 2002. Efets of vitamin C and vitamin E on in vivo lipid peroxidation: results of a randomized controlled trial. American Journal of Clinical Nutrition, 76: 549-555

Iketani T., Takazawa K., Yamashina A. 2013. Effect of eicosapentaenoic acid on central systolic blood pressure. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 88: 191-195

Jafari T., Fallah A.A., Azadbakht L. 2013. Role of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids in type 2 diabetes: A review of epidemiological and clinical studies. Maturitas, 74: 303-308

Jenkinson A., Franklin M.F., Whale K., Duthie G.G. 1999. Dietary intakes of polyunsaturated fatty acids and indices of oxidative stress in human volunteers. European Journal of Clinical Nutrition, 53, 7: 523-528

Kamel B.S., Kakuda Y. 2007. Fatty acids in fruits and fruit products. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 263-301

Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 11 – 16

Kluthe B. 2010. Software für Ernährungs und Diätberatung: Prodi 5.7 Expert Plus. Stuttgart, Nutri-Science: software

Koletzko B., Thiel I., Abiodun P.O. 1992. The fatty acid composition of human milk in Europe and Africa. Journal of Pediatrics, 120, 4: 62-70

Koletzko B., Decsi T. 1997. Metabolic aspects of *trans* fatty acids. Clinical Nutrition, 16, 5: 229-237

Koletzko B., Rodriguez-Palmero M., Demmelmair H., Fidler N., Jensen R., Sauerwald T. 2001. Physiological aspects of human milk lipids. Early Human Development, 65, Suppl. 2: S3-S18

Komprda T. 2012. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids as inflammation-modulating and lipid homeostasis influencing nutraceuticals: A review. Journal of Functional Foods, 4: 25-38

Kromhout D., Menotti A., Bloemberg B., Aravanis C., Blackburn H., Buzina R., Dontas A.S., Fidanza F., Giampaoli S., Jansen A. 1995. Dietary saturated and trans fatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: the Seven Countries Study. *Preventive Medicine*, 24, 3: 308-315

Laasonen M., Hokkanen L., Leppämäki S., Tani P., Erkkilä A.T. 2009. Project DyAdd: Fatty acids and cognition in adults with dyslexia, ADHD, or both. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 81, 1: 79-88

Larsson S.C., Virtamo J., Wolk A. 2012. Dietary fats and dietary cholesterol and risk of stroke in women. *Atherosclerosis*, 221: 282-286

Lee J.Y., Hwang D.H. 2007. Dietary fatty acids and eicosanoids. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 713-725

Lin P.Y., Huang S.Y., Su K.P. 2010. A meta-analytic review of polyunsaturated fatty acid compositions in patients with depression. *Biological Psychiatry*, 68, 2: 140-147

Livingstone K.M., Givens D.I., Cockcroft J.R., Pickering J.E., Lovegrovein J.A. 2013. Is fatty acid intake a predictor of arterial stiffness and blood pressure in men? Evidence from the Caerphilly prospective study. *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Disease*, doi:10.1016/j.numecd.2012.12.002 (v tisku)

Lobb K., Chow C.K. 2007. Fatty acid classification and nomenclature. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1-15

Lu Y.F., Lu S. 2002. Influence of dietary fat saturation on lipid peroxidation of serum and low density lipoprotein in rats. *Nutrition Research*, 22, 4: 463-472

Luchtman D.W., Song C. 2013. Cognitive enhancement by omega-3 fatty acids from childhood to old age: Findings from animal and clinical studies. *Neuropharmacology*, 64: 550-565

Magalhães-Carrepeiro M., Macedo-Rogero M., Chiara-Bertolami M., Borges-Botelho P., Castro N., Alves-Castro I. 2011. Effect of n-3 fatty acids and statins on oxidative stress in statin-treated hypercholesterolemic and normocholesterolemic women. *Atherosclerosis*, 217: 171-178

Martinez-Palou A., Rohner-Thielen E. 2011. The food chain for animal and vegetable fats and oils: A statistical portrait based on 2005-2010 statistics. EUROSTAT Statistics in Focus, 62: 1-11

Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., Willett C.W. 2006. *Trans* fatty acids and cardiovascular disease. New England Journal of Medicine, 354: 1601-1613

Nawar W.W., 1996. Chemistry. V: Bailey's industrial oil and fat products. 5th ed. Vol. 1. Edible oil and fat products: general applications. Hui Y.H. (ed.). New York, John Wiley & Sons, Inc.: 397-420

Nichols M., Townsend N., Luengo-Fernandez R., Leal J., Gray A., Scarborough P., Rayner M. 2012. European cardiovascular diseases statistics. Brussels, European Heart Network, Sophia Antipolis, European Society of Cardiology: 125 str.

Oba S., Shimizu N., Nagata C., Shimizu H., Kametani M., Takeyama N., Ohnuma T., Matsushita S. 2006. The relationship between the consumption of meat, fat, and coffee and the risk of colon cancer: A prospective study in Japan. Cancer Letters, 244, 2: 260-267

OECD. 2012. Health at a glance: Europe 2012. Paris, OECD Publishing: 149 str.

