

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Matej GERBIČ

**VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V POVRHNJICI IN SEMENIH  
RAZLIČNIH KULTIVARJEV SLIV**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**THE FATTY ACID CONTENT IN THE SKIN AND SEEDS OF A  
DIFFERENT PLUM CULTIVARS**

GRADUATION THESIS  
University Studies

Ljubljana, 2010

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo v laboratoriju Katedre za tehnologije, prehrano in vino Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela določila prof. dr. Rajko Vidriha, za recenzentko pa doc. dr. Heleno Abramovič.

Mentor: prof. dr. Rajko Vidrih

Recenzentka: doc. dr. Helena Abramovič

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat avtorjevega lastnega raziskovalnega dela.

Matej Gerbič

## KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 634.22:543.635.3(043)=163.6
- KG slive / semena sliv / kemijska sestava / maščobe / maščobne kisline / vsebnost vode / vsebnost suhe snovi / maščobnokislinska sestava
- AV GERBIČ, Matej
- SA VIDRIH, Rajko (mentor) / ABRAMOVIČ, Helena (recenzentka)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2010
- IN VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V POVRHNJICI IN SEMENIH RAZLIČNIH KULTIVARJEV SLIV
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP XI, 83 str., 21 pregl., 26 sl., 93 ref.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen naloge je bil določiti vsebnost maščobnih kislin v povrhnjici in semenih kultivarjev sliv: Agen 707, Blue free, Čačanska najbolja, Č-5, Domača brkinska, Grossa di felisio, Jojo, M-7, P-1, P-2, RB-11, R-8, SA-10, SG-9, Stanley in Valor. V zračno suhih semenih smo določili vsebnost vode in skupnih maščob, v mezokarpu pa vsebnost suhe snovi in skupnih kislin ter pH. Semena sliv vsebujejo od 3,95 ut. % do 6,27 ut. % vode ter od 36,17 ut. % do 62,81 ut. % maščobe. Prevladujoče maščobne kisline v povrhnjici so palmitinska (od 22,31 ut. % do 72,54 ut. %), stearinska (od 16,39 ut. % do 52,05 ut. %), oleinska (od 0,00 ut. % do 24,47 ut. %), linolna (od 0,00 ut. % do 24,31 ut. %), arahidinska (od 5,17 ut. % do 14,95 ut. %) in linolenska (od 0,00 ut. % do 4,21 ut. %), v semenih pa oleinska (od 48,37 ut. % do 71,01 ut. %), linolna (od 13,40 ut. % do 31,03 ut. %), arahidinska (od 7,46 ut. % do 12,66 ut. %), palmitinska (od 4,89 ut. % do 6,39 ut. %) in stearinska (od 1,19 ut. % do 2,34 ut. %). Vsebnost suhe snovi v mezokarpu znaša od 14,60 % Brix do 22,50 % Brix, vrednost pH od 3,32 do 4,59 ter vsebnost skupnih kislin od 0,41 g/100 g do 1,59 g/100 g.

## KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 634.22:543.635.3(043)=163.6

CX plums / plum seeds / chemical composition / fat / fatty acids / water content / dry matter content / fatty acid content

AU GERBIČ, Matej

AA VIDRIH, Rajko (supervisor) / ABRAMOVIČ, Helena (reviewer)

PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

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

PY 2010

TI THE FATTY ACID CONTENT IN THE SKIN AND SEEDS OF A DIFFERENT PLUM CULTIVARS

DT Graduation Thesis (University studies)

NO XI, 83 p., 21 tab., 26 fig., 93 ref.

LA sl

AL sl/en

AB The aim of the thesis was to determine fatty acid content in epidermis and seeds of plum cultivars: : Agen 707, Blue free, Čačanska najbolja, Č-5, Domača brkinska, Grossa di felisio, Jojo, M-7, P-1, P-2, RB-11, R-8, SA-10, SG-9, Stanley and Valor. The air-dry seeds were analysed on water and total fat content. In mezocarp soluble solids content, pH and total acidity were determined. Seeds contain from 3,95 w. % to 6,27 w. % of water and from 36,17 w. % to 62,81 w. % fat (oil). Predominant fatty acids in epidermis were palmitic (from 22,31 w.% to 72,54 w.%), stearic (from 16,39 w. % to 52,05 w. %), oleic (from 0,00 w. % to 24,47 w. %), linoleic (from 0,00 w. % to 24,31 w. %), arachidic (from 5,17 w. % to 14,95 w. %) and linoleic (from 0,00 w. % to 4,21 w. %). The following fatty acids were determined in kernel, oleic (from 48,37 w. % to 71,01 w. %), linoleic (from 13,40 w. % to 31,03 w. %), arachidic (from 7,46 w. % to 12,66 w. %), palmitic (from 4,89 w. % to 6,39 w. %) and stearic (from 1,19 w. % to 2,34 w. %). The content of soluble solids in mezocarp ranges from 14,60 % Brix to 22,50 % Brix, pH from 3,32 to 4,59 and total acid content from 0,41 g/100 g to 1,59 g/100 g.

## KAZALO VSEBINE

	str
<b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....</b>	<b>III</b>
<b>KEY WORDS DOCUMENTATION .....</b>	<b>IV</b>
<b>KAZALO VSEBINE .....</b>	<b>V</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>	<b>VII</b>
<b>KAZALO SLIK .....</b>	<b>IX</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>	<b>XI</b>

	str
<b>1 UVOD .....</b>	<b>1</b>
1.1 NAMEN .....	2
1.2 HIPOTEZE .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 ZGODOVINA SADJARSTVA .....	3
<b>2.1.1 Izvor sadnega drevja .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1.2 Sadjarstvo na Slovenskem .....</b>	<b>4</b>
2.2 SLIVA .....	5
<b>2.2.1 Izvor in botanična uvrstitev .....</b>	<b>5</b>
<b>2.2.2 Podnebne in talne razmere .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2.3 Opisi kultivarjev .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2.4 Plod .....</b>	<b>11</b>
2.2.4.1 Kemijska sestava ploda .....	13
2.3 FUNKCIONALNA ŽIVILA .....	14
<b>2.3.1 Definicija funkcionalnega živila .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.2 Sliva kot funkcionalno živilo .....</b>	<b>15</b>
2.3.2.1 Polifenoli .....	17
2.3.2.1.1 Flavonoidi .....	18
2.3.2.1.2 Neflavonoidi .....	21
2.3.2.2 Prehranska vlaknina .....	22
2.3.2.3 Sorbitol .....	23
2.3.2.6 Vitamini .....	23
2.3.2.5 Minerali .....	28
2.4 MAŠČOBE (LIPIDI) .....	30
<b>2.4.1 Maščobne kisline .....</b>	<b>33</b>
2.4.1.1 Nomenklatura maščobnih kislin .....	34
2.4.1.2 Nasičene maščobne kisline .....	35
2.4.1.3 Nenasičene maščobne kisline .....	36
2.4.1.4 Esencialne maščobne kisline .....	38
2.4.1.5 <i>Trans</i> -maščobne kisline .....	40
2.4.1.6 Razmerje P/S, indeks aterogenosti .....	41
<b>2.4.2 Gliceridi .....</b>	<b>41</b>
2.4.3.1 Fosfolipidi .....	43
2.4.3.2 Tokoferoli .....	44
2.4.3.3 Voski .....	45

2.4.3.4 Steroli .....	46
2.4.3.5 Barvne snovi .....	48
2.5 DELI RASTLIN KOT VIRI MAŠČOB .....	48
<b>3 MATERIALI IN METODE .....</b>	<b>52</b>
3.1 PRIPRAVA VZORCEV NA ANALIZO .....	52
3.2 DOLOČANJE VSEBNOSTI SUHE SNOVI V MEZOKARPU .....	52
3.3 MERJENJE pH IN DOLOČANJE SKUPNIH KISLIN V MEZOKARPU .....	52
3.4 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE V SEMENIH .....	53
3.5 DOLOČANJE SKUPNIH MAŠČOB V SEMENIH – METODA PO WEIBULLU IN STOLDTU .....	54
3.6 SPEKTROFOTOMETRIČNA ANALIZA OLJ V UV SPEKTRU .....	55
3.7 DOLOČANJE VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN KOT METILNIH ESTROV V POVRHNJICI IN SEMENIH .....	55
<b>4 REZULTATI .....</b>	<b>57</b>
4.1 DOLOČANJE VSEBNOSTI SUHE SNOVI V PLODU .....	57
4.2 MERJENJE pH IN DOLOČANJE SKUPNIH KISLIN .....	58
4.3 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE V ZRAČNO SUHIH SEMENIH .....	60
4.4 DOLOČANJE SKUPNIH MAŠČOB V SEMENIH - METODA PO WEIBULLU IN STOLDTU .....	60
4.5 SPEKTROFOTOMETRIČNA ANALIZA OLJ V UV SPEKTRU .....	61
4.6 DOLOČANJE VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN KOT METILNIH ESTROV V SEMENIH .....	63
4.6.1 Povrhnjica .....	63
4.6.2 Semena .....	65
<b>5 RAZPRAVA IN SKLEPI .....</b>	<b>66</b>
5.1 RAZPRAVA .....	66
5.1.1 Delež suhe snovi v mezokarpu .....	66
5.1.2 pH in skupne kisline .....	66
5.1.3 Vsebnost vode v semenih .....	67
5.1.4 Delež skupnih maščob v semenih .....	67
5.1.5 Spektrofotometrično ugotavljanje sestave ekstrakta povrhnjice .....	68
5.1.6 Maščobnokislinska sestava povrhnjice in semen .....	68
5.2 SKLEPI .....	69
<b>6 POVZETEK .....</b>	<b>70</b>
<b>7 ZAHVALA .....</b>	<b>72</b>
<b>8 VIRI .....</b>	<b>73</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

	str
Preglednica 1: Kemijska sestava svežih slivovih plodov (Sancin in Adamič, 1988; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004).....	13
Preglednica 2: Vsebnost polifenolov v svežih slivah ozioma soku (Belitz in sod., 2009) ..	18
Preglednica 3: Vsebnosti vitaminov v plodu slive (Pravilnik o..., 2003; Sancin in Adamič, 1988; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004).....	24
Preglednica 4: Vsebnost mineralov v plodu slive (Pravilnik o..., 2003; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004).....	29
Preglednica 5: Razvrstitev lipidov (Belitz in sod., 2009).....	33
Preglednica 6: Razvrstitev lipidov glede na polarlost (Belitz in sod., 2009) .....	33
Preglednica 7: Nasičene maščobne kisline (Belitz in sod., 2009).....	36
Preglednica 8: Nenasičene maščobne kisline (Belitz in sod., 2009) .....	37
Preglednica 9: Imena tokoferolov glede na pripadajoče radikale (O'Keefe, 2008) .....	44
Preglednica 10: Povprečna vsebnost sterolov v rastlinskih oljih (mg/kg) (Belitz in sod., 2009).....	47
Preglednica 11: Kemijska sestava suhe snovi slivovih semen (Abd El Aal in sod., 1987). 49	
Preglednica 12: Vsebnost maščob v semenih sliv (Zlatanov in Janakieva, 1998; Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987; Kamel in Kakuda, 2008) .....	50
Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava olja slivovih semen (Deineka in sod., 2002; Zlatanov in Janakieva, 1998; Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987; Kamel in Kakuda, 2008) .....	50
Preglednica 14: Kemijske karakteristike olja slivovih semen (Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987).....	51
Preglednica 15: Vsebnost suhe snovi (% Brix) v mezokarpu kultivarjev sliv .....	57
Preglednica 16: pH vrednost in vsebnost skupnih kislin (g jabolčne kisline/100 g) v mezokarpu kultivarjev sliv .....	58
Preglednica 17: Vsebnost vode (%) v zračno suhih semenih kultivarjev sliv .....	60
Preglednica 18: Vsebnost skupnih maščob (% v brezvodni sušini) v semenih kultivarjev sliv .....	61

Preglednica 19: Vrednosti valovnih dolžin kjer se pojavi absorpcijski maksimum in ustrezne vrednosti za absorpcijo pri ekstraktu povrhnjice sliv.....	62
Preglednica 20: Maščobnokislinska sestava (% od skupnih maščobnih kislin) ekstrakta povrhnjice kultivarjev sliv .....	64
Preglednica 21: Maščobnokislinska sestava (% od skupnih maščobnih kislin) ekstrakta semen kultivarjev sliv .....	65



**KAZALO SLIK**

	str
Slika 1: Poizkusni nasad Bilje - vidna mreža za zaščito proti toči, sadike v ravnih vrstah, optimalno oblikovana krošnja in razdalja med vrstami in sadikami znotraj vrste .....	5
Slika 2: Drevo slive, plodovi v polni zrelosti .....	8
Slika 3: Prečni prerez slivovega plodu .....	11
Slika 4: Plodovi različnih kultivarjev sliv: Bluefre, Grossa di felisio, Jojo in Valor .....	12
Slika 5: Strukturna formula (+)-katehina in (-)-epikatehina (Andrés-Lacueva in sod., 2010) .....	19
Slika 6: Strukturna formula cianidina (Andrés-Lacueva in sod., 2010).....	20
Slika 7: Strukturna formula kvercetina (Belitz in sod., 2009).....	21
Slika 8: Strukturne formule kavne kisline, skopoletina in galne kisline (Andrés-Lacueva in sod., 2010) .....	21
Slika 9: Strukturna formula all- <i>trans</i> -retinola (O'Keefe, 2008).....	25
Slika 10: Strukturna formula tiamin pirofosfata (Belitz in sod., 2009).....	25
Slika 11: Strukturna formula riboflavina (Belitz in sod., 2009).....	26
Slika 12: Strukturna formula amida nikotinske kisline (Belitz in sod., 2009) .....	26
Slika 13: Strukturna formula L-askorbinske kisline (Belitz in sod., 2009).....	27
Slika 14: Strukturna formula filokinona (Ball, 2004) .....	28
Slika 15: Strukturna formula palmitinske kisline (C16:0).....	35
Slika 16: Strukturne formule $\alpha$ -linolenske, linolne in oleinske kisline .....	37
Slika 17: Linolna kislina (18:2 n-6).....	37
Slika 18: Metabolna pot 18:3 n-3 do 22:6 n-3 (O'Keefe, 2008) .....	38
Slika 19: Oleinska kislina in njena <i>trans</i> izomera - elaidinska kislina.....	40
Slika 20: Mešani triacilglicerid.....	42
Slika 21: Shema osnovne strukture fosfolipidov - fosfatidna kislina (Biosynth, 2006).....	43
Slika 22: Fosfatidilholin .....	44

Slika 23: Tokoferol (O'Keefe, 2008) .....	44
Slika 24: Prečni prerez zamrznjene kožice zrelih sliv kultivarja D'Agen (Storey in Price, 1999).....	46
Slika 25: $\beta$ -sitosterol in holesterol (O'Keefe, 2008) .....	47
Slika 26: $\beta$ -karoten (O'Keefe, 2008) .....	48

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

$\Delta$	mesto nahajanja dvojne vezi v verigi ogljikovodikov
DHK	dokozaheksaenojska kislina
ENMK	enkrat nenasičene maščobne kisline
EPK	eikozapentaenojska kislina
FAO	Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo (ang. Food and Agriculture Organization of the United Nations)
GC	plinska kromatografija
HDL	lipoproteini visoke gostote
IUB	Mednarodno združenje za biokemijo (International Union of Biochemistry)
IUPAC	Mednarodno združenje čiste in uporabne kemije (International Union of Pure and Applied Chemistry)
LDL	lipoproteini nizke gostote
MK	maščobne kisline
NMK	nasičene maščobne kisline
P/S	razmerje med vsoto vseh večkrat nenasičenih maščobnih kislin in vsoto nasičenih maščobnimih kislin
RDA	priporočen dnevni vnos (ang. Recommended Dietary Allowances)
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline

## 1 UVOD

Prvotno se je sadno drevje širilo samo z semenom. Če je padlo na ugodna tla, se je razvilo v sadno drevo. Človek je kmalu spoznal koristi sadnega drevja, zato ga je želel imeti čim bližje domu. Iz izkušenj je ugotovil, da vsako sadno pleme (vrsta) potrebuje določene talne in podnebne razmere (Babnik, 1994).

Včasih je veljalo pravilo, da mora človek v mladosti posaditi sadno drevo, če želi v starosti uživati plodove. Dandanes je bistveno drugače. Razvoj je tako hiter, da v sadjarsko razvitih državah (Nizozemska, Belgija) obnavljajo nasade vsakih 8 do 12 let (Babnik, 1994).

Sadjarstvo se je skozi zgodovino neprestano razvijalo. Nekaj podatkov o antičnem sadjarstvu je po navedbi Adamiča (1990) zapisal Plinij starejši v eni izmed svojih knjig.

Ob naselitvi so Slovenci teh krajih našli v jabolane, hruške, slive, češnje, višnje, orehe, leske in kostanje. Višji družbeni razredi (plemstvo, cerkveni in samostanski predstavniki ter fevdalni uradniki), ki so poznali prehransko vrednost sadja, so si prizadevali za napredek sadjarstva. Prinašali so nove kultivarje in uvajali naprednejše postopke pridelovanja sadja. O sadovnjakih na Kranjskem piše tudi J. V. Valvasor (Adamič, 1990).

Leta 1817 je v Celovcu izšla prva slovenska strokovna knjiga iz sadjarstva z naslovom Sadje – Reja ali Navuk, katere avtor je bil Urban Jarnik. Sledilo je še več del, namenjenih predvsem duhovščini in učiteljstvu ter branja večim kmetom in meščanom.

Z uvedbo kmečkega sadjarstva so v hribovitih predelih pridelovali gospodarske kultivarje hrušk, na Goriškem in v Istri so širili češnje, v bolj zaostalih obrobniških okoliših pa so še vedno prevladovale slive in češplje (Adamič, 1990).

Že naše babice so jabolka in hruške rezale na krlje, jih sušile na kmečkih pečeh. Nizka količina vlage v sadju ter povišana koncentracija sladkorjev sta delovala konzervativno ter podaljšala življenjsko dobo izdelku. Tudi lupinasto sadje (orehe, lešnike, mandlje, itd) se je konzerviralo z pomočjo sušenja.

Plodovi sliv so uporabni sveži, posušeni, predelani v marmelado in kompote ter v žganje, vino ali kis – odvisno od vsebnosti suhe snovi v plodu (Štampar in sod., 2005).

V glavnem se v prehranske namene uporablja meso (mezokarp) sadja, koščice pa večinoma ostajajo neizkoriščene. Semena (embrio) sadja vsebujejo prehransko zanimive

sestavine predvsem maščobe, minerale, beljakovine, prehransko vlaknino, ogljikove hidrate in vitamine. V predelavi sadja se večina semen zavrže, nekaj sadnih vrst pa se izkorišča za pridobivanje predvsem maščob z visoko prehransko vrednostjo. Tako poznamo dve vrsti rastlinskih olj, pridobljenih iz semen grozdja in semen črnega ribeza. Predvsem olje iz črnega ribeza je s prehranskega stališča zelo zanimivo saj vsebuje nekatere maščobne kisline, ki jih v semenih drugih sadnih vrst ni.