Palmquist D.L., Jensen R.G. 2007. Fatty acids in milk fat. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 109-125

Panagiotakos D.B., Chrysohoou C., Pitsavos C., Stefanadis C. 2006. Association between the prevalence of obesity and adherence to the Mediterranean diet: the ATTICA study. Nutrition, 22: 449-456

Papadaki A., Valsta L.M., Lampi A.M., Penalvo J., Adlercreutz H., Vardavas C., Kafatos A. 2011. Differences in nutrient intake during a Greek Orthodox Christian fasting and non-fasting week, as assessed by a food composition database and chemical analyses of 7-day weighed food samples. Journal of Food Composition and Analysis, 24: 22-28

Papas A.M. 1999. Diet and antioxidant status. Food and Chemical Toxicology, 37: 999-1007

Park P.W., Goins R.E. 1994. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. *Journal of Food Science*, 59, 6: 1262-1266

Patel V.P., Chu C.T. 2011. Nuclear transport, oxidative stress, and neurodegeneration. *Journal of Clinical and Experimental Pathology*, 4, 3: 215-229

Pawlosky R.J., Hibbeln J.R., Novotny J.A., Salem N. 2001. Physiological compartmental analysis of α -linolenic acid metabolism in adult humans. *Journal of Lipid Research*, 42: 1257-1265.

Pennington J.A.T. 2008. Applications of food composition data: Data sources and considerations for use. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21: S3-S12

Pennington J.A.T., Stumbo P.J., Murphy S.P., McNutt S.W., Eldridge A.L., McCabe-Sellers B.J., Chenard C.A. 2007. Food composition data: The foundation of dietetic practice and research. *Journal of the American Dietetic Association*, 107: 2105-2113

Perez-Escamilla R., Obbagy J.E., Altman J.M., Essery V.E., McGrane M.M., Wong Y.P., Spahn J.M., Williams C.L. 2012. Dietary energy density and body weight in adults and children: A systematic review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 112, 5: 671-684

Pokorn D. 2005. Prehrana. V: Interna medicina. Kocjančič A., Mravlje F., Štajer D. (ur.). Ljubljana, Littera picta: 646-680

Pryor W.A. 2000. Vitamin E and heart disease: Basic science to clinical intervention trials. *Free Radical Biology & Medicine*, 28, 1: 141-164

Referenčne vrednosti za vnos hrani. 2004. 1. izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenije: 215 str.

Richter E.K., Shawish K.A., Scheeder M.R.L., Colombani P.C. 2009. *Trans* fatty acid content of selected Swiss foods: The TransSwissPilot study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 479-484

Riserus U., Willett W.C., Hu F.B. 2009. Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Progress in Lipid Research*, 48: 44-51

Rivellese A.A., Lilli S. 2003. Quality of dietary fatty acids, insulin sensitivity and type 2 diabetes. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 57: 84-87

Roe M., Pinchen H., Church S., Elahi S., Walker M., Farron-Wilson M., Buttriss J., Finglas P. 2013. Trans fatty acids in a range of UK processed foods. *Food Chemistry*, 140, 3: 427-431

Ryan D.H., Champagne C. 2003. Better nutrient data improves public health: evidence and examples from the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) trial. *Journal of Food Composition and Analysis*, 16: 313-321

Sabel K.G., Strandvik B., Petzold M., Lundqvist-Persson C. 2012. Motor, mental and behavioral developments in infancy are associated with fatty acid pattern in breast milk and plasma of premature infants. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 86, 4-5: 183-188

Salobir K. 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: *Funkcionalna hrana*. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož 8. – 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-135

Seppänen-Laakso T., Laasko I., Hiltunen R. 2002. Analysis of fatty acids by gas chromatography, and its relevance to research on health and nutrition. *Analytica Chimica Acta*, 465: 39-62

Simopoulos A.P. 2004. Omega – 3 Fatty Acids and Antioxidants in Edible Wild Plants. *Biological Research*, 37: 263–277

SPSS 20.0 for Windows. 2011. Chicago, SPSS Inc.: software

Stephens J.W., Khanolkar M.P., Bain S.C. 2009. The biological relevance and measurement of plasma markers of oxidative stress in diabetes and cardiovascular disease. *Atherosclerosis*, 202, 2: 321-329

Stoeckli R., Keller U. 2004. Nutritional fats and the risk of type 2 diabetes and cancer. *Physiology & Behavior*, 83, 4: 611-615

USDA – U.S. Department of Agriculture. 2010. Dietary guidelines for Americans. 7th ed. Washington, U.S. Government Printing Office: 95 str.

USDA - U.S. Department of Agriculture. 2012a. Energy intakes: Percentages of energy from protein, carbohydrate, fat, and alcohol, by gender and age. What we eat in America, NHANES 2009-2010. Washington, U.S. Government Printing Office: 1-9 http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12355000/pdf/0910/Table_1_NIN_GEN_09.pdf (april 2013)

USDA - U.S. Department of Agriculture. 2012b. USDA nutrient database for standard reference. Release 25. Washington, U.S. Government Printing Office: database <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=22770> (april 2013)

Van der Watt I., Stonehouse W., Pieters M., Hanekom S.M., Loots D.T. 2008. The process of nutrient analysis for controlled feeding trials: A comparative study of two South African nutrient databases with chemical analysis. *Contemporary Clinical Trials*, 29: 493-500

Vemuri M., Kelley D.S. 2007. The effects of dietary fatty acids on lipid metabolism. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 591-629

Visioli F., Rise P., Barassi M.C., Marangoni F., Galli C. 2003. Dietary intake of fish vs. formulations leads to higher plasma concentrations of n-3 fatty acids. *Lipids*, 38, 4: 415-418

Wei G.L., Zeng E.Y. 2011. Gas chromatography-mass spectrometry and high performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry in quantifying fatty acids. *Trends in Analytical Chemistry*, 30, 9: 1429-1436

Weisinger R.S., Begg D.P., Stahl L., Weisinger H.S., Sinclair A.J., Jois M. 2007. The role of omega-3 polyunsaturated fatty acids in food intake and energy homeostasis. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 837-853

Welch V.A., Borlak J.T. 2007. Absorption and transport of dietary lipid. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 561-589

White P.J. 2007. Fatty acids in oilseeds (vegetable oils). V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 227-261

WHO. 2013. Global and regional food consumption patterns and trends. Geneva, World Health Organization: 9 str.

http://www.who.int/nutrition/topics/3_foodconsumption/en/index3.html (april 2013)

Willett W.C. 2006. Trans fatty acids and cardiovascular disease: epidemiological data. Atherosclerosis Supplements, 7, 2: 5-8

Willett W.C., Leibel R.L. 2002. Dietary fat is not a major determinant of body fat. American Journal of Medicine, 113, 9, Suppl. 2: 47-59

Williams C.D., Whitley B.M., Hoyo C., Grant D.J., Iraggi J.D., Newman K.A., Gerber L., Taylor L.A., McKeever M.G., Freedland S.J. 2011. A high ratio of dietary n-6/n-3 polyunsaturated fatty acids is associated with increased risk of prostate cancer. Nutrition Research, 31, 1: 1-8

Wood J. D., Enser M., Richardson R.I., Whittington F.M. 2007. Fatty acids in meat and meat products. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3rd ed. Chow C.K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 87-107

Wu L.L., Chiou C.C., Chang P.Y., Wu J.T. 2004. Urinary 8-OHdG: a marker of oxidative stress to DNA and a risk factor for cancer, atherosclerosis and diabetics. Clinica Chimica Acta, 339, 1-2: 1-9

Yang T., Fang S., Zhang H.X., Xu L.X., Zhang Z.Q., Yuan K.T., Xue C.L., Yu H.L., Zhang S., Li Y.F., Shi H.P., Zang Y. 2012. N-3 PUFAs have antiproliferative and apoptotic effects on human colorectal cancer stem-like cells in vitro. Journal of Nutritional Biochemistry, 24, 5: 744-753

Zana M., Janka Z., Kalman J. 2007. Oxidative stress: A bridge between Down's syndrome and Alzheimer's disease. Neurobiology of Aging, 28, 5: 648-676

Zhang J., Zhao Z., Berkel H.J. 2005. Animal fat consumption and pancreatic cancer incidence: Evidence of interaction with cigarette smoking. Annals of Epidemiology, 15, 7: 500-508

ZAHVALA

»***Correction does much, but encouragement does more.***«

»Popravljanje pripomore veliko, a spodbujanje še več.«

(Johann Wolfgang von Goethe)

Najprej bi se rada najlepše zahvalila mentorju prof. dr. Marjanu Simčiču za vso pomoč, strokovne napotke in nasvete, predvsem pa za vse spodbudne besede ob nastajanju magistrskega dela.

Posebna zahvala gre recenzentki prof. dr. Heleni Abramovič za strokovni pregled magistrskega dela in za vse koristne nasvete.

Ob tej priložnosti bi se rada zahvalila tudi univ. dipl. inž. Kseniji Podgrajšek in dr. Emilu Zlatiču za ves trud in pomoč pri eksperimentalnem delu.

Zahvaljujem se tudi univ. dipl. inž. Lini Burkan Makivić za pomoč pri urejanju magistrskega dela in za pregled referenc.

Na koncu pa gre velika zahvala vsem prijateljem in sošolkam za nasvete in spodbudo pri nastajanju magistrskega dela ter za vse trenutke v času študija, ki smo jih preživeli skupaj in so zaradi vas postali lepi in nepozabni.

In nenazadnje, iskrena hvala staršem in bratu, ki me ves čas nesebično podpirajo, spodbujajo in mi stojijo ob strani, da lahko uresničujem svoje sanje.

PRILOGE

Priloga A: Modelni celodnevni obroki

PONEDELJEK			
šifra	obrok	količina (g)	živilo
po_1	zajtrk	25	polnozrnati toast, Žito
		15	maslo Mu, Ljubljanske mlekarne
		20	marelična marmelada, Belsad
		200	mleko alpsko 3,2 % m.m., Ljubljanske mlekarne
po_2	dopoldanska malica	115	sendvič Polia ^a
		200	pomarančni sok Pingo, Fructal
po_3	kosilo	500	fizolova enolončnica
to_2		55	kajzerica
po_4	popoldanska malica	70	banana
po_5	večerja	300	mlečni riž
		5	kakav v prahu

^a kajzerica, sir Edamec, Poli salama Perutnina Ptuj, kisle kumarice Droga

TOREK

šifra	obrok	količina (g)	živilo
to_1	zajtrk	40	skutin namaz ^b
to_2		55	kajzerica
to_3	dopoldanska malica	70	francoski rogljič z marelično marmelado
		214	kompot ^c
to_4	kosilo	180	losos
to_5		270	rižota
to_6		180	cvetača v solati
to_7	popoldanska malica	60	rezina z oreščki Orino
		250	sojin napitek, Provamel bio natur, plus calcium
to_8	večerja	60	avokadov namaz ^d
		50	navadni toast, Žito