### 1.1 NAMEN

Namen diplomske naloge je bil ugotoviti maščobnokislinsko sestavo koščic sliv, ki se pridelujejo v Sloveniji in možnost uporabe le teh za pridobivanje maščob. Vzporedno z maščobnokislinsko sestavo koščic smo določali tudi vsebnost maščobnih kislin zaščitnega poprha na površini plodov sliv, ki ima funkcijo zaščite plodov pred zunanji vplivi.

### 1.2 HIPOTEZE

- vsebnost maščobnih kislin v semenih sliv je pogojena s kultivarjem,
- semena sliv predstavljajo potencialni vir prehransko pomembnih esencialnih maščobnih kislin,
- razmerje med višjimi maščobnimi kislinami je pogojeno z kultivarjem.

## **2 PREGLED OBJAV**

### **2.1 ZGODOVINA SADJARSTVA**

Že v najstarejših časih je človek spoznaval pomen sadja za prehrano. Sadeže in plodove je nabiral v naravi in kmalu začel razlikovati dober okus od slabega ter kakovost med posameznimi rastlinami, izmed katerih je izbiral le najboljše.

Predzgodovinsko samoniklo sadjarstvo sega tja do neolitika. Tedaj so ljudje v naravi nabirali plodove samoniklih rastlin. Kmalu so začeli najboljše presajati okoli koliščarskih in drugih selišč; nastali so prvi nasadi in sadovnjaki samoniklega izvora (Adamič, 1990).

Arheološke najdbe kažejo, da sodita sadje in sadjarstvo med najstarejše dejavnosti materialne ljudske kulture. Iz predzgodovinske in antične dobe so se po navedbah Adamiča (1990) ohranili spomeniki in literarni viri, ki pričajo o razširjenosti sadjarstva in sadnih plemen, ter o vlogi sadja v družbenem življenju v posameznih deželah in zgodovinskih obdobjih.

#### **2.1.1 Izvor sadnega drevja**

Po Vavilovu so sadne rastline nastajale in nastale z naravno selekcijo v osmih t.i. rodovnih središčih, v gencentrih. Rodovna središča so med seboj bolj ali manj oddaljena; ločijo jih visoke gore, puščave in različno podnebje, kjer so divje sadne rastline razvile botanične oblike in fiziološke posebnosti (Adamič, 1990).

Sredozemsko območje ter sosednje dežele Azije in Afrike je za nas eno najpomembnejših, saj so tam nastale evropske slive, češnje in višnje, marelice, jabolane, smokve, črni, rdeči in beli ribez, robidnice in maline, vinska trta, granatna jabolana, datelj, perzijski oreh, evropski kostanj, leska, pistacija in oljka (Adamič, 1990).

Nato sledimo razvoju sadjarstva preko Sumerije, Egipta, Kitajske, vse do antičnih časov, ko je rimski pisec Plinij starejši v prvem stoletju n. š. napisal obsežno prirodoslovno delo *Naturalis historiae* in v 15. knjigi navedel 4 kultivarje kutin, 6 kultivarjev breskev, 9 kultivarjev češenj, 12 kultivarjev sliv, 29 kultivarjev jabolk in 31 kultivarjev hrušk (Adamič, 1990).

### 2.1.2 Sadjarstvo na Slovenskem

Slovenija je tradicionalna sadjarska dežela, kjer že sto let pridelujemo sadje za prodajo. Podnebje in tla sta tista dejavnika, ki omogočata gojenje jablan, hrušk, breskev, češenj, sliv, marelic in orehov (Štampar in sod., 2005).

Arheološka izkopavanja na našem ozemlju pričajo o obdobju nabiralnega sadjarstva, ki se je prek ljubiteljskega sadjarstva in pomologije, značilne za samostanske in graščinske vrtove, razvilo v kmečko sadjarstvo (Štampar in sod., 2005).

Višji družbeni razredi (plemstvo, cerkveni in samostanski predstavniki ter fevdalni uradniki), ki so poznali dietetično vrednost sadja, so si prizadevali za napredek sadjarstva; z zahoda, severa in juga so k nam prinašali nove kultivarje, uvajali pa so tudi naprednejše postopke pridelovanja sadja. V tem času so nastajali urejeni graščinski, samostanski in drugi cerkveni sadovnjaki, ki jih za Kranjsko npr. omenja J. V. Valvasor (Adamič, 1990).

Pridelava sadja v travniških nasadih se je na našem ozemlju ohranila vse do konca druge svetovne vojne. Do večjih sprememb je prišlo z uvedbo plantažnega sadjarstva, ki je pomenilo sajene ene sadne vrste z več kultivarji (Štampar in sod., 2005).

Na osnovi rajonizacije (okoljski dejavniki), ki je bila izdelana v šestdesetih letih prejšnjega stoletja, je Slovenija razdeljena na deset večjih sadnih območij oziroma okolišev: širša območja Goriškega in Lendavskih gor, Slovenskih gor in Haloz, Pohorja, Savinjske doline, Posavja, Zasavja, Gorenjske, Goriške, Brkinov in Slovenske Istre (Štampar in sod., 2005).

Trenutno v Sloveniji intenzivno pridelujemo sadje na 5200 hektarjih. Po podatkih FAO pridelamo 150.000 ton različnega sadja, kar pomeni 75 kilogramov na prebivalca Slovenije (Štampar in sod., 2005; Usenik in sod., 2007).



Slika 1: Poizkusni nasad Bilje - vidna mreža za zaščito proti toči, sadike v ravnih vrstah, optimalno oblikovana krošnja in razdalja med vrstami in sadikami znotraj vrste

## 2.2 SLIVA

Sadne rastline iz rodu koščičarjev (*Prunus*) so danes ene najbolj razširjenih, tako v Sloveniji, Evropi in po svetu. Ime so dobili po trdem endokarpu oz. koščici, ki se nahaja v sredini ploda in obdaja seme. V to skupino štejemo češnje, višnje, marelice, breskve, nektarine, divjo češnjo (ang. Choke cherry) in slive. Prav slive so izmed vseh koščičarjev najbolj raznolike. Vsebujejo gene številnih divjih vrst. Imajo tudi največji prilagoditveni razpon, število podlag ter variacijo oblik, barv in velikosti plodov izmed vseh koščičarjev.

### 2.2.1 Izvor in botanična uvrstitev

Že v prazgodovini je človek nabiral plodove sliv za prehrano. O tem pričajo številne izkopenine, ki so jih našli v Švici in drugih deželah. Slive so poznali tudi stari narodi v Siriji, Mezopotamiji in Egiptu. V antiki so tedanji pisci že opisovali nekatere kultivarje sliv (Sancin in Adamič, 1988).



Danes je sliva razširjena po vsem svetu in zavzema pomembno mesto v pridelovanju sadja za svežo porabo, predelavo in sušenje.

V filogenezi žlahtnih kultivarjev sliv je sodelovalo štirinajst vrst, ki glede na izvor spadajo med evropske, orientalske in ameriške vrste sliv. Današnja razvrstitev deli žlahtne kultivarje sliv na skupino evropskih in skupino kitajsko-japonskih (Štampar in sod., 2005).

V skupino evropskih sliv spadajo kultivarji, ki izvirajo iz vrst domača sliva (*Prunus domestica* L.) ali cibora (trnasta sliva – *Prunus insititia* L.) in so heksaploidi (Štampar in sod., 2005).

### **2.2.2 Podnebne in talne razmere**

Pri nas so slive in češplje precej razširjena nezahtevna sadna vrsta s povprečno življenjsko dobo 35 let. Med slive uvrščamo zgodnejše kultivarje, ki zorijo pred 15. avgustom. Češplje zorijo pozneje, so modro obarvane in vedno cepke (Jazbec in sod., 1995).

Po navedbi Usenikove in sod. (2007) slive rastejo po vsej Sloveniji, vendar pa jih je večina v južnem, vzhodnem in deloma jugovzhodnem območju Slovenije. Plodovi imajo mehko meso, ki je odličnega okusa in pri kultivarjih, ki izhajajo iz vrste domača sliva, odstopi od koščice (cepka). Plodovi sliv, katerih meso ne odstopi od koščice, imenujemo kostenice in izhajajo iz cibore (Štampar in sod., 2005).

Za uspešno gojenje sliv imajo pedološke razmere velik pomen. Večini slivovim kultivarjem ustreza blaga klima s srednjo letno temperaturo med 9 in 11 °C. Pomembno vlogo pri uspevanju sliv imajo tudi padavine, zlasti ko so te od aprila do avgusta primerno razporejene (Sancin in Adamič, 1988). Slive in češplje so manj izbirčne glede prsti, vendar bolje uspevajo v dobrih tleh. V zemlji naj bi bilo 2 do 3 % humusa, pH 5,5 do 6,5, od mineralov pa potrebujejo precej kalija (Babnik, 1994). Tudi glede podnebja slive niso zahtevne, uspevajo do 900 m nadmorske višine. Drevesa prenesejo zelo nizke temperature, tudi do -25 °C (Jazbec in sod., 1995). Kot podlage so primerne vse vrste sliv, uporabljajo pa se tudi marelice, mandljevec, breskve, najpogosteje pa sejanec trnaste slive (Jazbec in sod., 1995). Slive na sejancu obrodijo prve plodove v 3. do 4. letu (npr. Stanley) ali šele v 6. do 10. letu (domača češplja) (Babnik, 1994).

Slive in češplje zorijo neenakomerno, zato jih obiramo večkrat. Za svežo porabo jih trgamo ročno, da ohranimo poprh, za predelavo jih pustimo na drevesu do polne zrelosti, nato jih otresemo (Jazbec in sod., 1995).

Po navedbi Usenikove in sod. (2007) je bila sliva ena od glavnih sadnih rastlin v Sloveniji do sredine od 19. stoletja, nakar jo je začela izpodrivati jablana. Leta 2002 je bilo v ekstenzivnih sadovnjakih 357.098 slivovih dreves kjer se je pridelalo 5128 ton sliv (Usenik in sod., 2007).

### 2.2.3 Opisi kultivarjev

Drevo slive je razmeroma nizko, s piramidasto oziroma okroglasto naravno krošnjo, ki se pri posameznih kultivarjih močno razlikuje. Včasih zavzame sliva tudi obliko grma (Sancin in Adamič, 1988). Bujnost rasti je odvisna od kultivarja, običajno pa je v prvih letih rast bujna, pozneje se rast umiri (Črnko in sod., 1990). Sliva cveti za breskvijo, češnje in višnje in sicer v marcu in aprilu. Na čas cvetenja vplivajo poleg starosti rastline in kultivarjevih lastnosti tudi vremenske razmere (Sancin in Adamič, 1988).

Gojeni kultivarji sliv sestavljajo zelo heterogene skupine s skupnimi botaničnimi lastnostmi. Četudi spadajo vsi žlahtni kultivarji v družino rožnic (*Rosaceae*) in rod koščičarjev (*Prunus*), izhajajo le-te iz številnih vrst, kar otežkoča njihovo klasifikacijo. Po najenostavnejši klasifikaciji slive iz rodu *Prunus* delimo razdelimo na evropsko-azijske, kitajsko-japonske in ameriške kultivarje (Sancin in Adamič, 1988). Zelo številni slivovi kultivarji so nastali iz različnih vrst, predvsem pa iz *Prunus domestica* (domača češplja), *Prunus insititia* (cibora), *Prunus cerasifera* (češnjelika sliva), *Prunus triflora* (japonska sliva) in drugih.

S praktičnega vidika razdelimo te številne kultivarje bodisi na podlagi časa zorenja plodov, ali pa upoštevajoč porabo plodov v skupine za svežo porabo, sušenje, predelavo in alkoholno industrijo.



Slika 2: Drevo slive, plodovi v polni zrelosti

#### Agen 707

Je francoska selekcija standardnega kultivarja d'Agen, ki je bil prinesena v Francijo s Srednjega vzhoda za časa križarskih vojn.

Drevo razvije okroglasto piramidasto krošnjo. Zarodi razmeroma pozno, vendar je v naslednjih letih srednje rodna. Kultivar cveti srednje pozno in je deloma samooploden. Plodovi dozorevajo precej enakomerno. Zoriijo konec avgusta in v prvi polovici septembra. V polni zrelosti ali prezrelosti sami odpadejo z drevesa. So srednje debeli, asimetrični, jajčaste oblike, zoženi pri peclju in nekoliko bolj trebušasti pri vrhu. Kožica je debela in čvrsta, intenzivno vijoličastordečkasta in prekrita s sivomodrim poprhom. Meso je rumenozeleno, dobre konsistence, sočno, sladko, aromatično in prijetnega okusa. Koščica je drobna in se razmeroma dobro loči od mesa (cepka), zlasti v polni zrelosti. Plodovi so primerni zlasti za sušenje in manj za svežo rabo ali konzerviranje. Dobro prenašajo transport in manipulacije tudi v polni zrelosti (Sancin in Adamič, 1988).

#### Bluefre

Je ameriški kultivar, vzgojen s križanjem kultivarjev Stanley x President.

Drevo je srednje bujno s široko krošnjo; hitro zarodi in nato rodi dobro in redno. Cveti srednje pozno. Plodovi zorijo konec avgusta in začetek septembra. So srednje debeli asimetrični in jajčaste oblike. Kožica je temnovijoličasta, skoro črna in prekrita z voščeno prevleko. Meso je rumenozeleno, čvrsto, malo sočno, sladkokiselkasto in nekoliko aromatično. Koščica je srednje debela in se srednje močno drži mesa. Plodovi so splošno uporabni. Dobro prenašajo manipulacije in transport; primerni so tudi za strojno obiranje (Sancin in Adamič, 1988).

#### Čačanska najbolja

Je eden izmed kultivarjev, ki so potomci križanja kultivarjev Wangehajmove in Požegače iz leta 1961 v Čačku. Rast je bujna do zelo bujna. Zori v prvi tretjini septembra. Plodovi so eliptične oblike, drobni do srednje veliki. Masa plodov je odvisna tudi od obloženosti dreves. Kožica je srednje debela in temno modre barve. Meso je svetlo rumeno čvrsto, sočno, kislo sladkega okusa in se lahko loči od koščice (Godec in sod., 2007).

#### Domača češplja

Ta kultivar je zelo star in izhaja iz Male Azije, od koder je bil prenesen v Evropo s slovanskim preseljevanjem, po nekaterih podatkih pa za časa križarskih vojn.

Drevo v mladostnem obdobju razvije piramidasto krošnjo, v kasnejših letih pa ta postane bolj široka in okroglasta. Zarodi navadno v petem letu, polno rodnost pa doseže v osmem ali devetem letu. Rodnost v kasnejših letih je redna in zelo dobra, tako da se veje večkrat lomijo pod težo plodov. Plodovi zorijo enakomerno in ostanejo na drevju tudi dolgo časa po tem, ko dozori. So drobni do srednje debeli in nepravilne jajčaste oblike. Kožica je trda, tanka do srednje debela, modrikastovijoličaste barve in prekrita z intenzivno voščeno prevleko. Meso je svetlo- do zlatorumene jantarjeve barve, čvrsto, sočno, aromatično, sladkokiselkasto in zelo okusno. Vsebuje okoli 11 do 12 % sladkorja in 0,5 do 0,6 % organskih kislin. Plodovi dobro prenašajo prevoze, v hladnem prostoru pa zdržijo do 2 meseca. Primerni so za svežo porabo, sušenje, predelavo (zlasti marmelade) in žganjekuho (slivovka) (Sancin in Adamič, 1988).

Leta 1995 je bil opravljena selekcija kultivarja "Domača češplja", sadike pa so bile posajene v sadjarskem centru Bilje: P-1, P-2, P-3, C-5, SG-9, M-7, R-8, B-4, SA-10 in RB-11. Izbrane rastline so bile označene z okrajšavami vasi, kjer so rasle. Barva mesa je pri

večini plodov rumena. Izjemi sta B-4 in RB-11, ki imata zelenkasto-rumeno meso. Barva kožice je pri večini plodov temno modra, razen pri P-2 in B-4, kjer je temno-vijolično modra. Člani komisije so ocenili izbore P-3, SG-9, M-7, R-8 in SA-10, kot aromatične. Plodovi izbora P-2 so bili ocenjeni kot nearomatični. Plodovi vseh izborov, razen P-1 so bili ocenjeni kot sočni (Usenik in sod., 2007).

#### Grossa di Felisio

Po nekaterih navedbah je kultivar nastal v kraju Felisio v Italiji (sinonim: Empress). Drevo je srednje bujne rasti. Cveti srednje pozno. Plod je srednje debel do zelo debel, rahlo asimetričen, ovalen, kožica je vijolična do modrovijolična s svetlim poprhom. Meso je zelene ali svetlo rumene barve, srednje čvrsto in sladkega okusa. Zaradi debeline in lepega izgleda je primerna za svežo porabo (Godec in sod., 2003).

#### Jojo

Po podatkih, zbranih s pomočjo fenoloških opazovanj, ocene cvetenja in rodnosti, ter pomoloških lastnosti sliv v letu 2009 (Sadjarski center Bilje), je ugotovljeno, da kultivar cveti od 3. 4. do 13. 4., čas zorenja plodov 31. 8., povprečen pridelek na drevo pa 24,1 kg. Barva kožice plodov je modrovijolična, meso je zlatorumene barve in čvrsto, povprečna masa ploda znaša 49 g (Godec in sod., 2010).

#### Stanley

Je ameriški kultivar, vzgojen leta 1913 s križanjem kultivarjev Agen x Grand duke in razširjena leta 1926.

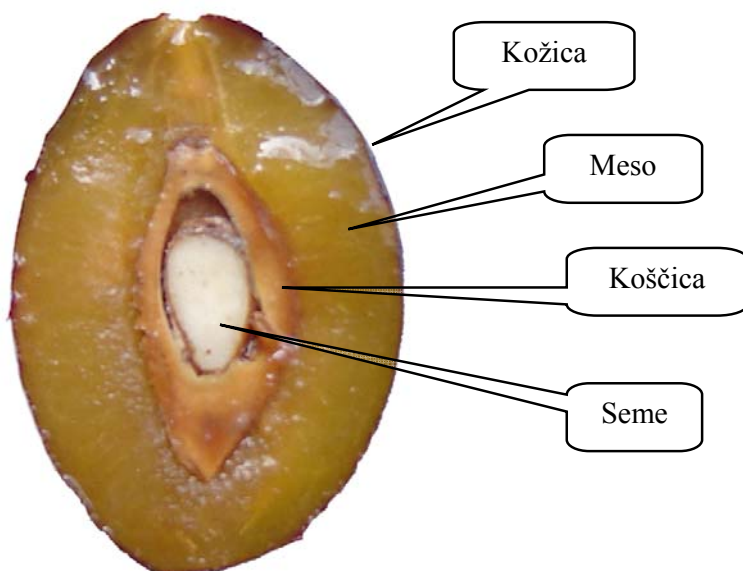
Drevo razvije okroglo do piramidasto krošnjo z redkimi primarnimi vejami. Zarodi zelo hitro po sajenju in v naslednjih letih ohranja dobro ter redno rodnost. Cveti srednje pozno. Zgodaj cvetoči cvetovi so občutljivi na spomladanske pozebe in radi pomrznejo. Plodovi zorijo v drugi polovici avgusta in v začetku septembra; so srednje debeli do debeli, pri peclju pa zoženi. Kožica je temnomodra in prekrita s tipično modrim in obstojnim poprhom ter izraženimi lenticelami. Meso je zelenkastorumeno, čvrsto, sočno, sladkega okusa in srednje kvalitete. Koščica je debela in se zlahka loči od mesa. So dokaj odporni in dobro prenašajo manipulacije in transport. Uporabljamo jih sveže, jih sušimo in iz njih kuhamo slivovko (Sancin in Adamič, 1988).