^b skuta, olje omega 3 + omega 6, mleta paprika, peteršilj

^c ananas, hruška, breskev, ananasov sok, sok hruške, breskov sok

^d avokado, česen

SREDA

šifra	obrok	količina (g)	živilo
sr_1	zajtrk	40	namaz, Viki krema
		50	navadni toast, Žito
sr_2	dopoldanska malica	87	sendvič Savinjski želodec ^e
		15	kumare
		500	ledeni čaj breskev, Sola
sr_3	kosilo	470	testenine po bolonjsko
sr_4		160	puding, Monte
sr_5	popoldanska malica	90	banana
		100	skutka
sr_6	večerja	116	marelični in jagodni cmoki, Pečjak
		214	kompot ^f

^e kajzerica, Savinjski želodec, sir Edamec

^f ananas, hruška, breskev, ananasov sok, sok hruške, breskov sok

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Modelni celodnevni obroki

ČETRTEK			
šifra	obrok	količina (g)	živilo
če_1	zajtrk	40	skutin namaz ^g
to_2		55	kajzerica
če_2	dopoldanska malica	60	sosedovo pecivo, pekarna Grosuplje
		250	sojin napitek, Provamel bio natur, čokolada
če_3	kosilo	190	riba, bradati huj
če_4		250	krompirjeva solata
če_5		26	čokoladica, Duplo
če_6	popoldanska malica	40	oreščki ^h
čr_7	večerja	30	namaz iz leče ⁱ
		55	kajzerica temna
		15	kumare

^g skuta, drobnjak, olje omega 3 + omega 6, sol

^h pekani, makadamija

ⁱ leča, olje omega 3 + omega 6, sol, curry, peteršilj

PETEK			
šifra	obrok	količina (g)	živilo
pe_1	zajtrk	55	kajzerica
		15	maslo Mu, Ljubljanske mlekarne
		20	jagodna marmelada, Belsad
pe_2	dopoldanska malica	87	sendvič Savinjski želodec ^e
pe_3	kosilo	220	piščanec z bučkami
pe_4		270	polenta
pe_5		35	čokoladica, Kinder Maxi King
po_4	popoldanska malica	70	banana
pe_6	večerja	126	bruskete s sirom ^j