## Valor

Je kanadski kultivar, nastal s križanjem Epinese x Grand Duke (Črnko in sod., 1990). Drevo je srednje bujno. Kultivar hitro zarodi, v polni rodnosti pa rodi srednje do odlično. Cveti srednje pozno, zori konec avgusta. Plod je srednje velikosti, eliptične oblike, kožica pa je vijoličastomodre barve z belim poprhom. Meso je rumene barve, sladko, zelo okusno, aromatično in se lahko loči od koščice (cepka) (Godec in sod., 2003).

### 2.2.4 Plod

Plodovi so podolgovate oblike. Kožica (eksokarp) je tanka in različno obarvana ter ščiti plod pred zunanjimi vplivi. Meso (mezokarp) je sočno in prijetno sladkokislega okusa. V sredini je koščica (endokarp), ki se pri nekaterih kultivarjih oddvaja od mesa, pri drugih pa je čvrsto zaraščena z mesom. Pecelj je razmeroma kratek in se pri dozorelih plodovih zlahka loči od rodne vejice. Plodove uporabljamo sveže in jih predelujemo v sokove, marmelade, žganje (slivovka) ter sušimo (Sancin in Adamič, 1988).



Slika 3: Prečni prerez slivovega plodu



Slika 4: Plodovi različnih kultivarjev sliv: Bluefre, Grossa di felisio, Jojo in Valor

### 2.2.4.1 Kemijska sestava ploda

Preglednica 1: Kemijska sestava svežih slivovih plodov (Sancin in Adamič, 1988; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004)

Parameter	Vsebnost (g/100 g)			
	Vir	Lombardi-Boccia in sod., 2004	Sancin in Adamič, 1988	Petauer, 1993
Voda		88,6–88,8	73–86	73–87
Suha snov			13–26	
Ogljikovi hidrati			7–17	8–18
Saharoza		2,13–2,33		0,8–8,6
Glukoza		1,17–2,77		
Sorbitol		0,46–1,86		
Fruktoza		0,88–1,28		
Prehranska vlaknina				
Topna vlaknina		0,46–0,66		
Netopna vlaknina		0,72–0,92		
Celuloza			0,2–0,7	
Pektini			0,3–0,9	0,4–1
Surova vlakna				1
Čreslovine				0,06–0,25
Beljakovine		0,41–0,61		0,7–0,8
Organske kisline			0,3–2	0,4–2,3
Citronska kislina		0,0249–0,0291		
Jabolčna kislina		1,68–2,28		
Maščobe (lipidi)		0,03–0,23		0,2
Pepel		0,23–0,43	0,2–0,6	



## 2.3 FUNKCIONALNA ŽIVILA

Dolgo je znano, da obstaja povezava med zaužito hrano in našim zdravjem (Rincón-León, 2003). Pojem funkcionalno živilo se uporablja za širok spekter živil, ki naj bi ohranjala zdravje, ali celo prispevala k boljšemu zdravstvenemu stanju. Primere lahko najdemo med sadjem in zelenjavo do živil z različnimi dodatki iz nabora t.i. obogatenih živil. Biološko aktivne komponente v funkcionalnih živilih blagodejno vplivajo na zdravje konzumenta ali pa izzovejo ugodne fiziološke učinke. Funkcionalne značilnosti so spoznane in dokazane pri mnogih živilih. Sem lahko uvrščamo antioksidante iz svežega sadja in zelenjave, ki lahko znižajo tveganja obolenosti za rakom (Raspor in Rogelj, 2001).

### 2.3.1 Definicija funkcionalnega živila

Izraz "funkcionalna živila" ni standardni prehranski izraz v prehranskih učbenikih. Regulativne agencije in strokovna združenja prehranskih znanstvenikov in dietetikov uporabljajo različne definicije (de Roos, 2004).

Raspor in Rogelj (2001) navajata delovno definicijo živila kot funkcionalno, če mu je mogoče dokazati enega ali več ugodnih učinkov na telo, bodisi z izboljšanjem zdravstvenega stanja, počutja ali pa z znižanjem rizika nastanka bolezni. Naslednja zahteva je, da ohrani funkcionalno živilo lastnosti živila, in da je učinkovito v količini, ki jo zaužijemo v normalnem dnevnem obroku. To torej ne predstavlja izdelkov, ki so lastni farmaciji. Poleg tega morajo funkcionalna živila biti varna v skladu z vsemi standardi za običajno in zdravo in varno hrano (Raspor in Rogelj, 2001).

Po usklajenem mnenju strokovnjakov FUFOSE (ang. Functional Food science in Europe) se za funkcionalna živila štejejo živila, za katera je dovolj trdno dokazano, da imajo razen svoje hranilne vrednosti, še poseben, ugoden vpliv na človeka, njegovo psihično in fizično storilnost in na počutje. Funkcionalno živilo mora torej dodatno k svoji običajni hranilni vrednosti ugodno vplivati na eno ali več telesnih ali duševnih funkcij in sicer v smislu izboljšanja zdravja in počutja ali zmanjšajo tveganja za kakšno bolezen (Salobir, 2001).

Funkcionalna živila so torej lahko (Salobir, 2001):

- naravna, nepredelana živila,
- predelana živila:

- z dodano naravno funkcionalno učinkovino,
- taka, ki jim je bila s predelavo kakšna (škodljiva) snov odvzeta.

Rincón-León (2003) podaja naslednje dodatne zahteve k opisu funkcionalnega živila:

- je hrana (ne kapsula, tableta ali prah) pridobljena iz naravnih sestavin,
- je lahko ali pa bi morala biti zaužita kot del vsakodnevne prehrane,
- zaužito opravlja posebno funkcijo, ki služi regulaciji določenega procesa v telesu kot npr.:
  - okrepitev bioloških zaščitnih mehanizmov,
  - preventiva proti specifičnim boleznim,
  - (hitrejše) okrevanje za specifičnimi boleznimi,
  - kontrola psihičnih in mentalnih motenj,
  - upočasnitev procesa staranja.

Hribar in Vidrih (2001) navajata, da lahko za sadje, zelenjavo in živila rastlinskega porekla trdimo, da so multifunkcionalna živila. Ostanke sadja in zelenjave so po prebavi bazični in posledično nevtralizirajo kisle ostanke, kakršni so ostanki hrane, bogate z beljakovinami. Poleg tega sadje vsebuje topne in netopne vlaknine, ki ustvarjajo potrebno voluminoznost in razredčenost hranil v prebavnem traktu. Poleg pomena za pravilno delovanje gastrointestinalnega trakta, vlaknine vplivajo tudi na metabolizem lipidov in glukoze, ter na ravnotežje mineralov v sledovih. Poleg tega posamezne vrste sadja vsebujejo tudi njim značilne antioksidante, glukozide, bioflavonoide, flavone, antociane, ipd.

### **2.3.2 Sliva kot funkcionalno živilo**

Naravna ali nova živila so zaradi prehranske vrednosti in zaradi vsebnosti hranil, ki vplivajo še na počutje ali zdravje ljudi, funkcionalna živila (Pokorn, 2003).

Sadje je pomemben vir številnih hranil, vključno z kalijem, prehransko vlaknino, vitaminom C in folno kislino ter ne vsebuje holesterola (Kahlon in Smith, 2007).

Uživanje sadja ugodno vpliva na človekovo zdravje, ter pripomore k preventivi degenerativnih procesov (Vasantha Rupasinghe in sod., 2006).

Slive predstavljajo odličen vir hranil in pomembno prispevajo k prehrani ljudi. So pomemben vir spojin, ki preventivno vplivajo na zdravje ljudi, saj preprečujejo pojav številnih bolezni. V zvezi s tem je potrebno omeniti predvsem njihovo vsebnost flavonoidov, antocianov, karotenoidov in fenolnih kislin, ki prispevajo k veliki antioksidativni sposobnosti (ang. capacity) njihovih plodov (Rop in sod., 2009).

Yahia (2010), WHFoods (2010), Sanders (1993) in Paš (2001) navajajo, da:

- slive ter slivov sok zavirajo oksidacijo LDL,
- uživanje sliv pripomore k večji absorpciji železa v telo, domnevno zaradi visoke vsebnosti vitamina C,
- so slive dober vir vitamina A oziroma njegovih prekurzorjev (karotenov) in B<sub>2</sub> ter prehranske vlaknine, kalija in železa.

Študije meritev, opravljenih na številnih vrstah sadja, so pokazale, da imajo slive med vsem mediteranskim sadjem najvišjo antioksidativno moč (Lombardi-Boccia in sod., 2004). Kim in sod. (2003) navajajo kar 4,4 krat večjo skupno antioksidativno moč sliv v primerjavi z jabolki.

Piga in sod. (2003) zagotavljajo teorijo o suhih slivah kot funkcionalnem živilu, zaradi pozitivnih učinkov na zdravje. Poleg odpravljanja težav z zaprtjem kaže na povezavo med uživanjem le-teh in zniževanjem glikemičnega indeksa ter upočasnitev procesa osteoporoze.

Vasantha Rupasinghe in sod. (2006) so z uporabo Folin-Ciocalteu reagenta določili vsebnost polifenolov v območju med 86 in 431 mg galine kisline/100 g svežega sadja. Podobno raziskavo ugotavljanja skupnih fenolnih komponent v svežih slivah z uporabo enakega reagenta so opravljali tudi Kim in sod. (2003), pri čemer so ugotovili razpon vrednosti med 174 in 375 mg galine kisline/100 g svežega sadja.

Rop in sod. (2009) v raziskavi predstavljajo slive kot odličen vir hranilnih snovi, pri čemer izpostavljajo vsebnost flavonoidov ter polifenolnih kislin v povezavi z visoko antioksidativno aktivnostjo. Vsebnosti fenolnih substanc v dvanajstih kultivarjih sliv z

uporabo Folin-Ciocalteu reagenta in ustrezno pretvorbo se v dani raziskavi gibljejo med 2,27 in 4,95 mg galne kisline/100 g svežega sadja.

### 2.3.2.1 Polifenoli

Poleg vitaminov in karotenoidov vsebujejo slive (*Prunus* spp.) številne fitonutriente kot so flavonoidi in fenolne kisline, ki imajo močne antioksidativne učinke (Vasanth Rupasinghe in sod., 2006). Fenolne komponente prav tako prispevajo k senzorični kvaliteti (barvi, aromi in okusu) mnogih vrst sadja (Belitz in sod., 2009; Kim in sod., 2003).

Flavonoidi in fenolne kisline spadajo v širšo skupino, imenovano polifenoli (Zule in Kozjan, 2008). Polifenoli sestavljajo heterogeno skupino spojin, katerih molekule vsebujejo najmanj en aromatski obroč in dve ali več -OH skupin (Zule in Kozjan, 2008). So sekundarni metaboliti rastlin in najpogostejši antioksidanti v človeški prehrani. (Andrés-Lacueva in sod., 2010).

Poleg antioksidativnega delovanja, polifenoli delujejo tudi protimikrobno, protialergijsko in protimutageno (Kim in sod., 2003).

V rastlinski hrani je bilo do sedaj identificiranih nekaj sto polifenolov. Delijo se na hidroksibenzojske kisline, hidroksicimetne kisline, flavonoide, halkone, stiblene in ligane (Belitz in sod., 2009).

Andrés-Lacueva in sod. (2010) ter Vrhovšek (2001) pa predlagajo naslednjo, splošno sprejeto delitev polifenolov:

- flavonoidi (flavanoni, flavan-3-oli, izoflavoni, flavoni, flavonoli,...),
- neflavonoidi (enostavni fenoli, hidrolizirani tanini, kumarini, stibleni,...).

V naravi prisotni polifenoli so večinoma v obliki glikozidov in deloma kot estri. Njihova antioksidativna aktivnost je odvisna od števila in položaja OH-skupin, ter pH (Belitz in sod., 2009).

Preglednica 2: Vsebnost polifenolov v svežih slivah ozioma soku (Belitz in sod., 2009)

Spojina		Vsebnost (mg/kg svežega sadja)	
Antociani v obliki antocianidin glikozidov	Skupno	20–250 <sup>a</sup>	
	Cianidin	19	
Hidroksicimetne kisline	Skupno	140–1140 <sup>a</sup>	
	Derivati kavne kisline	Klorogenska kislina	15–142
		Kriptoklorogenska kislina	9
		Neoklorogenska kislina	88–771
	Derivati p-kumarne kisline	3-p-kumaroilkinonska kislina	4–40
		p-kumaroilglukoza	15
	Derivati ferulne kisline	3-ferulokinonska kislina	13
		Feruloilglukoza	5
Flavan-3-oli	Skupno	61	
	(+)-katehin	33	
	(-)-epikatehin	28	

<sup>a</sup> koncentracija v mg/kg svežega sadja ali mg/l soka

### 2.3.2.1.1 Flavonoidi

Flavonoidi so sekundarni produkti celičnega metabolizma rastlin in vključujejo preko 4000 sestavin, čeprav je število iz prehranskega stališča zanimivih mnogo manjše (Erickson, 2008; Erlund, 2004).

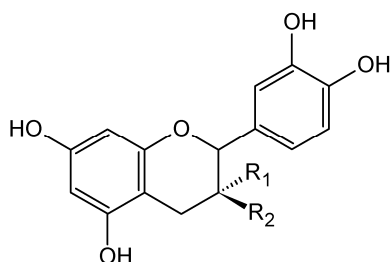
Erickson (2008) deli flavonoide na flavone, flavonone, izoflavone, flavonole, flavanole in antociane, Gregorič (2009) pa na antociane, flavanole-3 in flavonole-3.

Sladkorja proste antociane imenujemo antocianidini, glikolizirane pa antocianini. V stroki je največkrat uporabljen izraz antociani, ki označuje enako obliko kot izraz antocianidini (Gregorič, 2009). Flavonoidi vsebujejo hidrofilno in lipofilno komponento. Predpostavlja se, da je njihovo delovanje neposredno odstranjevanje prostih radikalov, kar posledično privede do prekinitve verižne reakcije oksidacije lipidov. Prav tako lahko flavonoidi učinkujejo kot kelatorji kovinskih ionov (železo in baker), ki so znani kot katalizatorji v

prvi stopnji (iniciaciji) avtooksidacije lipidov. Tretja predpostavka je, da flavonoidi upočasnjujejo peroksidacijo lipidov z obnavljanjem ostalih antioksidantov, kot je npr.  $\alpha$ -tokoferol (Lapointe in sod., 2006). Flavonoidi se nahajajo samo v živilih rastlinskega izvora. Sadje vsebuje ponavadi višje vsebnosti flavonoidov kot zelenjava (Vrhovšek, 2001). Na vsebnost flavonoidov v živilih vplivajo način pridelave, svetloba in toplota, obremenitev (število oz. kg plodov/drevo) ter vsi ostali mikro klimatski in pedološki faktorji (Vrhovšek, 2001). Flavonoidi niso enakomerno porazdeljeni v rastlinskem tkivu, zato lahko rezanje in lupljenje živila poveča oz. zniža koncentracije flavonoidov v obroku živila (Vrhovšek, 2001). Dnevni vnos flavonoidov je ocenjen na nekaj 100 mg/dan, pri čemer je potrebno poudariti, da je dnevni vnos v veliki meri odvisen od prehrabnih navad posameznika (Vrhovšek, 2001).

Flavan-3-oli ali katehini spadajo med flavanole. So brezbarvne komponente. Delijo se na katehin, epikatehin, galokatehin ter epigalokatehin (Belitz in sod., 2009).

Najbolj zastopana sta (+)-katehin in (-)-epikatehin. Iz konteksta delitve flavonoidov, ki ga predlaga Gregorič (2009) je razvidno, da so z oznako flavanoli-3 mišljeni flavan-3-oli.



(-)-epikatehin:  $R_1 = \text{OH}$ ,  $R_2 = \text{H}$

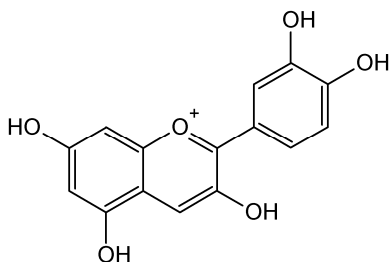
(+)-katehin:  $R_1 = \text{H}$ ,  $R_2 = \text{O}$

Slika 5: Strukturna formula (+)-katehina in (-)-epikatehina (Andrés-Lacueva in sod., 2010)

Flavan-3-oli lahko obstajajo kot monomeri, lahko pa tvorijo dimere ter večje oligomere, ki so krajše oblike taninov ali proantocianidine in kot taki doprinesejo k trpkemu okusu sadja (García-Alonso in sod., 2004; Belitz in sod., 2009). Belitz in sod. (2009) navajajo koncentracije v svežih slivah za katehin 33 mg/kg in epikatehin 28 mg/kg, Kyle in Duthie (2006) pa navaja koncentracije 3,4–5,2 mg/100 g katehina in 2,8–4,4 mg/100 g epikatehina

v svežih slivah. Prisotnost flavan-3-olov, konkretneje katehina in epikatehina v slivah potrjuje Vrhovšek (2001)

Antociani ( grs. *anthos* = cvet, *kyanos* = moder) so aromatske spojine s številnimi hidroksilnimi skupinami, na katere so vezani različni sladkorji in druge spojine. Nosilec obarvanosti je aromatski del – antocianidin (Vilhar, 2005). V rastlinah in živilih jih najdemo v obliki glikozidov svojih aglikonov, ki se imenujejo antocianidini (primer: cianidin). Najpogostejši sladkorji s katerimi se vežejo, so glukoza, galaktoza, ramnoza, ksiloza, arabinoza in fruktoza (Andrés-Lacueva in sod., 2010). Gregorič (2009) pojasnjuje, da sladkorja proste antociane imenujemo antocianidini, glikozilirane pa antocianini (v stroki je največkrat uporabljen izraz antociani, ki označuje enako obliko kot izraz antocianini).

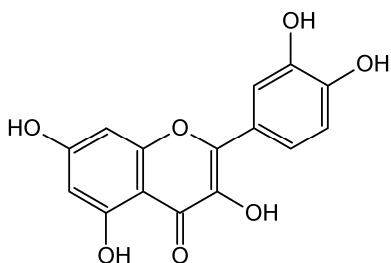


Slika 6: Strukturna formula cianidina (Andrés-Lacueva in sod., 2010)

Opažena je soodvisnost med skupno vsebnostjo fenolnih komponent in temnejšo obarvanostjo površine kožic plodov (Vasanth Rupasinghe in sod., 2006; Usenik in sod., 2009). Razlog lahko pripišemo temu, da je večina fenolnih komponent, predvsem antocianov koncentriranih v kožici sliv. Kyle in Duthie (2006) v raziskavi o vsebnosti antocianidinov navajata koncentracijo cianidina v glikozidni obliki v koncentracijah med 0,02 in 0,3 mg/100 g sliv.