^j bruskete, sir, vložena zelenjava, orehi

Priloga C: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	po_1				po_2				po_3				po_4				po_5			
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
MK	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	197,6	0,1	570,4	3,6	48,4	2,4	72,0	20,5	72,1	13,3	111,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	96,8	2,2	172,0	46,0
C8:0	163,4	1,9	331,5	8,9	41,7	1,8	50,0	12,2	1098,0	163,5	1576,2	74,5	0,0	0,0	0,0	0,0	80,1	4,2	100,0	28,3
C10:0	416,9	8,5	682,5	8,1	94,6	3,7	92,0	24,9	946,2	154,5	1187,7	74,5	0,0	0,0	0,0	0,0	202,0	1,0	216,0	59,4
C12:0	489,1	27,2	851,5	24,6	147,1	5,9	144,0	32,9	7348,7	1112,5	9368,4	521,2	0,0	0,0	0,0	0,0	247,2	4,8	266,0	76,4
C14:0	1507,6	104,0	2687,8	29,0	386,7	12,9	514,0	142,9	3012,2	532,9	3518,7	198,6	0,4	0,1	0,0	0,0	813,0	37,2	818,0	229,3
C14:1	126,7	5,2	329,9	4,5	37,7	2,9	24,0	32,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	66,8	1,2	80,0	22,4
C15:0	143,1	14,7	299,7	2,2	36,4	1,6	20,6	27,2	4,6	0,8	0,3	0,2	1,0	0,1	0,0	0,0	75,6	2,0	92,0	25,9
C16:0	4653,2	422,7	6979,4	96,3	2604,8	112,9	2286,0	1151,1	1754,6	368,9	1986,9	243,2	16,9	3,0	40,0	0,0	2282,0	148,7	2372,0	713,7
C16:1	238,0	19,7	606,1	25,4	422,1	20,0	262,0	159,3	38,9	11,6	111,0	39,2	2,9	0,4	0,0	0,0	115,9	6,1	118,0	32,7
C17:0	254,5	34,6	210,9	2,5	338,0	27,6	17,2	21,6	499,4	72,7	0,3	0,2	53,6	18,3	0,0	0,0	334,5	44,8	48,4	13,7
C18:0	1452,7	188,2	2494,4	39,0	694,1	22,4	1022,0	631,4	468,5	100,0	555,0	96,1	0,0	0,0	0,0	0,0	752,0	18,0	984,0	335,2
C18:1	3419,8	303,9	6218,9	107,6	2807,1	89,8	3138,0	2111,0	1200,9	260,2	1420,8	300,4	1,7	0,4	10,0	0,0	1471,2	75,4	1842,0	576,5
C18:2	697,4	56,2	703,6	96,4	1613,1	54,4	846,0	449,8	889,5	168,2	721,5	192,3	11,3	1,1	14,0	5,5	329,6	18,0	204,0	87,1
C18:3	78,7	6,1	325,0	10,0	117,7	3,9	112,0	35,6	286,4	35,8	55,5	0,0	4,3	0,3	20,0	0,0	42,0	0,8	54,0	19,5
C20:0	22,6	1,8	112,1	8,9	9,1	0,1	12,0	13,0	15,1	3,5	210,9	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	11,7	1,4	14,0	5,5
C20:1	8,5	0,1	71,5	31,2	18,9	1,5	52,0	39,6	0,0	0,0	11,1	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0
C20:2	0,0	0,0	0,0	0,0	10,3	1,4	2,9	3,7	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:3	7,3	1,2	18,4	25,1	7,8	0,8	12,1	8,3	0,0	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:4	13,0	1,7	24,4	22,3	21,6	1,1	14,0	11,4	21,5	3,3	11,1	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	8,9	0,5	8,0	4,5
C20:5	9,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:0	8,0	0,6	6,5	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	4,5
C22:1	0,0	0,0	22,8	31,2	0,0	0,0	12,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	0,0	0,0	3,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	1,2	
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C22:6	0,0	0,0	9,8	13,4	0,0	0,0	6,0	5,5	0,0	0,0	11,1	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	to_1				to_2				to_3				to_4				to_5			
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
MK	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	0,6	0,1	31,2	25,8	0,4	0,1	0,0	0,0	66,6	3,4	136,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C8:0	0,6	0,0	17,6	14,3	4,3	0,4	0,0	0,0	55,8	2,1	350,0	22,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C10:0	1,0	0,1	39,2	31,4	3,5	0,4	0,0	0,0	133,3	4,9	360,0	22,4	1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C12:0	1,4	0,1	48,8	40,1	32,2	2,4	4,0	5,5	171,0	12,7	972,0	62,6	8,9	1,0	0,0	0,0	1,5	0,3	0,0	0,0
C14:0	6,3	0,6	171,2	127,4	14,8	0,9	4,0	5,5	531,1	36,5	1408,0	93,9	690,4	102,3	777,6	423,9	59,4	2,8	37,8	70,4
C14:1	0,3	0,0	18,4	15,9	0,0	0,0	0,0	0,0	39,3	3,0	88,0	4,5	5,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C15:0	1,1	0,1	17,6	13,8	0,7	0,0	0,2	0,3	43,6	1,6	78,9	5,2	43,9	6,9	29,6	27,0	4,1	0,3	0,0	0,0
C16:0	264,9	12,4	867,2	339,5	254,0	15,4	40,0	54,8	3528,7	162,0	4264,0	281,8	2536,6	352,7	2890,8	680,3	1060,5	52,1	1020,6	548,2
C16:1	5,3	0,3	56,0	46,0	4,9	0,4	8,0	11,0	78,9	3,0	942,0	62,6	979,8	94,2	968,4	463,4	110,3	8,6	102,6	86,2
C17:0	36,3	5,4	14,5	12,9	49,1	1,4	0,4	0,6	290,2	14,8	127,8	8,4	203,3	27,9	61,3	56,0	236,5	18,8	3,1	4,2
C18:0	174,8	8,3	361,6	131,7	39,2	1,5	12,0	16,4	944,3	22,6	1826,0	120,7	625,2	78,5	594,0	147,9	211,1	17,9	232,2	103,9
C18:1	2305,7	136,5	2249,6	1542,2	160,9	1,9	40,0	54,8	2745,1	150,2	4654,0	293,1	9819,0	1039,2	7063,2	1291,5	5374,0	190,3	5016,6	3274,4
C18:2	1778,5	147,2	1462,4	1335,0	319,6	11,7	80,0	109,5	708,9	50,9	1138,0	66,9	3693,2	457,3	838,8	335,2	1676,8	109,9	1306,8	678,1
C18:3	559,0	28,6	2279,2	1749,4	12,3	0,4	8,0	11,0	105,0	6,3	434,0	30,5	1424,3	180,5	334,8	285,9	312,5	16,7	637,2	583,3
C20:0	10,2	0,7	22,4	20,5	1,5	0,1	4,0	5,5	21,1	0,3	262,0	17,9	66,8	8,8	28,8	9,9	26,7	1,4	32,4	29,6
C20:1	9,5	0,8	12,8	22,0	1,9	0,2	8,0	11,0	11,4	1,1	980,0	67,1	1155,5	132,6	1299,6	670,4	91,9	7,5	75,6	139,5
C20:2	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	248,4	29,9	46,9	42,8	15,6	0,2	0,0	0,0
C20:3	0,0	0,0	11,4	25,4	0,0	0,0	5,3	7,2	0,0	0,0	742,6	48,8	158,0	21,5	81,6	74,5	6,8	1,2	0,0	0,0
C20:4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	5,5	4,8	0,8	728,0	49,2	64,7	8,5	151,2	157,7	4,4	0,2	0,0	0,0
C20:5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	907,0	88,8	964,8	285,9	50,7	7,5	27,0	60,4		
C22:0	29,1	1,6	0,8	1,8	1,1	0,1	0,0	0,0	8,2	0,9	234,0	13,4	32,4	5,6	10,8	9,9	13,6	0,0	0,0	0,0
C22:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	11,0	0,0	0,0	962,0	62,6	140,4	15,4	1224,0	985,9	15,3	0,2	81,0	181,1
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	12,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2	2,9	0,0	0,0	3,1	4,2
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1745,0	217,0	10,8	9,9	78,3	6,3	0,0	0,0
C22:6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	5,5	0,0	0,0	398,0	26,8	103,0	19,3	1904,4	1153,5	0,0	0,0	27,0	60,4