Flavonoli (flavonoli-3) so pomembna skupina polifenolov, saj jih najdemo v številnem sadju in zelenjavi. Glavne aglikonske oblike so kvercetin, miricetin, kempferol in izoramnetin (Gregorič, 2009). Kvercetin je zelo učinkovit antioksidant. V večjih količinah je prisoten v kutini, bezgovi jagodi, brusnici, malini, jabolku, češnji ter rdečem in črnem

ribezu. V slivah se nahaja v obliki arabinozida, glukozida in ramnozida (Belitz in sod., 2009).



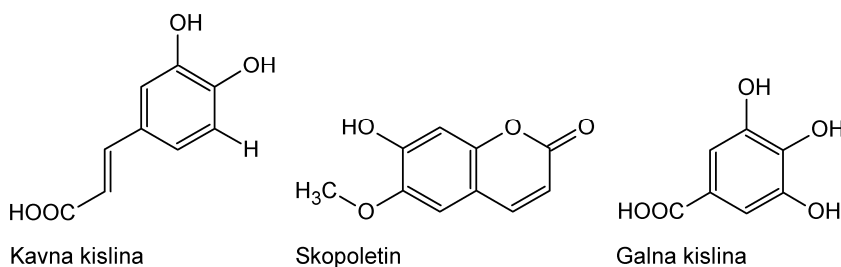
Slika 7: Strukturna formula kvercetina (Belitz in sod., 2009)

Kyle in Duthie (2006) navajata vsebnost kvercetina v aglikonski obliki med 0,5 in 1,9 mg/100 g svežih modrih slivah.

Z določanjem fenolnih komponent v kultivarjih Jojo, Čačanska najbolja, Čačanska rodna in Valor, so Usenik in sod. (2008) izmerili tudi vsebnost flavonola, imenovanega rutin, v vrednostih med 3,8 in 12,4 mg/100 g svežega sadja.

#### 2.3.2.1.2 Neflavonoidi

Flavonoidom strukturno sorodne so fenolne kisline, ki služijo kot prekurzorji za njihovo biosintezo. Fenolne kisline vključujejo hidroksicimetne kisline (kavna, p-kumarna, ferulična in sinapinska (ang. sinapic) kislina), hidroksikumarin (skopoletin) in hidroksibenzojske kisline (4-hidroksibenzojska, elagična, galna, gentiska (ang. gentisic), protokatehnična (ang. protocatechuic), salicilna in vanilinska kislina) (Erickson, 2008; Belitz in sod., 2009).



Slika 8: Strukturne formule kavne kisline, skopoletina in galne kisline (Andrés-Lacueva in sod., 2010)



Skopoletin v esterificirani obliki je edini hidroksikumarin, ki je bil najden v majhnih količinah v slivah in marelicah (Belitz in sod., 2009). Hidroksicimetne kisline so prisotne večinoma v obliki derivatov. Najpogostejši so estri kavne, kumarne in ferulne kisline z D-kina kislino ter dodatno z D-glukozo (Belitz in sod., 2009). Belitz in sod. (2009) kot derivate kavne kisline šteje klorogensko, neoklorogensko, kriptoklorogensko ter izoklorogensko kislino. Kot navajata Hribar in Vidrih (2001), se od polifenolov, konkretnije hidroksibenzojskih kislin, v slivah nahaja klorogenska kislina, Lombardi-Boccia in sod. (2004) pa navajajo še prisotnost ferulične, p-kumarne, kavne in izoklorogenske kisline. V članku, objavljenem leta 2008, Usenik in sod. iz lastnih analiz štirih kultivarjev sliv (Jojo, Čačanska najbolja, Čačanska rodna in Valor) ugotavljajo, da izmed derivatov hidroksicimetnih kislin prevladuje neoklorogenska kislina (19,3–120 mg/100 g svežega sadja), sledita še klorogenska kislina (12,3–54,7 mg/100 g svežega sadja) in p-kumarilkina kislina (0,0–7,6 mg/100 g svežega sadja).

#### 2.3.2.2 Prehranska vlaknina

Čeprav je prehranska vlaknina poznana že več kot 2000 let pod različnimi imeni (npr. otrobi, vlaknine), se je izraz "prehranska vlaknina" prvič pojavil leta 1953 in se je nanašal na hemicelulozo, celulozo in lignin. Izraz "vlaknina" je nekoliko zavajajoč, saj je le del prehranske vlaknine po naravi fibriliran (vlaknast) (Mongeau in Brooks, 2003).

Prehranska vlaknina je lahko po klasifikaciji v vodi topna ali v vodi netopna (Theuwissen in Mensink, 2008). Potrebno je opozoriti, da je razlika med topno in netopno vlaknino nekoliko umetna, saj je težko predvideti njeno dejansko topnost v prebavnem traktu (Mongeau in Brooks, 2003). Veliko znanstvenih podatkov podpira učinke prehranske vlaknine na zmanjšanje koncentracije holesterola v krvi, stabilizacijo krvnega sladkorja, urejenost črevesne peristaltike in več drugih funkcij (Lee in sod., 2008).

Kot navajata Mongeau in Brooks (2003), naj bi prehranska vlaknina uravnava nivo plazemskega holesterola na sledeče načine:

- nekatere topne viskozne vlaknine lahko s povečanjem viskoznosti svetline (lumna) preprečijo (re)absorpcijo holesterola,
- očetna in propionska kislina, proizvedene s fermentacijo prehranskih vlaknin v črevesju naj bi zavirali jetrno sintezo holesterola na presnovni ravni,

- prehranske vlaknine imajo tudi sposobnost, da vežejo holesterol neposredno: nekonjugirane žolčne soli so vezane na pektinske snovi z vodikovimi vezmi, ter domneva se da lignin veže žolčne soli preko hidrofobnih interakcij.

Ocenjuje se, da se za vsak dodaten gram v vodi topne vlaknine v prehrani zmanjšata koncentraciji serumskega skupnega in LDL holesterola za 0,028 mmol/L in 0,029 mmol/L (Theuwissen in Mensink, 2008). Ferguson in Harris (1996) navajata tezo o dietni vlaknini kot preventivi zoper raka debelega črevesja zaradi njene sposobnosti vsrkavanja rakotvornih strupov, ki se nato izločijo, ter fermentacijskih produktov vlaknine, ki delujejo preventivno.

#### 2.3.2.3 Sorbitol

Sorbitol se v naravi nahaja v številnih vrstah sadja, npr. hruškah, jabolkih in slivah (Belitz in sod., 2009). Kot navaja Lombardi-Boccia (2004) je vsebnost sorbitola v svežem slivovem plodu kultivarja Shiro pri konvencionalni pridelavi med 0,46 in 1,86 %. Iz članka avtorjev Cinquanta in sod. (2002) se vsebnost sorbitola v svežem plodu kultivarja Stanley giblje med 19,4 in 21,2 % v suhi snovi.

#### 2.3.2.6 Vitamini

Vitamini so raznolika skupina spojin, ki jih imajo malo skupnega, bodisi kemično ali glede na njihove presnovne funkcije. Prehransko tvorijo kohezivno skupino organskih spojin, ki so potrebne v prehrani v majhnih količinah (mikrogramih ali miligramih na dan) za normalno rast, ohranjanje zdravja in normalno presovno integriteto (Bender, 2003; Belitz in sod., 2009). Tako se razlikujejo od esencialnih mineralov in elementov v sledovih (ki so anorganski) in esencialnih amino in maščobnih kislin, ki so potrebne v večjih količinah (Bender, 2003). Biološka vrednost vitaminov po navedbi Pokorna (2003) ne zavisi samo od koncentracije vitamina v živilu, temveč tudi od stanja prehranjenosti ali zalog hranil v telesu, vrste in načina priprave hrane, pretvorbe provitaminov v vitamine.

Pogosto je navedeno, da vitamini ne morejo biti proizvedeni v telesu in jih je zato potrebno vnesti z hrano. Ta izjava velja za veliko vitaminov, vendar ni nujno res za druge. Npr.

vitamin D<sub>3</sub> lahko nastaja v koži na podlagi ustrezne izpostavljenosti ultravijoličnemu sevanju; vitamin K se ponavadi proizvaja v zadostnih količinah s pomočjo črevesnih bakterij, niacin pa se lahko sintetizira *in vivo* (v jetrih) iz (esencialne) aminokislina L-triptofan (Ball, 2004; Pokorn, 2003).

Kot navaja Bender (2003) je Funk leta 1912 skoval izraz vitamin iz latinskega izraza vita, ki pomeni življenje, ter amin, kot pomembna kemična reaktivna skupina. Poimenovanje posameznih vitaminov temelji na priporočilih mednarodnih združenj IUPAC in IUB. V začetku so vitamine označevali z velikimi črkami, kasneje pa so črkam dodali še številčni indeks. Po navedbi Balla (2004) je bilo v človeški prehrani prepoznanih trinajst vitaminov, ti pa so bili razvrščeni glede na njihovo topnost v dve skupini:

- vitamini, topni v maščobah (A, D, E, K),
- vitamini, topni v vodi (C in B-kompleks).

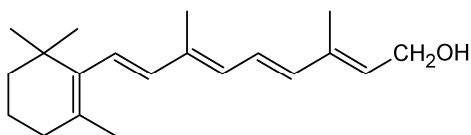
Pri uživanju se ponavadi priporočajo vrednosti RDA (ang. Recommended Dietary Allowances) - priporočene dnevne količine, ki pomenijo raven dnevnega vnosa hranil, ki zadostuje za zadovoljevanje potreb zdravih posameznikov (97–98 % populacije) v določenem življenjskem obdobju.

Preglednica 3: Vsebnosti vitaminov v plodu slive (Pravilnik o..., 2003; Sancin in Adamič, 1988; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004)

Vir Vitamin	Vsebnost (mg/100 g)			% RDA/100 g
	Lombardi-Boccia in sod. (2004)	Sancin in Adamič (1988)	Petauer (1993)	
Vitamin K <sub>1</sub>	11,8–13,0			18,15–20
Vitamin B <sub>1</sub>		0,06–0,15	0,06–0,15	4,29–10,71
Vitamin B <sub>2</sub>		0,12–0,40	0,04	7,5–25
Nikotinska kislina			0,05–0,7	0,28–3,89
Vitamin C	0,6–3,4	0,20–17,6	0,2–14	0,33–29,33
Vitamin A		0,2–0,8		25–100
α-tokoferol	0,431–0,461			4,31–4,61
β-karoten	0,102–0,112		0,2–0,8	
γ-tokoferol	0,0071–0,0073			

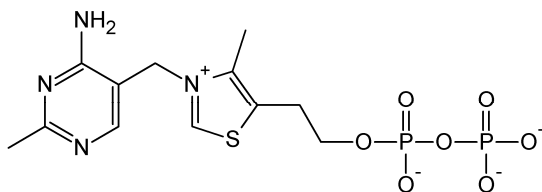
Vitamin A (retinol) ima široko paleto funkcij, vključno s specifičnimi vlogami pri oblikovanju vida, embriogenezi, celični diferenciaciji, rasti, razmnoževanju, imunskem sistemu, zaznavanju okusa, vse bolj pa tudi pri preprečevanju bolezni in zdravljenju (Rivlin, 2008; Ross in Harrison, 2007). V hrani se vitamin A pojavlja v mnogo oblikah. Največje bioaktivno delovanje ima *all-trans*-retinol.  $\alpha$ - in  $\beta$ -karoten imata okrog 8,7 % in 16,7 % bioaktivnosti *all-trans*-retinola (O'Keefe, 2008). Ves  $\beta$ -karoten se torej ne pretvori stehiometrijsko v retinol, zato je potrebno po navedbah Belitza in sod. (2009) vsaj 6 g  $\beta$ -karotena za nastanek 1 g retinola. Pokorn (2003) pripisuje vitaminsko aktivnost tudi kriptoksantinu. Likopen, lutein in zeaksantin so po njegovem mnenju brez vitaminske aktivnosti, imajo pa antioksidativne lastnosti oziroma pomen v preventivi civilizacijskih bolezni.

Pomanjkanje vitamina A povzroči nočno slepoto ali niktalopijo (Požar, 2003) in v končni fazi popolno slepoto, ter abnormalno rast kosti in zaostalost v rasti (O'Keefe, 2008).



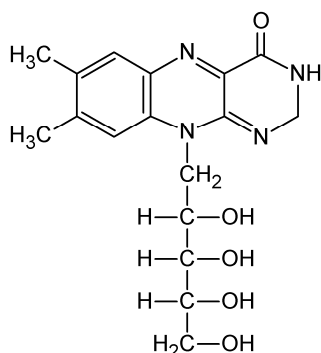
Slika 9: Strukturna formula *all-trans*-retinola (O'Keefe, 2008)

Vitamin B<sub>1</sub> (tiamin), ki se nahaja v hrani, deluje kot predstopnja koencima tiamin pirofosfat, ki v procesu oksidativne dekarboksilacije pretvori  $\alpha$ -ketokislino v aldehide. Potreba po tem vitaminu narašča s količino ogljikovih hidratov v prehrani (Belitz in sod., 2009). Hipovitaminoza vitamina B<sub>1</sub> pa je znana pod imenom beri-beri (Požar, 2003), domneva pa se, da njegov deficit povzroči tudi (Depeint in sod., 2006) Alzheimerjevo bolezen in diabetes.



Slika 10: Strukturna formula tiamin pirofosfata (Belitz in sod., 2009)

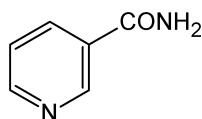
Vitamin B<sub>2</sub> (riboflavin) pogosto imenujemo dejavnik rasti oz. dihanja celic. Flavin koencimi kot skupina katalizirajo različne vrste reakcij, še posebej oksidacijsko-redukcijske reakcije, dehidrogenacije, in oksidativne dekarboksilacije, sodelujejo v dihalni verigi, presnovi lipidov in sistemu citokroma P-450. Gladek rdeč jezik je klasično opažen pri pomanjkanju riboflavina, vendar ni nujno pokazatelj te pomanjkljivosti. Uživanje alkohola je lahko pomemben vzrok pomanjkanja riboflavina, saj posega v njegovo separacijo od ostale hrane in absorpcijo v črevesju (Rivlin, 2008).



Slika 11: Strukturna formula riboflavina (Belitz in sod., 2009)

Niacin (včasih imenovan tudi vitamin B<sub>3</sub>) v hrani je predstopnja dveh pomembnih koencimov; nikotinamid adenin dinukleotida (NAD) in nikotinamid adenin dinukleotid fosfata (NADP). Oba koencima katalizirata oksidacijsko-redukcijske reakcije, in sta vključena v različne reakcije intermediatnega metabolizma. Te reakcije so glikoliza in presnovo maščob, aminokislin, in beljakovin. Niacin nastaja iz prehranskega triptofana, esencialne aromatske aminokislina (Rivlin, 2008).

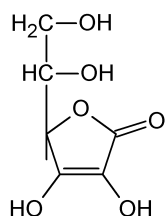
Zgodnje manifestacije pomanjkanja niacina so na splošno nespecifične, npr. anoreksija, izguba telesne mase, slabost in razdražljivost. V poznejših fazah pomanjkanja, kot pelagra (*pelle agra* = hrapava koža), se lahko razvije glositis, stomatitis in značilna luskavost kože (Rivlin, 2008).



Slika 12: Strukturna formula amida nikotinske kisline (Belitz in sod., 2009)

Askorbinska kislina, reducirana oblika vitamina C vstopa v oksido-redukcijske reakcije, se pretvarja v dehidroaskorbinsko kislino in s tem preprečuje oksidacijo pomembnih molekul v organizmu. Askorbat je kofaktor osmih definiranih encimov in prek njih posega v sintezo kolagena, karnitina in kateholaminov ter v amidiranje peptidov in presnovo tirozina (Referenčne..., 2004).

Pomanjkanje tega vitamina povzroči bolezen skorbut, neodpornost ter podkožne krvavitve (Požar, 2003).

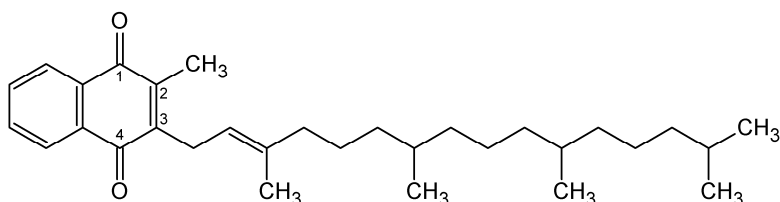


Slika 13: Strukturna formula L-askorbinske kisline (Belitz in sod., 2009)

Izraz "vitamin K" je splošni izraz za vse spojine, ki imajo kofaktorsko aktivnost encima gama glutamil karboksilaze. Vitamini skupine K so naftokinonski derivati, ki se razlikujejo v svojih stranskih verigah. V naravi obstajata dve obliki vitamina K: K<sub>1</sub> in K<sub>2</sub> (Belitz in sod., 2009; Ball, 2004). Spojina 2-metil-3-fetil-1,4-naftokinon nastaja v zelenih rastlinah in se jo na splošno poimenuje vitamin K<sub>1</sub>, čeprav je bolj zaželeno ime filokinon in ima nedvoumno biološko aktivnost pri ljudeh (Suttie, 2007; Ball, 2004). Filokinon je sestavni del fotosintetskega elektronskega transportnega sistema in se pojavi izključno v tilakoidnih membranah kloroplastov (Ball, 2004). Vitamin K<sub>2</sub> se nanaša na družino strukturno podobnih snovi, imenovanih menakinoni, ki jih sintetizirajo izključno bakterije, npr. rod *Bacteroides* ter *E. Coli*, ki so sestavni del črevesne mikroflore zdravih ljudi (Belitz in sod., 2009; Ball, 2004).

Človeška tkiva vsebujejo filokinon (vitamin K<sub>1</sub>) in več menakinonov (vrste vitamina K<sub>2</sub>) (Cotter in sod., 2008). Čeprav je vitamin K prav tako potreben za biosintezo več drugih beljakovin v plazmi, kosteh in ledvicah, je prevladujoči prvi znak pomanjkanja napaka pri strjevanju krvi (Cotter in sod., 2008).

Aktivnost vitamina K je izražena v vitaminskih ekvivalentih (VE); 1VE = 1 g filokinona (Belitz in sod., 2009).



Slika 14: Strukturna formula filokinona (Ball, 2004)

### 2.3.2.5 Minerali

Minerali predstavljajo 4,5 odstotka naše telesne mase, glavnina je v kosteh. Človeški organizem vsebuje stalne količine mineralov in vzdržuje stabilne koncentracije v plazmi, pogosto v zelo ozkih mejah, kar je nujno za normalno delovanje organizma. Minerali so nujni za tvorbo encimov, hormonov, hemoglobina, strukturnih beljakovin in tudi beljakovin, odgovornih za ekspresijo genov, vitaminov, prek njih pa vplivajo na pravzaprav vse sestavine človeškega organizma (Medić-Šarić in sod., 2002).

Glede na potrebno količino mineralov v telesu jih delimo na makroelemente (natrij, kalij, kalcij, magnezij, klor in fosfor), mikroelemente (železo, jod, fluor, cink, selen, baker, mangan, krom, molibden, kobalt in nikelj) ter ultramikroelemente. Za slednje do slej ni dokazane fiziološke funkcije pri človeku (Referenčne..., 2004; Belitz in sod., 2009).

Zaužitje hrane, ki vsebuje zadostno količino hranil seveda še ne pomeni pokritje potreb po le-tem, saj je pri tem potrebno upoštevati (Paš, 2001):

- Vir minerala (organski vir mineralov je primernejši, predstavljajo ga predvsem rastline),
- Velikost delcev (manjši se bolje absorbirajo),
- Vrednost pH (organski koloidni minerali se mnogo lažje absorbirajo v prebavnem traktu),
- Elektromagnetne lastnosti (negativni elektromagnetni naboj je ugodnejši za absorpcijo).

Preglednica 4: Vsebnost mineralov v plodu slive (Pravilnik o..., 2003; Petauer, 1993; Lombardi-Boccia in sod., 2004)

Vir Mineral	Vsebnost (mg/100 g)		% RDA/100 g
	Lombardi-Boccia in sod. (2004)	Petauer (1993)	
K	158–190	250	3,95–6,25
Mn	49,99–50,01		1428,28–1428,86
P	7,4–16,4		0,92–2,05
Mg	4,10–5,7	13	1,37–4,33
Ca	3,46–4,86	13–15	0,43–1,87
Na	1,06–1,86	9	0,042–0,36
Fe	0,19–0,39	0,5–3	1,36–21,43
Zn	0,05999–0,06001		0,39–0,40
Cu	0,04999–0,05001	0,15	3,99–12

Kalij je s koncentracijo 140 mmol/l najpogostejši kation intracelularne tekočine. Čeprav odpade na ekstracelularni kalij samo 2 % kalija, telo zelo občutljivo reagira na nihanja v ekstracelularni koncentraciji (Referenčne..., 2004).

Simptomi pomanjkanja so težave s krvnim tlakom, počasno in nepravilno bitje srca, poškodbe mišic, pojav aken, zaprtje, splošna oslabeost, pojav nervoz (Paš, 2001; Požar, 2003; Suwa-Stanojević in Kodele, 2003).

Baker je sestavni del številnih oksido-redukcijskih encimov, t.i. metaloencimov (citokrom oksidaze, superoksid dismutaze, tirozinaze, amin oksidaze,...), ki spadajo v endogeni antioksidativni sistem (Referenčne..., 2004; Belitz in sod., 2009). Encimi bakra sodelujejo v preventivi poškodb prostih radikalov in vzdrževanju strukturne integritete tkiv (kar je pomembno za elastičnost arterij) (Medić-Šarić in sod., 2002).

Simptomi pomanjkanja so slabokrvnost, leukocitopenija, granulocitopenija, spontane rupture žil (Referenčne..., 2004; Suwa-Stanojević in Kodele, 2003; Požar, 2003).

Železo se v telesu nahaja v količini 4–5 g, od katerega je v krvnem pigmentu hemoglobinu (60 %), feritrinu in hemosiderinu (25 %) in mišičnem pigmentu mioglobinu ter številnih encimih (15 %) (peroksidaza, katalaza, hidroksilaza, flavinski encimi),... (Referenčne..., 2004; Belitz in sod., 2009). Hemoglobin ima vlogo transportnega proteina v eritrocitih za



prenos kisika po krvi, mioglobin pa služi kot shramba kisika v mišičnih celicah. Pomembno vlogo redoks sistema  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  razlagajo Belitz in sod. (2009) na primeru prenosa elektronov z citohromi v dihalni verigi. Pomanjkanje železa je znano kot slabokrvnost ali anemija ter večja dovzetnost za infekcije (Požar, 2003). Kot zaskrbljujoč podatek navaja Tapiero in sod. (2001), sklicujoč se na poročilo WHO (Svetovna zdravstvena organizacija), ki predvideva, da je 46 % otrok starih med 5 in 14 let anemičnih.

Mangan se po navedbah Belitza in sod. (2009) nahaja v organizmu v količinah med 10 in 40 mg. Absorpcija poteka v tankem črevesju. Absorbira se 3 do 5 odstotkov od vse količine, vnesene s hrano. Absorpcija je odvisna od oblike oziroma vezave mangana na sestavine. Transportira se s krvjo v obliki transmanganina. Mangan deluje v encimskih sistemih na 2 načina: je del nekaterih encimskih sistemov, v drugih pa kofaktor (Medić-Šarić in sod., 2002). Mangan je kovinski aktivator piruvat karboksilaze in, kakor tudi nekateri drugi dvovalentni kovinski ioni, aktivira različne encime, kot so arginaze, amino peptidaze, alkalne fosfataze, lecitinaze ali enolaze (Belitz in sod., 2009).

Pomanjkanje je ob pravilni prehrani redko. Simptomi so motnje v krvavenju, ki se pojavljajo zaradi povišanega protrombinskega časa (Medić-Šarić in sod, 2002).

## 2.4 MAŠČOBE (LIPIDI)

Energija je potrebna za ohranitev različnih telesnih funkcij, vključno z respiracijo, cirkulacijo, fizičnim delom, in sintezo beljakovin. V hrani je na voljo v obliki ogljikovih hidratov, beljakovin, maščob in alkohola (Baxter, 2008).

Maščobe - masti in olja so lipofilni produkti, pridobljene s predelavo naravnih materialov, tako rastlinskega kot živalskega izvora. Masti so ponavadi živalskega izvora in večina olj je rastlinskega izvora, vendar obstajajo tudi živalska olja, kot npr. ribje olje. Masti so pri sobni temperaturi trdne, medtem ko so olja tekoča (Pokorný, 2006).

Pomen prehranskih maščob poudarja dejstvo, da 35 % telesne mase otroka v zgodnjem otroštvu predstavljajo maščobe (Gamble in sod., 2008). Maščoba je pomemben vir energije za telo in pripomore k absorpciji v maščobah topnih snovi, vključno z vitamini A, D, E in K. Je bistvena za normalno rast, razvoj in vzdrževanje, ter opravlja številne pomembne

funkcije (Chow, 2008). Komponente maščob so primarni gradniki celičnih membran in prekursorji za hormonom podobne spojine, ki sodelujejo pri številnih pomembnih fizioloških procesih.

Maščobe so dejansko podvrsta hranil, imenovanih lipidi, vendar se izraz maščoba pogosto nanaša na celotno skupino lipidov. Beseda "lípos" po starogrško pomeni "mast-no".

Pojem lipidi je definiran na podlagi njihove topnosti, in ne v prvi vrsti glede na njihovo kemijsko strukturo (Gurr in sod., 2002). Izraz maščobe je bolj znan laikom in spominja na snovi, ki so jasno maščobne narave, so mastne teksture in se ne mešajo z vodo (Gurr in sod., 2002).

Besedo "lipid" (v starejši literaturi zapisano tudi kot lipoid) uporabljajo kemiki za označitev kemično heterogene skupine snovi, katerim skupna lastnost je netopnost v vodi, hkrati pa topnost v nevodnih topilih, kot so kloroform, ogljikovodiki ali alkoholi (Gurr in sod., 2002; Boyer, 2005). Potrebno je uporabiti to opredelitev na osnovi fizikalnih lastnosti, saj utegne biti le malo ali nič kemijskega sorodstva med številnimi spojinami, ki jih sedaj uvrščeno med lipide... (Gurr in sod., 2002).

Za mnoge avtorje, predvsem s področij medicinskih in bioloških znanosti, so lipidi izključno naravni derivati maščobnih kislin (MK), vendar pa ta opredelitev ni uporabna za živilsko tehnologijo, saj se veliko sorodnih spojin, kot so hidrogenirana olja, strukturni lipidi, metilni ali etilni estri MK in mnoge oljne kemikalije (ang. oleochemicals), ne pojavlja v naravi, marveč so industrijsko proizvedene (Pokorný, 2006).

90 % lipidov v hrani predstavljajo triacilgliceridi; večinoma tisti z dolgoverižnimi MK. Preostalih 10 % v hrani tvorijo fosfolipidi (npr. lecitin) in holesterol-estri ter v maščobah topni vitamini (Koren, 1992).

Prehransko-fiziološka vloga lipidov temelji na preskrbi organizma z energijo (37 kJ/g triacilgliceridov) ter kot vir esencialnih maščobnih kislin (EMK) in vitaminov (Belitz in sod., 2009). Lipidi se nahajajo v vseh živih organizmih in igrajo pomembno vlogo tako v živalskem, kakor tudi v rastlinskem svetu. Kot glavna sestavina bioloških membran lipidi ločijo celico od zunanjega sveta. Lipidi so tudi glavni vir energije celice in delujejo v živih organizmih kot antigeni, receptorji, senzorji, električni izolatorji in biološki detergenti.

Tudi mnogi hormoni so lipidi kot npr. steroidni hormoni. Zanimivo je, da nekateri lipidi obstajajo v naravi tudi v plinastem stanju, npr. feromoni (Klofutar, 1992).

Hrana, pa naj bo še tako bogata z za človeka koristnimi snovmi, nima nobene prehranske vrednosti, če ni zaužita. V deželah, kjer je dovoljšna izbira hrane, je okusnost hrane pomemben faktor pri izbiri le-te in posledično vnosu hranil. Maščobe doprinesejo k okusnosti hrane predvsem na dva načina. Prvič kot odziv na njihovo teksturo v ustih (včasih imenovan občutek obloženosti v ustih) in drugič kot olfaktorni odziv, predvsem okus ter vonj, ki skupaj tvorita aromo (Gurr in sod., 2002). Nekatero komponento arome nastanejo pri razpadu lipidov s pomočjo lipolize, oksidacije, mikrobne ali toplotne razgradnje. Ko te nizkomolekularne hlapne komponente prihajajo v stik z receptorji v nosni votlini, povzročijo povečan občutek vonjav (Gurr in sod., 2002). Način, na katerega sta maščoba in voda porazdeljeni v hrani, ter razmerja med njima, vpliva na zaznavanje okusa. Veliko živil ima slab okus, če vsebujejo premalo maščob (dober primer je sir) (Gurr in sod., 2002).

Pomemben faktor pri uživanju hrane so tudi fizikalne lastnosti. Večini ljudi ni prijetno uživanje olj v čisti obliki, med tem ko je emulzija prijetno kremasta. Emulzija maščobe v vodi daje povsem drugačen vtis kot emulzija vode v maščobi, kljub enaki kemijski strukturi. Polnomastno mleko, smetana in maslo imajo zato svojevrstne senzorične lastnosti. Visoka vsebnost trdne maščobe (npr. v čokoladi) med uživanjem ustvari hladilen učinek na jeziku zaradi toplote, ki je potrebna za taljenje (Gurr in sod., 2002).

V živilski tehnologiji se uporabljajo lipidi ne le zaradi njihove prehranske vrednosti, pač pa tudi kot emulgatorji, stabilizacijska sredstva in kot pomembna komponenta v tehnoloških procesih (Klofutar, 1992).

Gurr in Harwood (1991) delita lipide po funkcionalnosti na:

- strukturne lipide,
- rezervne (skladiščne) lipide,
- lipide v metabolni kontroli.

Preglednica 5: Razvrstitev lipidov (Belitz in sod., 2009)

<b>Neumiljivi:</b>	
Proste maščobne kisline, izoprenoidni lipidi (steroidi, karotenoidi, monoterpeni), tokoferoli	
<b>Umiljivi:</b>	
Ime	Sestavine:
Mono-, di-, triacilgliceridi	Maščobna kislina, glicerol
Fosfolipidi (fosfatidi)	Maščobna kislina, glicerol ali sfingosin, fosforna kislina, organska baza
Glikolipidi	Maščobna kislina, glicerol, mono-, di- ali oligosaharidi
Diolni lipidi	Maščobna kislina, etan, propan ali butan diol
Voski	Maščobna kislina, maščobni alkohol
Sterolni estri	Maščobna kislina, sterol

Preglednica 6: Razvrstitev lipidov glede na polarnost (Belitz in sod., 2009)

<b>Nepolarni lipidi</b>	<b>Polarni lipidi</b>
Maščobne kisline z več kot 12 ogljikovimi atomi	Glicerofosfolipid
Mono-, di-, triacilgliceridi	Gliceroglikolipid
Steroli, sterolni estri	Sfingofosfolipid
Karotenoidi	Sfingoglikolipid
Voski	
Tokoferoli	

### 2.4.1 Maščobne kisline

Maščobne kisline spadajo v skupino t.i. neumiljivih lipidov. Sestojijo iz elementov, kot so ogljik, vodik in kisik, združenih v ravno ogljikovo verigo različnih dolžin s končno karboksilno skupino (Lobb in Chow, 2008) ali drugače povedano MK so biološke molekule, ki vsebujejo polarno karboksilno skupino (-COOH) vezano na nerazvejano alifatsko verigo. Posledično imajo MK tako imenovano dvojno naravo; karboksilna skupina daje polaren, včasih celo ionski naboj, ogljikova veriga pa nepolarne lastnosti. Število ogljikovih atomov v MK je lahko od 4 do 36 (Boyer, 2005), pri pomembnejših MK v rastlinskih oljih 4 do 24 ogljikovih atomov (Jamnik, 1992).

V prehrani se MK večinoma pojavljajo v obliki estrov z alkoholom glicerolom. Med estri prevladujejo triacilgliceridi, sledijo jim manjše količine di- in monoacilgliceridov ter proste MK (de Man, 2008).

#### 2.4.1.1 Nomenklatura maščobnih kislin

Smiselno bi bilo začeti to podpoglavje z odlomkom nega izmed del našega največjega pesnika, ki pravi: "Al' prav se piše kaḡa ali kaḡa..." (Prešeren, 1979).

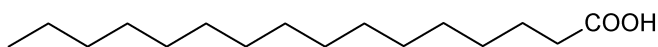
V literaturi zasledimo različno poimenovanje MK. Avtorjem so pri tem na voljo sledeči sistemi poimenovanja:

- trivialna imena, ki temeljijo na podlagi botaničnih ali zooloških virov,
- s simboli, kjer uporabimo črko  $\omega$  ali n ter število na katerem atomu je dvojna vez.

IUPAC predlaga sistematsko nomenklaturu. Je najbolj striktna, saj izključuje katerokoli možnost napačne identifikacije. Sistematska metoda poimenuje MK le na podlagi števila ogljikovih atomov ter števila in položaja nenasičenih vezi glede na karboksilno skupino. Določi se položaj in identiteta substituiranih skupin ter optična aktivnost in konfiguracija dvojnih vezi (Lobb in Chow, 2008).

#### 2.4.1.2 Nasičene maščobne kisline

V naravi prisotne MK lahko razdelimo na osnovi prisotnosti dvojnih ali trojnih vezi v dve večji skupini imenovani nasičene in nenasičene MK (Lobb in Chow, 2008). Nasičene MK nadalje delimo glede na dolžino alkilne verige oz. števila ogljikovih atomov na kratko- s 4 do 8 ogljikovimi atomi, srednje- s 10 do 14 ogljikovimi atomi in dolgoverižne z 16 do 22 ogljikovimi atomi. Najpogostejše in hkrati pomembne so tiste, katerih verigo sestavlja 12 do 22 ogljikovih atomov (Lobb in Chow, 2008).



Slika 15: Strukturna formula palmitinske kisline (C16:0)

Večina v naravi prisotnih MK ima nerazvejano alkilno verigo z sodim številom ogljikovih atomov (Lobb in Chow, 2008; Belitz in sod., 2009). Splošna formula zanje je R-COOH, pri čemer R označuje ravno ogljikovodikovo verigo oblike CH<sub>3</sub>(CH<sub>2</sub>)<sub>x</sub> oziroma C<sub>n</sub>H<sub>2n+1</sub>. Kratkoverižne MK so v tekočem agregatnem stanju, z večanjem števila ogljikovih atomov v verigi pa prehajajo v trdno. Po pravilih nomenklature se alifatske kisline upoštevajo kot derivati ogljikovodikov z enakim številom ogljikovih atomov, pri čemer je -CH<sub>3</sub> konec nadomeščen z -COOH skupino (Lobb in Chow, 2008).

Preglednica 7: Nasičene maščobne kisline (Belitz in sod., 2009)

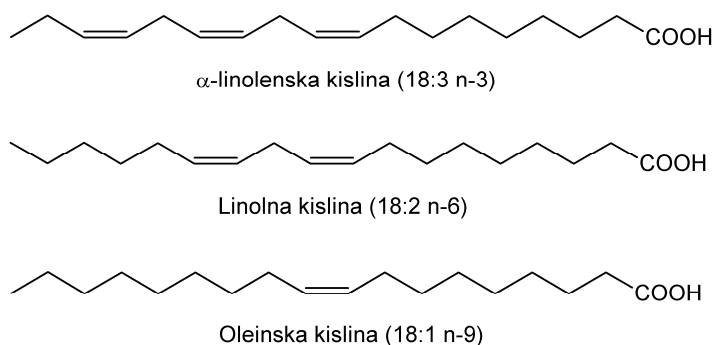
Skrajšana oznaka	Strukturna formula	Splošno ime kisline
Sodo število ogljikovih atomov		
4:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$	Maslenska
6:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$	Kapronska
8:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$	Kaprilna
10:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$	Kaprična
12:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$	Lavrinska
14:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$	Miristinska
16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Palmitinska
18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Stearinska
20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Arahidinska
22:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$	Beheninska
24:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$	Lignocerinska
26:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{COOH}$	Cerotinska
Liho število ogljikovih atomov		
5:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Valerinska
7:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$	Enantiojska
9:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Pelargonska
15:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$	Pentadecilinska
17:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{COOH}$	Margarinska

#### 2.4.1.3 Nenasičene maščobne kisline

Nenasičene MK lahko vsebujejo eno ali več dvojnih ali trojnih vezi. Tiste z vsaj eno dvojno vezjo imajo dve možni konfiguraciji *cis* ali *trans*, glede na relativni položaj alkilnih skupin. Do sedaj je bilo v naravi identificiranih že več kot 100 različnih MK, vendar se večina njih le redko pojavlja. V splošnem lahko rečemo, da imajo te MK sodo število ogljikovih atomov in *cis* konfiguracijo (Lobb in Chow, 2008).

Kisline z enakim metilnim koncem so razporejene v skupine. Obstoje pa tudi 3 večje skupine (Belitz in sod., 2009):

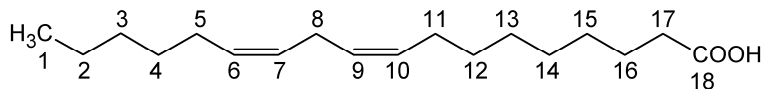
- n-3 oz. linolenski tip,
- n-6 oz. linolni tip,
- n-9 oz. oleinski tip.