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	to_6				to_7				to_8				sr_1				sr_2			
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
MK	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	6,0	13,4	10,3	2,3	86,0	21,9		
C8:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	12,0	11,0	1,3	0,1	122,0	250,6	8,2	1,2	58,0	16,4		
C10:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	0,1	6,0	5,5	1,8	0,4	88,0	185,7	21,6	2,0	110,0	25,5		
C12:0	0,5	0,2	0,0	0,0	1,4	0,3	36,0	23,0	3,4	0,1	36,0	32,9	6,2	0,3	688,0	1466,0	34,1	3,8	192,0	42,1
C14:0	2,9	0,4	172,8	300,0	5,7	0,5	88,0	65,7	18,3	2,7	44,0	32,1	23,2	1,6	288,0	560,7	73,5	1,5	682,0	134,8
C14:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	0,4	2,0	4,5
C15:0	1,4	0,1	0,0	0,0	1,5	0,2	0,0	0,0	1,7	0,2	0,9	0,8	2,7	0,4	1,5	1,1	4,9	0,0	2,6	2,8
C16:0	606,3	66,6	2250,0	350,4	1026,6	126,7	2784,0	2057,5	1942,9	9,8	1758,0	457,0	1154,6	136,7	490,0	497,0	246,3	34,4	2364,0	434,8
C16:1	35,2	2,9	291,6	313,7	38,3	0,4	100,0	56,6	539,4	2,9	432,0	149,9	15,8	1,6	48,0	39,0	21,8	6,9	270,0	61,2
C17:0	104,6	10,3	6,6	6,0	7,8	1,8	13,3	13,8	124,1	5,5	11,3	5,4	95,4	0,1	4,1	2,8	36,6	5,7	5,7	6,1
C18:0	159,5	18,4	586,8	113,6	279,9	43,2	842,0	613,9	107,7	3,1	90,0	75,8	447,7	41,8	328,0	370,0	58,1	8,0	978,0	181,0
C18:1	3926,5	374,9	11001,6	2533,4	6080,4	291,3	13022,0	4856,3	5491,8	65,1	9166,0	155,8	3251,0	307,3	1060,0	1602,5	214,9	33,3	2886,0	507,5
C18:2	1690,1	151,0	3070,8	2328,0	4726,1	638,5	9736,0	8830,6	1944,8	28,6	1266,0	119,3	2573,9	246,3	250,0	284,4	103,7	4,0	588,0	157,5
C18:3	434,3	37,3	2772,0	2886,5	226,7	69,7	718,0	850,0	64,3	4,3	106,0	25,1	25,4	3,2	26,0	19,5	10,4	1,8	84,0	18,2
C20:0	21,8	2,6	68,4	29,6	33,1	7,7	202,0	158,8	8,8	0,4	18,0	8,4	31,8	0,0	32,0	39,0	0,0	0,0	6,0	5,5
C20:1	26,6	3,2	338,4	657,2	52,8	12,7	160,0	150,2	19,7	1,3	42,0	38,3	30,7	2,3	42,0	38,3	0,0	0,0	42,0	11,0
C20:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2	4,8	
C20:3	0,0	0,0	18,3	40,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,3	33,9	30,9	0,0	0,0	33,9	30,9	0,0	0,0	10,8	7,8
C20:4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	38,0	26,8	0,0	0,0	30,0	27,4	3,4	1,4	14,0	11,4
C20:5	0,0	0,0	133,2	297,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C22:0	15,9	1,6	10,8	9,9	59,2	17,6	394,0	405,8	3,1	0,0	6,0	5,5	44,5	1,0	6,0	5,5	0,0	0,0	0,0	
C22:1	9,2	0,9	392,4	877,4	5,1	2,5	10,0	10,0	0,0	0,0	42,0	38,3	3,1	0,5	42,0	38,3	0,0	0,0	12,0	11,0
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C24:0	9,9	1,3	6,6	6,0	40,0	6,9	146,4	152,3	4,6	0,9	0,0	0,0	11,9	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
C22:6	0,0	0,0	122,4	273,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,0	16,4	3,5	0,6	18,0	16,4	0,0	0,0	6,0	5,5

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	sr_3				sr_4				sr_5				sr_6		če_1					
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
MK	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	57,3	3,4	56,4	51,5	191,3	15,6	78,0	116,3	67,7	2,1	76,0	59,0	1,9	0,9	51,7	81,1	0,6	0,1	31,2	25,8
C8:0	902,7	17,5	789,6	720,8	149,6	7,8	466,0	965,7	55,4	1,7	48,0	28,6	15,8	0,6	33,9	46,1	0,7	0,0	17,6	14,3
C10:0	762,3	40,6	592,2	540,6	372,9	11,9	386,0	707,4	141,2	6,9	100,0	64,8	15,1	1,0	66,0	98,8	1,2	0,2	38,4	29,9
C12:0	5718,9	90,9	4681,2	4273,3	434,2	17,7	2696,0	5756,5	169,3	6,9	114,0	81,7	155,8	10,2	92,8	115,4	1,4	0,1	47,2	37,0
C14:0	2021,3	162,0	1861,2	1573,5	1385,3	37,8	1364,0	2042,4	544,6	27,4	348,0	298,6	54,3	2,6	303,2	379,6	6,1	0,9	156,0	121,0
C14:1	2,7	0,0	18,8	42,0	114,8	4,8	32,0	71,6	44,2	3,1	42,0	39,6	0,0	0,0	33,9	51,0	0,3	0,0	18,4	15,9
C15:0	5,9	0,2	17,2	16,5	135,2	4,9	27,2	60,8	48,3	1,5	38,2	34,9	1,6	0,0	31,8	42,8	1,0	0,1	17,4	13,7
C16:0	1203,5	164,2	3036,2	3206,5	3697,6	154,4	3268,0	3768,0	1390,1	48,7	1190,0	640,8	357,8	19,7	1107,7	1182,3	243,8	37,0	892,8	348,1
C16:1	24,8	3,7	188,0	193,8	215,2	11,5	278,0	389,5	74,1	4,2	108,0	64,6	14,3	0,2	130,2	131,0	4,5	0,6	51,2	40,5
C17:0	314,6	37,3	36,9	33,3	308,4	27,2	20,5	45,8	223,0	13,0	28,6	26,3	258,2	21,7	23,7	32,2	59,4	3,5	14,4	10,6
C18:0	317,4	72,6	2491,0	4090,8	1302,8	79,6	1586,0	1974,5	432,2	14,6	422,0	237,7	61,9	3,5	392,4	425,5	155,5	25,5	365,6	130,2
C18:1	855,2	131,8	3628,4	4608,6	2876,5	106,1	6726,0	7981,7	903,7	38,5	1046,0	601,9	339,8	22,6	1386,0	1339,6	2232,0	322,4	2370,4	1585,6
C18:2	847,4	110,8	648,6	835,8	298,3	17,9	1390,0	2000,0	96,0	4,2	126,0	42,8	267,3	17,5	487,0	382,1	1673,3	221,8	1456,0	1219,8
C18:3	49,6	5,6	94,0	132,9	46,5	3,7	114,0	168,2	34,7	1,6	76,0	35,8	33,7	0,3	114,2	77,6	523,7	86,4	2360,8	1757,3
C20:0	6,7	1,0	159,8	91,6	16,0	0,8	74,0	139,2	5,5	0,2	14,0	13,4	1,7	0,3	25,0	22,2	8,4	1,5	12,0	12,0
C20:1	7,9	1,9	0,0	0,0	6,0	0,6	6,0	8,9	0,0	0,0	6,0	5,5	2,9	0,1	33,9	61,3	7,7	1,5	6,4	7,8
C20:2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:3	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	1,1	0,0	0,0	2,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:4	17,3	0,9	9,4	21,0	12,9	1,6	0,0	0,0	5,4	0,7	0,0	0,0	9,1	1,1	7,1	9,8	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:5	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,1	0,0	0,0	3,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,8	0,0	0,0	2,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	4,0	1,6	3,6
C22:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	55,8	0,5	0,0	0,0	0,0
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,8	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,7	2,1	1,3	2,9
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,7	7,5	0,0	0,0	0,0	0,0

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	če_2				če_3				če_4				če_5				če_6			
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,6	4,0	8,9	0,0	0,0	0,0	0,0
C8:0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	117,8	263,4	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,5	72,0	161,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C10:0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	87,4	195,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	1,1	62,0	116,7	0,5	0,1	6,0	5,5
C12:0	2,1	0,1	8,0	11,0	0,4	0,1	722,0	1614,4	0,0	0,0	0,0	0,0	15,1	1,0	440,0	933,7	6,1	0,2	0,0	0,0
C14:0	11,2	0,0	12,0	16,4	3,7	0,1	296,4	599,1	2,0	0,1	15,0	33,5	54,0	3,9	212,0	333,3	74,7	5,3	84,0	76,7
C14:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,3	0,0	0,0	0,5	0,1	0,0	0,0
C15:0	2,4	0,4	0,0	0,0	1,7	0,0	1,4	0,8	1,0	0,2	0,0	0,0	3,9	0,4	0,4	0,9	1,6	0,0	0,0	0,0
C16:0	1179,6	98,4	1080,0	1333,0	388,2	13,8	1288,2	107,0	565,4	21,1	1030,0	103,7	1723,0	103,9	1066,0	982,4	1249,9	24,7	1702,0	957,6
C16:1	14,7	0,2	12,0	16,4	32,1	0,8	136,8	28,2	34,7	1,2	80,0	27,4	19,8	2,6	16,0	11,4	2417,2	54,1	2356,0	1318,4
C17:0	375,6	3,5	0,0	0,0	229,1	22,3	5,7	5,8	239,7	20,5	2,2	3,0	56,7	5,2	0,3	0,7	46,7	4,1	0,0	0,0
C18:0	602,2	44,9	348,0	440,5	78,6	4,4	323,0	19,0	155,8	7,4	330,0	54,2	1240,4	207,8	1208,0	1267,7	530,4	1,1	600,0	346,4
C18:1	2986,7	28,3	2258,0	2847,1	1834,0	97,0	6505,6	2713,4	4057,3	120,3	5475,0	1176,3	3804,2	417,6	1636,0	1256,0	7349,9	279,8	13660,0	7613,9
C18:2	5964,0	681,3	5478,0	6800,3	204,8	23,9	851,2	199,9	1106,7	43,0	1655,0	1043,0	814,3	19,9	182,0	148,1	3085,6	149,6	2890,0	1609,3
C18:3	651,4	140,9	618,0	809,8	22,8	2,6	87,4	28,8	244,9	11,2	1820,0	1363,7	18,4	1,3	2,0	4,5	134,8	10,4	246,0	164,9
C20:0	23,7	2,2	22,0	25,9	7,3	0,5	45,6	17,0	14,5	1,0	35,0	13,7	39,4	6,2	28,0	21,7	258,6	4,6	240,0	138,6
C20:1	12,6	0,4	12,0	16,4	6,8	1,0	53,2	24,8	10,8	0,9	15,0	22,4	9,1	0,5	0,0	0,0	238,0	0,1	272,0	175,0
C20:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0
C20:3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:4	0,0	0,0	0,0	0,0	25,7	1,7	22,8	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:5	0,0	0,0	0,0	0,0	30,9	2,9	106,4	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:0	29,0	0,4	10,0	10,0	3,1	0,1	7,6	10,4	13,0	0,3	0,0	0,0	6,1	1,0	0,0	0,0	70,5	0,8	22,0	49,2
C22:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,8	24,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	0,1	10,0	22,4
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	12,2	0,2	0,5	1,1	0,0	0,0	4,3	5,5	0,0	0,0	2,2	3,0	4,3	0,2	0,0	0,0	28,5	0,4	13,4	30,0
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	190,6	15,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	277,4	41,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)