Slika 16: Strukturne formule  $\alpha$ -linolenske, linolne in oleinske kisline

Preglednica 8: Nenasičene maščobne kisline (Belitz in sod., 2009)

Skrajšana oznaka	Strukturna formula	Splošno ime kisline
n-3 skupina		
18:3 (9, 12, 15)	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_3\text{--(CH}_2\text{)}_6\text{--COOH}$	$\alpha$ -linolenska
20:5 (5, 8, 11, 14, 17)	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_5\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--COOH}$	EPK <sup>a</sup>
22:6 (4, 7, 10, 13, 16, 19)	$\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_6\text{--CH}_2\text{--COOH}$	DHK <sup>a</sup>
n-6 skupina		
18:2 (9, 12)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_4\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_2\text{--(CH}_2\text{)}_6\text{--COOH}$	Linolna
18:3 (6, 9, 12)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_4\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_3\text{--(CH}_2\text{)}_3\text{--COOH}$	$\gamma$ -linolenska
20:4 (5, 8, 11, 14)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_4\text{--(CH=CH--CH}_2\text{)}_4\text{--(CH}_2\text{)}_2\text{--COOH}$	Arahidonska
n-9 skupina		
18:1 (9)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_7\text{--CH=CH--CH}_2\text{--(CH}_2\text{)}_6\text{--COOH}$	Oleinska
22:1 (13)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_7\text{--CH=CH--CH}_2\text{--(CH}_2\text{)}_{10}\text{--COOH}$	Eruična
24:1 (15)	$\text{CH}_3\text{--(CH}_2\text{)}_7\text{--CH=CH--CH}_2\text{--(CH}_2\text{)}_{12}\text{--COOH}$	Nervonska

Izraza " $\omega$ " in "n" se nanašata na položaj prve dvojne vezi v verigi ogljikovih atomov MK, ki se šteje od konca nasproti karboksilne skupine ali najbližje metilnemu koncu molekule (Lobb in Chow, 2008).



Slika 17: Linolna kislina (18:2 n-6)

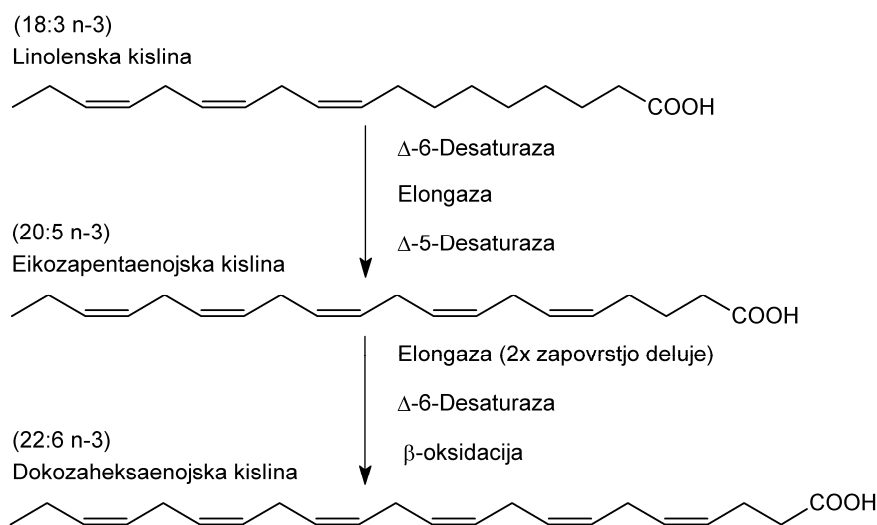


#### 2.4.1.4 Esencialne maščobne kisline

Esencialne maščobne kisline so tiste MK, ki jih človeški organizem ne more sam sintetizirati in jih je zato potrebno vnesti v telo s prehrano (Jiang in sod., 1998).

Esencialne maščobne kisline sodelujejo pri proizvodnji energije, prenosu kisika iz zraka v krvotok, proizvodnji hemoglobina in so bistvenega pomena za normalen prenos živčnih impulzov in delovanje možganov (Yehuda in sod., 2002). Linolna in  $\alpha$ -linolenska spadata v skupino večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK); linolna kislina spada v skupino n-6,  $\alpha$ -linolenska pa v skupino n-3 maščobnih kislin. Po navedbi Youdima in sod. (2000) ju telo ne more sintetizirati, zato sta označeni kot esencialni maščobni kislini. Obe vrsti EMK sta potrebni za izgradnjo in normalno funkcioniranje celičnih membran in kot predstopnja eikozanoidov, to je tkivnih hormonov, ki imajo zelo pomembne vloge pri uravnavanju intenzivnosti fizioloških procesov. Regulirajo npr. kontraktibilnost gladkih mišičnih vlaken, prepustnost kapilar, krvni tlak, zlepljanje trombocitov,... (Salobir, 2001).

Iz linolne kisline lahko telo proizvede druge n-6 MK, kot so gama-linolenska, dihomo-gama-linolenska in arahidonska. Podobno lahko telo iz  $\alpha$ -linolenske kisline proizvede ostale n-3 MK, vključno z eikozapentaenojsko in dokozaheksaenojsko kislino (Yehuda in sod., 2002).



Slika 18: Metabolna pot 18:3 n-3 do 22:6 n-3 (O'Keefe, 2008)

Večina prostaglandinov je derivatov arahidonske kisline, vsi pa imajo visoko fiziološko, hormonom podobno funkcijo. Vključeni so v številne funkcije možganov, kot so regionalni pretok krvi in propustnost različnih bioloških membran. Obstaja tudi dokaz, da ima prostaglandin D2 velik vpliv na spanje (Yehuda in sod., 2002).

Ime prostaglandin izhaja iz dejstva, da so zgodnji raziskovalci verjeli, da je žleza prostata mesto njihove sinteze (Gurr in sod., 2002).

Čeprav so prostaglandini prvi identificirani biološko aktivni eikozanoidi, je zdaj znano, da se EMK pretvorijo v mnogo različnih vrst eikozanoidov. (Eikozanoid je izraz, ki pomeni derivat maščobnih kislin z 20 ogljikovimi atomi) (Gurr in sod., 2002).

Možganski fosfolipidi so bogati z dolgoverižnimi derivati EMK, kot so arahidonska (20:4 n-6), EPK (20:5 n-3) in DHK (20:6 n-3), znanimi kot dolgoverižne VNMK.

Yehuda in sod. (2002) med drugim predlagajo domnevo, da  $\alpha$ -linolenska kislina nadzira sestavo živčnih membran, kar pomeni obratno sorazmerje med  $\alpha$ -linolensko kislino in nivojem holesterola.

Živčevje, reprodukcijski organi in očesna mrežnica imajo večji delež dolgo verižnih kislin s 5 ali 6 dvojnimi vezmi, predvsem iz družine n-3. Po drugi strani pa membrane organov in tkiv, ki imajo funkcijo shranjevanja (npr. adipozno tkivo), kemijske obdelave (npr. jetra), mehanskega dela (npr. mišice) ter izločanja (npr. ledvice) težijo k večji vsebnosti n-6 maščobnih kislin, od katerih prevladuje arahidonska (Gurr in sod., 2002).

V začetku 1970-ih in ponovno v 1980-ih je bil predstavljen tehten dokaz v podporo vloge  $\alpha$ -linolenske v možganih in mrežnici (Chapkin, 2008).

Priporočila za prehranski vnos večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Chapkin, 2008):

- 18:2 n-6 = 12–17 g/dan (4–5 % energijskega vnosa, morda celo 2 %)
- 18:3 n-3 = 1,1–1,6 g/dan (0,7 % energijskega vnosa)
- 20:5 n-3 (EPK) in 20:6 n-3 (DHK) = 0,5–0,85 g/dan (0,27 % energijskega vnosa)
- skupno VNMK = 18 g/dan (6–7 % energijskega vnosa)
- (razmerje n-6/n-3) = (4/1, morda celo 2); opozorilo: ni znanstvenih dokazov za podporo priporočilu 5/1–10/1.

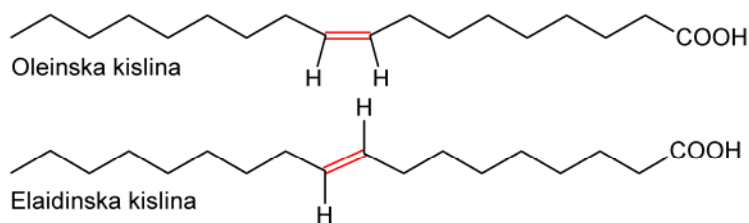
Chapkin (2008) prav tako navaja, da se zahteve po vnosu EMK povečajo v času nosečnosti in dojenja ter podajata trenutno oceno razmerja n-6/n-3 v zahodni prehrani 10–11:1.

Če podatke primerjamo z Youdimom in sod. (2000), ki navajajo optimalen prehranski vnos okrog 900 mg/dan za EPK in 400 mg/dan za DHK, lahko opazimo razlike med različnimi avtorji.

Zanimiva je tudi ugotovitev Yehude in sod. (2002), da je mešanica  $\alpha$ -linolenske in linolne kisline v razmerju 1:4 najbolj učinkovita za izboljšanje učnih sposobnosti, termoregulacije in spanja ter pri dvigovanju praga bolečine.

#### 2.4.1.5 *Trans*-maščobne kisline

V naravi prisotni lipidi vsebujejo predvsem MK v *cis* konfiguraciji, vendar večina predelanih živil vsebuje tudi *trans* izomere. Slednje nastanejo pri hidrogenaciji živalskih maščob, rastlinskega ali ribjega olja, pri čemer spremenijo plastičnost in točko taljenja. Leta 1984 je bilo ocenjeno, da *trans*-MK predstavljajo 6–8 % skupno zaužitih lipidov, vendar se je ta številka zmanjšala na 2–3 % v letu 2006. Izmed *trans*-MK je v hrani najpogosteje prisotna elaidinska kislina (ang. elaidic acid) (*trans* izomera 18:1 *cis* n-9). Sklepa se, da imajo *trans*-MK vsaj tako neugoden vpliv, kot nasičene MK, saj ne le zvišujejo LDL, ampak tudi znižujejo HDL holesterol. Ministrstvo za kmetijstvo je leta 2005 v smernicah za novo prehransko piramido po priporočilih prehranskega svetovalnega odbora omejilo vnos *trans*-MK pod 1 % celotnega vnosa energije. Vzpodbuda za vsakega od teh ukrepov je v dokazih, da uživanje *trans*-MK povečuje tveganje za nastanek koronarne bolezni srca. Zdi se očitno, da *trans*-MK prispevajo k tveganju, povezanim z nastankom srčno žilnih bolezni (Bruckner, 2008).



Slika 19: Oleinska kislina in njena *trans* izomera - elaidinska kislina

#### 2.4.1.6 Razmerje P/S, indeks aterogenosti

Za oceno prehranske primernosti maščob uporabljamo razmerje med VNMK in NMK, ki ga označimo kot P/S razmerje. Kadar imajo posamezne maščobe P/S razmerje manjše od 0,5, so manj primerne za prehrano ljudi, saj se pri takih maščobah poveča tveganje za kardiovaskularna obolenja. Razmerje P/S je sorazmerno staro in je iz časa, ko ugoden vpliv ENMK na nivo holesterola v krvi in na pogostnost bolezni obtočil še ni bil znan (Majcen, 2006).

V novejšem času namesto razmerja P/S uporabljamo indeks aterogenosti (IA), ki sta ga postavila Ulbricht in Southgate leta 1991 (Salobir, 1997). IA predstavlja realnejšo oceno kakovosti maščob z vidika zdravja, saj upošteva specifične vplive posameznih MK na koncentracijo holesterola v krvi. Pri izračunu indeksa aterogenosti upoštevamo MK, ki povečujejo koncentracijo holesterola v krvi (lavrinska, miristinska, palmitinska in *trans*-MK) ter VNMK, oleinsko (C18:1) in druge ENMK, ki koncentracijo holesterola zmanjšujejo. Ker je vpliv miristinske MK (C14:0) najmočnejši, ga pomnožimo s faktorjem 4 (Salobir, 1997).

Indeks aterogenosti izračunamo po formuli 1:

$$IA = \frac{C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0 + \textit{trans} - MK}{VNMK + C18:1 + \textit{druge ENMK}} \quad \dots(1)$$

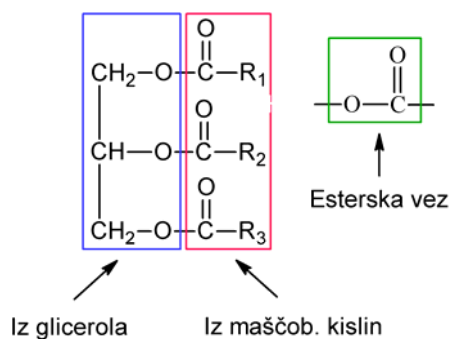
S prehranskega stališča so ugodne maščobe, ki imajo vrednost IA manjšo od 0,5 (Majcen, 2006).

#### 2.4.2 Gliceridi

Prehransko fiziološka pomembnost lipidov je osnovana na njihovi vlogi kot energijsko bogatih molekul (37 kJ/g triacilgliceridov) (Belitz in sod., 2009). Glicerol ali 1,2,3 propantriol (tudi glicerin) kot trihidroksi alkohol lahko tvori estre z eno, dvema ali tremi MK.

Najbolj preprosti in najbolj pogosti naravni lipidi so triacilgliceridi, ki jih pogosto imenujemo maščobe, nevtralne maščobe ali trigliceridi (Klofutar, 1992). Prehranska olja ali maščobe so sestavljena skoraj povsem iz triacilgliceridov (Belitz in sod., 2009), ki predstavljajo glavno komponento t.i. depot maščob, bodisi v rastlinskih ali živalskih celicah, niso pa vezani v membranah celic (Klofutar, 1992). Triacilgliceridi nastopajo v različnih oblikah, odvisno od vrste in lege MK, ki je vezana na glicerol. Triacilgliceridi, ki vsebujejo zaestreno eno samo vrsto MK, imenujemo enostavni triacilgliceridi. Triacilgliceride, ki vsebujejo zaestreni dve ali več MK, pa imenujemo mešani triacilgliceridi (Klofutar, 1992).

Večina naravnih maščob kot npr. olivno olje, svinjska mast,... so kompleksne zmesi enostavnih in sestavljenih triacilgliceridov (Klofutar, 1992). Schröter in sod. (1993) pri tem dodajajo, da gre v primeru mešanih triacilgliceridov večinoma za estre palmitinske, stearinske in nenasičene oleinske kisline. Prisotnost mono- in diacilgliceridov je v prehranskih oljih dokaj nizka, lahko pa se poveča ob delovanju hidrolaz med hranjenjem (Belitz in sod., 2009).



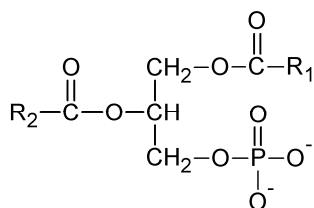
Slika 20: Mešani triacilglicerid

#### 2.4.3 Ostale sestavine maščob (lipidov)

90 % maščob (lipidov) tvorijo triacilgliceridi, ostalih 10 % pa fosfolipidi, holesterol-estri in v maščobah topni vitamini (Koren, 1992).

### 2.4.3.1 Fosfolipidi

Fosfolipidi ali fosfogliceridi sestojijo iz glicerola, MK, fosfata in (ponavadi) organske baze kot so holin, inozitol, etanolamin, kefain, itd. ali polihidroksi komponente (O'Keefe, 2008; Jamnik, 1992). Osnovna struktura fosfolipidov je fosfatidna kislina (*sn*-1,2-diacilglicerol-3-fosfat) (O'Keefe, 2008).



Slika 21: Shema osnovne strukture fosfolipidov - fosfatidna kislina (Biosynth, 2006)

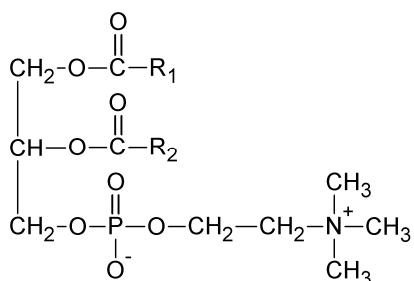
Fosfolipidi so občutljivi na avtooksidacijo, saj vsebujejo obilo linolne kisline. Druga pogosto prisotna je palmitinska kislina. Razredi fosfolipidov so pogosto označeni z okrajšavami, npr. PC pomeni fosfatidilholin (Belitz in sod., 2009).

Fosfolipidi se redno nahajajo v rastlinskih oljih. Vsebnost fosfatidov se giblje od 0,1 do 3,5 %. Največ jih ima sojino olje (Jamnik, 1992).

Lecitin igra pomembno vlogo kot površinsko aktivna snov pri pripravi emulzij. Surovi lecitini so kompleksne mešanice lipidov z fosfatidilholini, fosfatidiletanolamini in fosfatidilinozitolami kot glavnimi sestavinami. Surovi lecitin, še posebno sojin in jajčni sta na voljo v komercialnem obsegu. Proizvajalci pogosto ločujejo lecitin v frakcije glede na topnost v etanolu. Čisti lecitin je vodno/oljni emulgator z vrednostjo hidrofilno-lipofilnega ravnotežja okrog 3 (Belitz in sod., 2009).

Fosfatidi so dobri emulgatorji, zato se uporabljajo predvsem v živilski industriji (konditorstvo, margarina ...) (Jamnik, 1992). V etanolu netopna frakcija je primerna za stabilizacijo vodno-oljnih emulzij, v etanolu topna frakcija pa za stabilizacijo oljno-vodnih emulzij (Belitz in sod., 2009).

Fosfatidilholin je pri pH = 7 t.i. ion dvojček (Belitz in sod., 2009). O'Keefe (2008) odsvetuje uporabo izraza lecitin za fosfatidilholin. Morda prav zato, ker je izraz lecitin v uporabi za ne le eno snov.



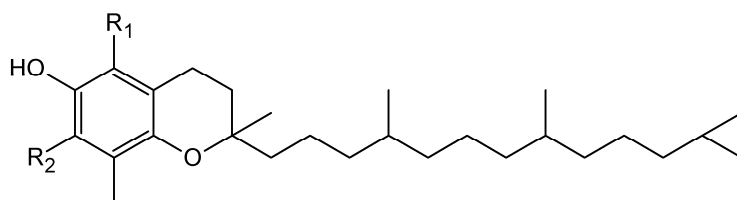
Slika 22: Fosfatidilholin

### 2.4.3.2 Tokoferoli

O'Keefe (2008) navaja, da med sestavine vitamina E spadajo tudi tokoferoli.

Tokoferoli imajo torej vitaminsko, pa tudi antioksidacijsko delovanje. Najboljše vitaminsko delovanje ima alfa-tokoferol, najboljše antioksidacijsko delovanje pa delta-tokoferol. Na splošno lahko zapišemo za vitaminsko in antioksidacijsko delovanje vseh štirih izomer takole (Jamnik, 1992):

- vitaminsko delovanje: alfa >> beta, gama, delta
- antioksidacijsko delovanje: delta >> beta > gama > alfa



Slika 23: Tokoferol (O'Keefe, 2008)

Preglednica 9: Imena tokoferolov glede na pripadajoče radikale (O'Keefe, 2008)

Trivialno ime	Struktura	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>
α-tokoferol	5,7,8-trimetiltokol	CH <sub>3</sub>	CH <sub>3</sub>
β-tokoferol	5,8-dimetiltokol	CH <sub>3</sub>	H
γ-tokoferol	7,8-dimetiltokol	H	CH <sub>3</sub>
δ-tokoferol	8-metiltokol	H	H

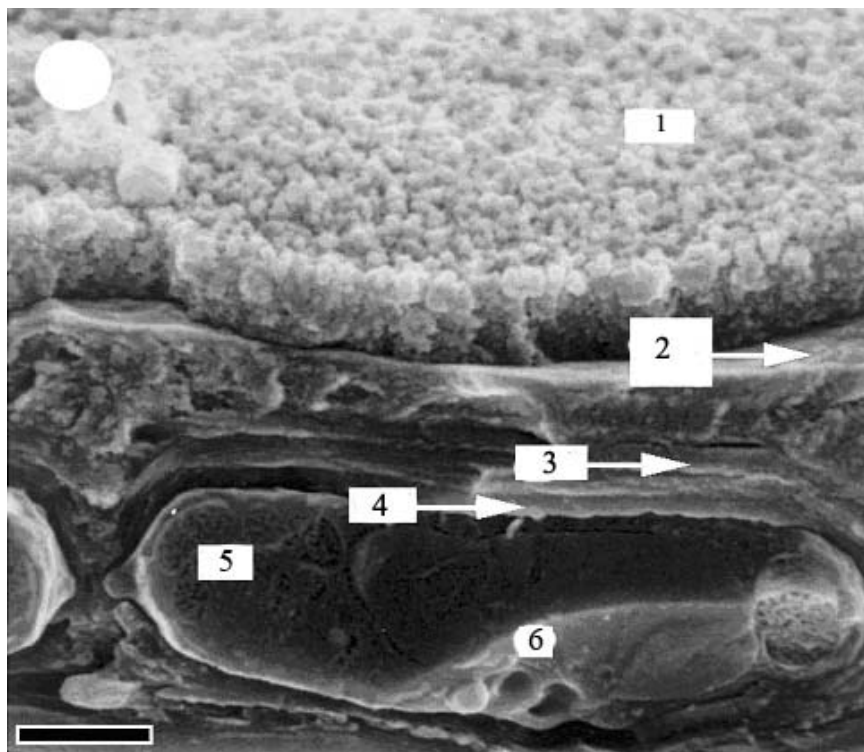
### 2.4.3.3 Voski

Voski so pomembni derivati višjih alkoholov. So višji alkoholi, zaestreni z dolgoveržnimi MK. Prevladujoči komponenti sta stearil- ( $C_{18}H_{37}OH$ ) in keril (ang. ceryl) alkohol ( $C_{26}H_{53}OH$ ) (Belitz in sod., 2009). Glede na njihovo poreklo se voske lahko razdeli na naravne in sintetične. Naravne voske se lahko še dodatno razdeli na živalske, rastlinske in minerale (Parish in sod., 2008).

Sadne lupine so pogosto prevlečene z voščeno plastjo. Vloga voskov je zaščita površine rastlinskih listov, stebel in semen od dehidracije in okužbe z mikroorganizmi. Poleg estrov VMK z višjimi alkoholi, ti voski vsebujejo tudi ogljikovodike, proste MK, alkohole, ketone in aldehide. Esterska frakcija v jabolkih in grozdju je pretežno sestavljena iz alkoholov ki vsebujejo 24, 26 ali 28 ogljikovih atomov, vendar se njihova MK sestava razlikuje. Jabolka vsebujejo večinoma  $C_{18}:1$ ,  $C_{18}:2$ ,  $C_{16}:0$  in  $C_{18}:0$ , medtem ko grozdje vsebuje  $C_{20}:0$ ,  $C_{18}:0$ ,  $C_{22}:0$  in  $C_{24}:0$  MK. (Belitz, 2009).

V raziskavi površinskih voskov različnih kultivarjev jabolk so Verardo in sod. (2003) z uporabo spektroskopse tehnike prišli do ugotovitev, da v nasičeni frakciji prevladujejo alkani z lihimi številom ogljikovih atomov, predvsem  $C_{27}$  in  $C_{29}$ . Alkeni so prisotni v manjšem številu. Prav tako se v frakciji nahajajo estri primarnih alkoholov ( $C_{18} - C_{30}$ ) z ravno verigo, ki so zaestreni predvsem z palmitinsko kislino. Prav tako je v članku navedena prisotnost sekundarnih alkoholov, aldehydov, ter prostih MK, od katerih prevladuje oleinska.





Slika 24: Prečni prerez zamrznjene kože zrelih sliv kultivarja D'Agen (Storey in Price, 1999)

Dolžina črne črte = 5  $\mu\text{m}$

1 = Epikutikularni vosek

2 = Zunanji sloj kutikule

3 = Notranji sloj kutikule

4 = Celična stena

5 = Citoplazma

6 = Vakuola

#### 2.4.3.4 Steroli

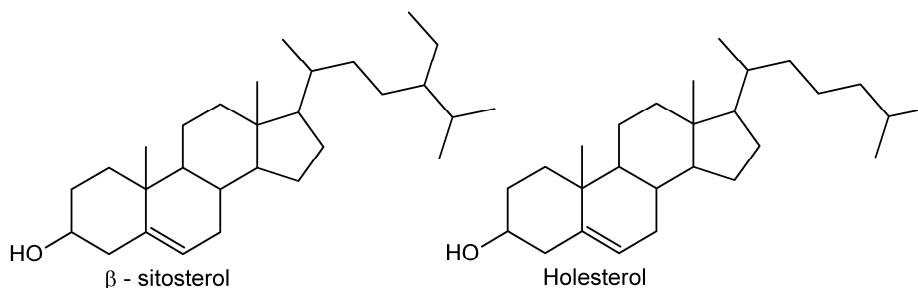
Steroli so po kemijski sestavi visokomolekularni ciklični alkoholi. Čeprav se izraz sterol pogosto uporablja, le-ta ni bil nikoli formalno določen (O'Keefe, 2008).

Steroli so pogosto prisotni v membranah evkariontskih organizmov, kjer so pomembni pri zagotavljanju stabilnosti, vendar so redki v prokariontih. Izmed sterolov se v membranah višje razvitih živali pojavlja skoraj izključno holesterol, dočim pri rastlinah prevladujejo

druge oblike sterolov, kot je  $\beta$ -sitosterol (Gurr, 2002). Holesterol predstavlja približno 0,2 % normalne telesne mase (človeka). Večina (približno 33 %) ga je v možganih in živčnem sistemu, kjer njegova funkcija ni bila raziskana dlje kot do domneve, da je njegova glavna naloga delovanje kot izolator. Skoraj še eno tretjino holesterola je v mišicah kot njihova strukturna komponenta (Kritchevsky, 2008).

V živalskem organizmu je holesterol izhodiščna komponenta oziroma prekurzor za sintezo drugih steroidov, kot so spolni hormoni in žolčne kisline ter kortikoidov in vitamina D<sub>2</sub> (Belitz in sod., 2009; Kritchevsky, 2008; Gurr, 2002).

Kot že omenjeno, je holesterol daleč najpomembnejši sterol v tkivih sesalcev. Kar zadeva rastline in alge, so glavne strukture sterolov: sitosterol (~ 70 %), stigmasterol (~ 20 %), kampesterol (~ 5 %) in holesterol (~ 5 %) (Gurr, 2002). Steroli in stanoli (hidrogenacijski produkti sterolov), ki se pojavljajo v rastlinah so znani kot fitosteroli (Belitz in sod., 2009). Fitosteroli so zanimivi iz prehranskega in fiziološkega vidika, saj znižujejo koncentracijo holesterola in LDL v krvni plazmi. Z dnevnim vnosom 1 g fitosterolov je dosežen pomemben učinek inhibicije absorpcije holesterola (Belitz in sod., 2009).

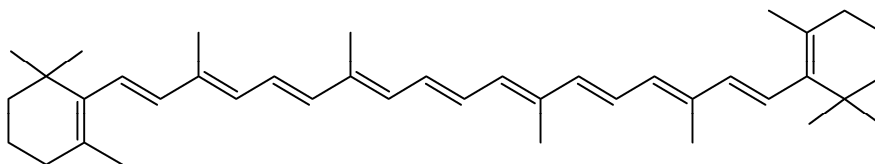


Slika 25:  $\beta$ -sitosterol in holesterol (O'Keefe, 2008)

Preglednica 10: Povprečna vsebnost sterolov v rastlinskih oljih (mg/kg) (Belitz in sod., 2009)

Olje \ Sterol	Vsebnost (mg/kg)					
	Sončnično	Arašidovo	Sojino	Koruzno	Oljčno	Palmino
$\beta$ -sitosterol	1961	1145	1317	9187	732	252
Stigmasterol	236	145	564	499	0,5	42
Kampesterol	242	278	563	2655	19	88
Holesterol	0,5	6,2	0,5	0,5	0,5	0,5

#### 2.4.3.5 Barvne snovi



Slika 26:  $\beta$ -karoten (O'Keefe, 2008)

### 2.5 DELI RASTLIN KOT VIRI MAŠČOB

Proizvodnja rastlinskih olj in masti je v zadnjem obdobju narasla za 3–4 % letno. To lahko pripišemo v glavnem povečani potrebi po jedilnih oljih, saj se je v sedemdesetih letih povečala proizvodnja jedilnih olj za več kot 30 %, proizvodnja za tehnične namene pa za več kot 15 %. Pri porastu so bile v največji meri udeležene soja, palma, oljna repica in sončnica (Jamnik, 1992).

Dejavniki, ki dajejo oljem komercialno vrednost so (Jamnik, 1992):

- tališče,
- organoleptične lastnosti,
- stabilnost,
- prehranska vrednost,
- dejstvo, da nekatera olja nastanejo kot stranski proizvod.

Večina rastlinskih olj je pridobljenih iz zrn ali semen. Ekstrakcija olja iz semen je dosežena z stiskanjem in/ali solventno ekstrakcijo, med tem ko so olja, kot sta palmino in oljčno pridobljena s pomočjo stiskanja mehkih sadežev (endosperma) (Gunstone, 2002).

Pri procesu rafiniranja, se odstranijo neželene sestavine olja (fosfolipidi, mono- in diacilgliceridi, proste kisline, pigmenti, oksidirane snovi, sestavine arom, ostanki kovin in žveplove spojine), hkrati pa lahko tudi manjše, vendar koristne substance ki so antioksidanti in vitamini, kot npr. karoteni in tokoferoli. Ti postopki morajo zato biti načrtovani tako, da se odstrani čim več neželenih spojin in hkrati čim manj koristnih. (Gunstone, 2002).

Po navedbi Štamparja in sod. (2005) svetovna pridelava sliv za leto 2002 znaša 9,314.727 ton. Obdelava sadja posledično privede do kopičenja velikega števila semen in pečk. Kamel in Kakuda (1992) sta v raziskavi ugotovila, da je utežni delež koščic glede na maso svežega ploda poprej navedenih koščičarjev med 2,8 za slivo in 7,6 % za nektarino. Primerna izraba teh stranskih proizvodov lahko zmanjša problem odlaganja odpadkov, hkrati pa služi kot nov potencialni vir maščob in beljakovin za prehrano in krmo (Kamel in Kakuda, 2008; Kamel in Kakuda, 1992). Poleg tega so zanimive tudi aplikacije semenskih olj marelice, češnje, breskve in slive na področju kozmetike, v tehnične namene, itd (Zlatanov in Janakieva, 1998). Primerjava olj iz semen štirih poprej omenjenih vrst iz rodu koščičarjev, je razkrila zelo visoko vsebnost oleinske (>60 %) in linolne (30 %) kisline (Kamel in Kakuda, 2008). Večinoma gre za visoko vsebnost lipidov, v večini primerov med 20 in 60 % (Kamel in Kakuda, 2008). V primeru sliv se vsebnost olja v koščicah giblje med 39 in 42 % (Abd El Aal in sod., 1987). Prav tako imajo nizko vsebnost NMK in so po zgradbi podobna arašidovemu in sezamovemu olju, olju iz repičnega semena (Kamel in Kakuda, 1992) ter olju grenkega mandlja (Abd El Aal in sod., 1987).

Preglednica 11: Kemijska sestava suhe snovi slivovih semen (Abd El Aal in sod., 1987)

Sestava (%)	Kultivar	
	Beauty	Climax
Lipidi	36,9	41,1
Beljakovine	36,4	30,3
Surova vlaknina	2,2	2,2
Pepel	3,5	2,2
Skupni topni sladkorji	7,3	7,6
Cianovodikova kislina	0,275	0,280
Ekstrakt brez vsebnosti dušika <sup>a</sup>	13,4	16,3

<sup>a</sup> Preračunano glede na razliko do 100 %

Preglednica 12: Vsebnost maščob v semenih sliv (Zlatanov in Janakieva, 1998; Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987; Kamel in Kakuda, 2008)

Vir	Zlatanov in Janakieva (1998)	Kamel in Kakuda (1992)	Abd El Aal in sod. (1987)	Kamel in Kakuda (2008)
<b>Vsebnost maščobe v semenu (%)</b>	40,6	45,9	36,9–41,1	28,6

Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava olja slivovih semen (Deineka in sod., 2002; Zlatanov in Janakieva, 1998; Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987; Kamel in Kakuda, 2008)

Maščobna kislina		% maščobne kisline v semenskem olju				
Skrajšana oznaka	Splošno ime kisline	Deineka in sod. (2002)	Zlatanov in Janakieva (1998)	Kamel in Kakuda (1992)	Abd El Aal in sod. (1987)	Kamel in Kakuda (2008)
C12:0	Lavrinska	–	–	–	0,5	–
C14:0	Miristinska	–	0,1	–	0,9–1,1	–
C16:0	Palmitinska	0,8–5,6	9,2	6,3	9,3–12,7	8,0
C16:1	Palmitoleinska	–	0,3	0,5	0,1–0,2	–
C18:0	Stearinska	1,1–7,1	3,9	1,4	2,6–8,1	1,7
C18:1	Oleinska	60,9–66,3	70,5	62,0	64,5–67,5	61,2
C18:2	Linolna	26,8–31,2	15,7	29,6	13,0–19,0	29,1
C18:3	Linolenska	–	0,3	–	N.Z.	–
C20:0	Arahidinska	–	–	0,3	N.Z.	–
Skupno nasičenih		1,9–12,7 <sup>a</sup>	13,2 <sup>a</sup>	8,0	13,3–22,4 <sup>a</sup>	9,7 <sup>a</sup>
Skupno nenasičenih		87,7–97,5 <sup>a</sup>	86,8 <sup>a</sup>	92,1	77,6–86,7 <sup>a</sup>	90,3 <sup>a</sup>

– = Ni podatka

N.Z. = Koncentracija ni zaznana

<sup>a</sup> = Izračunano ob predpostavki, da – in N.Z. pomenita odsotnost določenih MK

Preglednica 14: Kemijske karakteristike olja slivovih semen (Kamel in Kakuda, 1992; Abd El Aal in sod., 1987)

<b>Parameter</b> \ <b>Vir</b>	Kamel in Kakuda (1992)	Abd El Aal in sod. (1987)
Kislinsko število (%)	1,3	0,1
Proste maščobne kisline (%)	0,90	<sup>a</sup> –0,21
Saponifikacijsko število	192	180,5–180,6
Jodovo število	108	90,3–92,4
Hidroksilno število	6,5	–
Neumiljiva snov (%)	0,60	0,9–1,1
Peroksidno število (mmol O <sub>2</sub> /kg)	–	0,1

<sup>a</sup> V sledovih

– Ni podatka

Hitro lahko ugotovimo, da je slivovo seme bogat vir nenasičenih MK, predvsem oleinske kisline. Linolna in linolenska pa se pojavljata v občutno nižjih koncentracijah.

Kot navajajo Abd El Aal in sod. (1987), bi utegnile biti slive, oz. njihova semena, dober vir beljakovin, pri čemer pa nastane problem zaradi vsebnosti amigdalina, za katerega je znano, da je smrten za človeka v količini nad 1,71 g. Cianovodikova kislina v slivovih semenih je v dokaj visoki koncentraciji (0,275–0,280 %). Kljub temu visoka vsebnost lipidov v semenih povečuje njihovo vrednost kot dober vir lipidov.

Abd El Aal in sod. (1987) nadaljujejo z ugotovitvijo, da sliva spada med vrste sadja, čigar semenske lipide lahko smatramo kot odlična prehranska olja, solatna olja, ali za proizvodnjo margarine.

### 3 MATERIALI IN METODE

Cilj naloge je bila določitev maščobnih kislin v povrhnjici in semenih kultivarjev sliv. Predhodno smo določili delež maščob in vode v zračno suhih semenih, suho snov, skupne kisline, pH plodov ter izmerili absorbanco heksanskega ekstrakta v UV spektru.

#### 3.1 PRIPRAVA VZORCEV NA ANALIZO

Za analizo smo izbrali sledeče kultivarje sliv: Agen 707, Bluefre, Č-5, Čačanska najbolja, Grossa di Felisio, Jojo, M-7, P-1, P-2, R-8, RB-11, SA-10, SG-9, Stanley, Valor ter Domačo češpljo (glej Domača brkinska). Slive so bile obrane avgusta in septembra leta 2005 v poiskusnem nasadu Bilje in v Brkinih. Za Domačo češplo nimamo podatka o datumu obiranja.

#### 3.2 DOLOČANJE VSEBNOSTI SUHE SNOVI V MEZOKARPU

S pomočjo refraktometra izmerimo koncentracijo suhe snovi v vzorcu.

Meso sliv dobro zmeljemo. Kot slep vzorec uporabimo destilirano vodo. Zmleto meso sliv oz. sok nato kanemo na refraktometer in izmerimo koncentracijo suhe snovi v vzorcu kot % Brix-a.

#### 3.3 MERJENJE pH IN DOLOČANJE SKUPNIH KISLIN V MEZOKARPU

pH smo določili elektrokemijsko s pH metrom, nato pa z direktno titracijo z NaOH do pH 8,2 določili vsebnost skupnih kislin (Plestenjak in Golob, 1996).

50 g zmletega vzorca mezokarpa smo kvantitativno prenesli v 250 ml bučko, dopolnili do oznake z destilirano vodo, jo zaprli z zamaškom in pustili pri sobni temperaturi do naslednjega dne, da so se kisline ekstrahirale z vodo. Naslednji dan smo del vzorca prefiltrirali skozi filterni papir v erlenmajerico. Od tod smo z pipeto odpipetirali 10 ml vzorca v manjšo 100 ml čašo, ter dodali 30 ml destilirane vode. V tako pripravljeno

raztopino smo potopili magnetno mešalo, čašo postavili na polavtomatski titrator Metrohn<sup>®</sup>, potopili vanjo dozirno cevko in elektrodo ter s pomočjo pH-metra izmerili pH raztopine.