MK	m MK (mg)																			
	če_7				pe_1				pe_2				pe_3				pe_4			
	KA		P		KA		P		KA		P		KA		P		KA		P	
	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD	AV	SD
C6:0	0,0	0,0	0,0	0,0	119,7	30,2	216,0	120,7	63,2	0,7	83,5	19,1	1,6	0,2	0,0	0,0	29,9	3,2	75,6	12,1
C8:0	3,0	0,1	0,0	0,0	101,7	14,7	124,0	69,5	54,9	1,9	59,2	14,3	1,7	0,3	0,0	0,0	22,6	2,8	415,8	217,3
C10:0	2,3	0,1	0,0	0,0	257,9	18,5	256,0	143,1	131,9	5,1	107,9	22,7	3,1	0,4	0,0	0,0	53,7	6,7	356,4	169,0
C12:0	16,2	2,1	2,0	4,5	334,4	11,8	352,0	96,3	183,0	12,7	189,7	40,5	3,9	0,4	8,8	12,0	58,7	5,0	2392,2	1292,0
C14:0	9,4	1,7	16,0	25,1	889,2	44,3	1114,0	337,7	536,1	22,5	682,1	133,9	19,3	1,9	114,4	110,4	154,8	8,6	1128,6	495,1
C14:1	0,0	0,0	0,0	0,0	71,9	2,0	136,0	76,0	36,8	0,7	3,5	7,8	3,8	0,3	0,0	0,0	15,0	0,5	0,0	0,0
C15:0	1,1	0,2	0,1	0,2	76,9	6,9	113,4	63,4	44,8	1,4	2,6	2,8	2,7	0,3	1,0	0,9	12,3	0,2	0,0	0,0
C16:0	375,6	58,1	504,0	156,0	2362,9	187,9	2884,0	953,9	2334,5	85,3	2352,5	435,4	796,7	102,7	3150,4	3039,4	469,3	1,1	1063,8	157,0
C16:1	7,3	0,7	18,0	24,9	133,9	8,2	274,0	91,8	156,1	9,5	269,7	59,3	128,3	13,0	545,6	551,4	28,2	0,2	81,0	0,0
C17:0	94,7	18,8	1,4	2,5	167,9	16,1	85,4	47,7	194,2	24,5	5,7	6,1	313,6	48,1	3,4	3,0	225,3	18,2	0,0	0,0
C18:0	166,6	25,7	200,0	61,2	791,8	96,2	1032,0	387,1	905,4	35,5	974,4	182,2	233,3	27,8	1100,0	1183,8	89,5	1,0	405,0	60,4
C18:1	2604,3	419,5	1788,0	1416,3	1689,7	185,1	2664,0	1020,9	2270,4	106,7	2879,7	509,7	2187,3	288,3	6630,8	4627,5	659,8	28,9	999,0	120,7
C18:2	2075,1	314,6	1510,0	1114,7	415,9	39,5	336,0	171,8	791,0	19,2	574,2	161,2	739,9	94,9	2886,4	2744,2	205,7	15,8	297,0	241,5
C18:3	614,2	92,1	2072,0	1578,6	41,9	4,0	148,0	66,5	59,6	1,8	78,3	19,5	55,3	5,9	211,2	133,5	17,2	0,2	32,4	12,1
C20:0	8,8	1,0	14,0	16,7	9,7	1,2	48,0	26,8	11,7	0,3	5,2	4,8	6,0	0,6	22,0	15,6	3,0	0,5	48,6	12,1
C20:1	8,7	1,3	18,0	20,5	4,2	0,4	24,0	16,7	24,2	1,9	40,0	9,9	9,6	1,2	66,0	71,3	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,1	1,0	0,0	0,0	13,7	1,3	4,2	4,8	14,4	1,2	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:3	0,0	0,0	13,0	22,4	3,1	0,6	5,3	7,2	8,1	0,7	10,8	7,8	15,9	2,2	0,7	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:4	0,0	0,0	2,0	4,5	6,2	1,0	4,0	5,5	16,2	3,2	13,9	11,7	93,6	8,6	413,6	564,8	0,0	0,0	0,0	0,0
C20:5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,4	0,0	0,0	3,5	0,2	0,0	0,0	5,7	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:0	22,5	2,7	2,0	4,5	3,7	0,6	0,0	0,0	3,2	0,1	5,2	4,8	2,0	1,8	22,0	49,2	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:1	0,0	0,0	4,0	8,9	0,0	0,0	8,0	11,0	0,0	0,0	10,4	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:0	9,4	0,9	1,2	2,6	2,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	2,7	0,0	0,0	0,0	0,0
C24:1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
C22:6	0,0	0,0	2,0	4,5	0,0	0,0	4,0	5,5	0,0	0,0	5,2	4,8	0,0	0,0	220,0	308,0	0,0	0,0	0,0	0,0

se nadaljuje

nadaljevanje

Priloga B: Količina maščobnih kislin (mg) posameznih delnih obrokov (n=32), ki smo jo določili s kemijsko analizo (KA) in s programom Prodi 5.7 Expert Plus (P)