Elektrodo je bilo potrebno pred pričetkom titracije potrebno umeriti in jo prav tako kot čašo in mešalo po vsaki titraciji sprati z destilirano vodo.

Titrirali smo z NaOH do pH = 8,2 (pri tem pH ima fenolftalein preskok barve, ker pa ga nismo uporabli smo ta pH določili kot končno točko titracije).

Iz mase vzorca, razredčitve in porabe NaOH smo nato izračunali koncentracijo skupnih kislin po formuli 2:

...(2)

$$\frac{\text{g kisline}}{\text{kg vz.}} = \frac{c_{\text{NaOH}} \times a \times R \times M_{j,k.}}{m_{\text{vz. (kg)}} \times 2}$$

a = poraba NaOH

c<sub>NaOH</sub> = koncentracija NaOH

R = razredčitev vzorca

M<sub>j,k.</sub> = molska masa jabolčne kisline = 134,10 g/mol

V vzorcu je prisotnih več različnih kislin, ki jih s to metodo ne moremo ločeno ugotavljati, zato preračunamo rezultat v tisto kislino, katere je v vzorcu največ. V primeru jabolk, hrušk in koščičastega sadja je to jabolčna kislina.

### 3.4 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE V SEMENIH

Vsebnost vode smo določili s sušenjem homogenega zmletega vzorca pri temperaturi 105 °C do konstantne mase (Plestenjak in Golob, 1996).

V sušilniku predhodno posušene ter eksikatorju ohlajene tehtiče smo zatehtali po 1 gram zračno suhih in zmletih semen. Nato smo vzorce sušili pri 105 °C v sušilniku do konstantne mase. Po končanem sušenju smo tehtiče skupaj z vzorci ponovno ohladili v eksikatorju in ponovno stehali.

Vsebnost vode smo določili po formuli 3:

...(3)

$$\% \text{ SS} = \frac{b}{a} \times 100$$

B = 100 - % suhe snovi

a = masa vzorca pred sušenjem v g

b = masa vzorca po sušenju v g

B = % vode v zračno suhem vzorcu



### 3.5 DOLOČANJE SKUPNIH MAŠČOB V SEMENIH – METODA PO WEIBULLU IN STOLDTU

Metoda temelji na hidrolizi vzorca z raztopino HCl, kateri sledi filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Soxhletovem aparatu (Plestenjak in Golob, 1996).

1 g vzorca (oziroma kolikor ga je še ostalo) smo zatehtali v 250 ml čašo na 0,1 mg natančno. Z merilnim valjem smo v čašo natočili še 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane (36 ut. %) HCl.

Čaše smo pokrili z urnim steklom in na ploščnem gorilniku vzorce segrevali 45 min in ob konstantnem rahlem vrenju občasno premešali z stekleno palčko. Čaše smo imeli pokrite z urnim steklom.

Po končanem vrenju smo dvignil urno steklo in ga izpirali z vročo vodo skozi v lij ločnik nameščen filterni papir v 0,5 l erlenmajerico. Nato smo ob palčki prefiltrirali še vzorec. Sledilo je izpiranje čaše in na koncu še palčke z vročo vodo skozi filter papir do negativne reakcije na  $\text{Cl}^{-}$  ione (uporaba  $\text{AgNO}_3 \rightarrow$  pojav oborine). Nato je bilo potrebno papir prenesti na urna stekla in sušiti v sušilniku 2 do 3 h pri 105 °C.

Po sušenju smo papir hladili v eksikatorju, nato pa prenesli v ekstrakcijske tulce, v katere smo predhodno na dno zatlačili malo vate da bi si s tem olajšali kasnejše odstranjevanje papirja. Ker se je na urnih steklih nabralo nekaj maščobe je bilo potrebno le-te očistiti z vato, namočeno v petrol eter in tudi to prenesti v ekstrakcijski tulec.

Ekstrakcijske tulce smo nato vstavili v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata in na njegov spodnji del pritrdili bučke. Bučke smo predhodno sušili v peči, ohladili v eksikatorju ter jih tehtali na analitski tehtnici. V Soxhletov aparat smo nato vlili toliko topila (petroleter), da se je le-ta prekril vzorec. Tekom ekstrakcije so bile bučke namočene v vodni kopeli s temperaturo 95 °C približno 6 h. Po končani ekstrakciji smo topilo oddestilirali. Bučke z maščobo smo v sušilniku sušili pri 105 °C 1 h, nato hladili v eksikatorju in stehali.

% maščobe smo izračunali po formuli 4:

...(4)

$$\% \text{ maščobe} = \frac{b - c}{a} \times 100$$

a = masa vzorca v g

b = masa ekstrakcijske bučke z maščobo v g

c = masa ekstrakcijske bučke v g

### 3.6 SPEKTROFOTOMETRIČNA ANALIZA OLJ V UV SPEKTRU

Metoda temelji na merjenju absorbance ekstraktov površine sliv v heksanu v UV spektru med 200 in 300 nm.

Heksanske ekstrakte povrhnjice smo prinesli iz hladilnika ter jih pustili da so se segreli na sobno temperaturo. To je bilo potrebno iz dveh razlogov:

- Ker so bili nekateri voski kristalizirani (neraztopljeni) in bi dobil napačen rezultat zaradi netočne koncentracije, poleg tega pa bi se lahko svetloba na teh delcih odbijala kar bi lahko prav tako negativno vplivalo na rezultat,
- Ker bi zaradi zaradi hladnih vzorcev lahko prišlo do kondenza na zunanji strani kivet in bi tudi to vplivalo na rezultat testa.

Meritev absorbance smo izvedli tako, da smo odpipetirali del vzorca v kvarčno kiveto, jo z njim oplaknili, ponovno napolnili z istim vzorcem, obrisali, vstavil v UV spektrofotometer (Hewlett-Packard, model 8453, Waldbronn, Nemčija) in izmerili absorbanco pri valovni dolžini 200–300 nm. Kot slepi vzorec smo uporabili čisti heksan.

### 3.7 DOLOČANJE VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN KOT METILNIH ESTROV V POVRHNJICI IN SEMENIH

Maščobnokislinsko sestavo vzorcev semen smo določili s plinsko kromatografijo. Pred analizo na kromatografu je potrebno pripraviti metilne estre maščobnih kislin. Uporabili smo metodo, ki jo opisujeta Garces in Mancha (1993). Le-ta v enem koraku omogoča ekstrakcijo lipidov iz vzorca, transmetilacijo ter pripravo maščobnih kislin v obliki

metilnih estrov. Prednost analize metilnih estrov v primerjavi z odgovarjajočimi maščobnimi kislinami je v tem, da so metilni estri lažje hlapni, oz. imajo nižjo točko vrelišča, prav tako pa so manj polarni ter se manj adsorbirajo. Naštete lastnosti predstavljajo prednost pri kromatografski analizi, saj dajejo pravilnejše rezultate in omogočajo oblikovanje lepših vrhov na kromatogramu.

V večje vialo smo najprej zatehtali okoli 50 mg fino zmletega vzorca ter zatehtali 100 µl internega standarda (70 mg), dodali 3,2 ml mešanice metanola, benzena, 2,3 dimetoksi propana in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (razmerje 37:20:5:2) ter 1,8 ml heptana. Kot interni standard smo uporabili heptadekanojsko kislino (C17:0). Vialo smo neprodušno zaprli in 120 min segrevali na vodni kopeli pri temperaturi 80 °C. Po 2-3 minutah segrevanja smo vialo premešali, da so se vse komponente zmešale v eno fazo. Po končanem segrevanju smo zmes v vialah ohladili. Pri tem sta se tvorili dve plasti, od katerih je zgornja - heptanska plast vsebuje metilne estre maščobnih kislin. 1 ml raztopine metilnih estrov smo previdno odpipetirali v manjše vialo, jih zaprli, ustrezno označili in dali na avtomatski podajalnik na plinskem kromatografu.

Pogoji na plinskem kromatografu:

Plinski aparat: Agilent Technologies 6890N:

- kolona: supelco-sbp pufa; 30 m x 0,25 mm x 0,2 µm
- detektor: FID
- temperatura kolone: 210 °C
- temperatura detektorja: 260 °C
- temperatura injektorja: 250 °C (split 1:100)
- tlak na injektorju: 31,6 psi
- nosilni plin: He, pretok: pretok 1 ml/min
- pretok N<sub>2</sub>: 35 ml/min
- pretok H<sub>2</sub>: 40 ml/min
- pretok zraka: 450 ml/min
- volumen injiciranja: 1,0 µl
- program za obdelavo podatkov: GC Chem station

## 4 REZULTATI

### 4.1 DOLOČANJE VSEBNOSTI SUHE SNOVI V PLODU

Preglednica 15: Vsebnost suhe snovi (% Brix) v mezokarpu kultivarjev sliv

Kultivar	Datum obiranja	Brix (%)
Agen 707	01. 09. 2005	20,3
Bluefre	31. 08. 2005	14,6
Č-5	01. 09. 2005	20,6
Čačanska najbolja	06. 09. 2005	17,2
Grossa di felisio	31. 08. 2005	15,7
Jojo	06. 09. 2005	14,6
M-7	01. 09. 2005	22,3
P-1	31. 08. 2005	15,7
P-2	31. 08. 2005	15,6
R-8	01. 09. 2005	22,5
RB-11	01. 09. 2005	17,7
SA-10	01. 09. 2005	19,5
SG-9	01. 09. 2005	18,9
Stanley	31. 08. 2005	16,9
Stanley	06. 09. 2005	19,2
Valor	31. 08. 2005	22,5
Povprečna vrednost		18,36
Minimum		14,60
Maksimum		22,50
Standardna deviacija		2,77

Vrednost "brix (%)" predstavlja koncentracijo saharoze v vodni raztopini v utežnih odstotkih in je uporabljena za izražanje utežnih odstotkov saharoze v vodnih raztopinah. V sadju predstavlja vsebnost suhe snovi vse v vodi topne snovi, ki vplivajo na spremembo lomnega količnika svetlobe. V sadju imajo največji vpliv na suho snov sladkorji, ki jih je daleč največ v primerjavi z drugimi v vodi topnimi sestavinami. Relativno nizek delež pri suhi snovi predstavljajo še organske kisline, vitamini ter minerali. Količina suhe snovi je zaradi akumulacije sladkorjev med zorenjem sadja merilo za določanje stopnje zrelosti sadja.

V vzorcih sliv znaša povprečna vrednost vsebnosti suhe snovi 18,36 %. Najnižjo vrednost (14,6 %) smo namerili pri kultivarju Bluefre, najvišjo (22,5 %) pa pri kultivarju Valor. Pri kultivarju Stanley je, kot pričakovano, nižja vrednost zaradi zgodnejšega obiranja.

#### 4.2 MERJENJE pH IN DOLOČANJE SKUPNIH KISLIN

Preglednica 16: pH vrednost in vsebnost skupnih kislin (g jabolčne kisline/100 g) v mezokarpu kultivarjev sliv

Kultivar	Datum obiranja	pH	g kislin/100 g
Agen 707	01. 09. 2005	3,91	0,48
Bluefre	31. 08. 2005	3,37	0,97
Č-5	01. 09. 2005	4,43	0,47
Čačanska najbolja	06. 09. 2005	3,37	0,91
Grossa di felisio	31. 08. 2005	3,32	1,38
Jojo	06. 09. 2005	3,51	0,64
M-7	01. 09. 2005	4,56	0,54
P-1	31. 08. 2005	4,46	0,67
P-2	31. 08. 2005	4,53	0,59
R-8	01. 09. 2005	4,33	0,63
RB-11	01. 09. 2005	4,59	0,46
SA-10	01. 09. 2005	4,46	0,56
SG-9	01. 09. 2005	4,22	0,56
Stanley	31. 08. 2005	3,97	0,41
Stanley	06. 09. 2005	3,85	0,41
Valor	31. 08. 2005	3,4	1,59
Povprečna vrednost		4,02	0,70
Minimum		3,32	0,41
Maksimum		4,59	1,59
Standardna deviacija		0,49	0,34

Parametra vrednost pH in vsebnost skupnih kislin variirata glede na kultivar in stopnjo zrelosti. Sadje vsebuje največ skupnih kislin v nezrelem stadiju, med zorenjem se prične vsebnost skupnih kislin zmanjševati. Sprememba skupnih kislin vpliva tudi na pH, ki se med zorenjem povečuje. S senzoričnega stališča je posebej pomembno razmerje med sladkorji in kislinami, ki naj bi bilo v stadiju užitne zrelosti kar najbolj optimalno.

Meritve so pokazale, da je povprečna vrednost pH = 4,02, pri čemer ima najnižjo pH vrednost (3,32) kultivar Grossa di felisio, najvišjo (4,59) pa RB-11. Iz podatkov v spodnji preglednici lahko sklepamo, da je vrednost pH vsaj delno odvisna od datuma obiranja, saj je bila Grossa di felisio obrana med prvimi, RB-11 pa nekje v sredini.

Eksperimentalno smo ugotovili, da znaša povprečna vsebnost skupnih kislin 0,70 g/100 g. Rezultat je presenetljiv, saj kaže, da je vsebnost skupnih kislin kultivarja Stanley (0,41 g/100 g) neodvisna od datuma obiranja, hkrati pa je tudi najnižja vrednost. Najvišjo vsebnost skupnih kislin smo določili pri kultivarju Valor (1,59 g/100 g).

#### 4.3 DOLOČANJE VSEBNOSTI VODE V ZRAČNO SUHIH SEMENIH

Preglednica 17: Vsebnost vode (%) v zračno suhih semenih kultivarjev sliv

<b>Kultivar</b>	<b>Datum obiranja</b>	<b>Vsebnost vode v semenih (%)</b>
Agen 707	01. 09.2005	5,31
Bluefre	31. 08.2005	4,84
Č-5	01. 09.2005	4,57
Čačanska najbolja	06. 09.2005	5,69
Grossa di felisio	31. 08.2005	6,27
Jojo	06. 09.2005	4,77
M-7	01. 09.2005	5,18
P-1	31. 08.2005	4,48
P-2	31. 08.2005	5,02
R-8	01. 09.2005	3,95
RB-11	01. 09.2005	5,02
SA-10	01. 09.2005	3,95
SG-9	01. 09.2005	4,27
Stanley	31. 08.2005	5,20
Stanley	06. 09.2005	4,69
Valor	31. 08.2005	6,27
Domača brkinska		5,53
Povprečna vrednost		5,00
Minimum		3,95
Maksimum		6,27
Standardna deviacija		0,69

Vsebnost vode različnih kultivarjev sliv smo določili takoj na začetku, tudi z namenom nadaljnje interpretacije rezultatov pri določanju skupnih maščob v brezvodnem vzorcu.

Eksperimentalno smo ugotovili, da so semena kultivarjev sliv vsebovala v povprečju 5,00 % vode v zračno suhih vzorcih. Najmanj vode so vsebovala semena kultivarja R-8 (3,95 %), največ pa kultivarjev Grossa di felisio in Valor (6,27 %).

#### 4.4 DOLOČANJE SKUPNIH MAŠČOB V SEMENIH - METODA PO WEIBULLU IN STOLDTU

Vsebnost maščobe v semenih različnih kultivarjev sliv smo določali po metodi, ki sta jo opisali Plestenjak in Golob (1996). Kot ekstrakcijsko topilo smo uporabili petrol eter.

Preglednica 18: Vsebnost skupnih maščob (% v brezvodni sušini) v semenih kultivarjev sliv

<b>Kultivar</b>	<b>Datum obiranja</b>	<b>Vsebnost maščobe v brezvodni sušini (%)</b>
Agen 707	01. 09.2005	42,97
Bluefre	31. 08.2005	62,81
Č-5	01. 09.2005	52,26
Čačanska najbolja	06. 09.2005	43,31
Grossa di felisio	31. 08.2005	36,17
Jojo	06. 09.2005	45,71
M-7	01. 09.2005	48,17
P-1	31. 08.2005	43,90
P-2	31. 08.2005	43,89
R-8	01. 09.2005	47,65
RB-11	01. 09.2005	47,14
SA-10	01. 09.2005	47,17
SG-9	01. 09.2005	47,09
Stanley	31. 08.2005	46,11
Stanley	06. 09.2005	46,88
Valor	31. 08.2005	37,50
Domača brkinska		47,10
Povprečna vrednost		46,23
Minimum		36,17
Maksimum		62,81
Standardna deviacija		5,75

Rezultati analiz so pokazali povprečno vrednost 46,23 % maščob v zračno suhem vzorcu in dokaj širok razpon vsebnosti skupnih maščob. Najnižjo vsebnost maščob (36,17 %) so vsebovala semena kultivarja Grossa di felisio, najvišjo (62,81 %) pa semena kultivarja Bluefre.

#### 4.5 SPEKTROFOTOMETRIČNA ANALIZA OLJ V UV SPEKTRU



Preglednica 19: Vrednosti valovnih dolžin kjer se pojavi absorpcijski maksimum in ustrezne vrednosti za absorpcijo pri ekstraktu povrhnjice sliv

Kultivar	Datum obiranja	valovna dolžina (nm)	Absorpcijski maksimum	Standardna deviacija
Agen 707	01. 09. 2005	204	1,83	$6,28 \cdot 10^{-3}$
		262	0,19	$4,27 \cdot 10^{-5}$
Bluefre	31.08. 2005	204	1,80	$6,18 \cdot 10^{-3}$
		258	0,26	$4,47 \cdot 10^{-5}$
Č-5	01.09. 2005	200	1,13	$3,19 \cdot 10^{-3}$
		262	0,18	$4,39 \cdot 10^{-5}$
Čačanska najbolja	06.09. 2005	205	0,31	$2,02 \cdot 10^{-4}$
		260	0,18	$5,05 \cdot 10^{-5}$
Grossa di felisio	31.08. 2005	207	2,16	$8,98 \cdot 10^{-3}$
		259	0,32	$6,92 \cdot 10^{-5}$
Jojo	06.09. 2005	204	1,72	$3,52 \cdot 10^{-3}$
		262	0,20	$5,17 \cdot 10^{-5}$
M-7	01.09. 2005	203	1,74	$4,49 \cdot 10^{-3}$
		263	0,34	$6,24 \cdot 10^{-5}$
P-1	31.08. 2005	204	1,73	$2,01 \cdot 10^{-3}$
		262	0,13	$3,06 \cdot 10^{-5}$
P-2	31.08. 2005	205	2,01	$6,17 \cdot 10^{-3}$
		259	0,21	$4,90 \cdot 10^{-5}$
R-8	01.09. 2005	204	1,83	$4,07 \cdot 10^{-3}$
		263	0,20	$5,31 \cdot 10^{-5}$
RB-11	01.09. 2005	205	2,09	$7,68 \cdot 10^{-3}$
		263	0,54	$5,31 \cdot 10^{-5}$
SA-10	01.09. 2005	203	1,65	$4,85 \cdot 10^{-3}$
		205	2,01	$6,08 \cdot 10^{-3}$
SG-9	01.09. 2005	263	0,29	$3,33 \cdot 10^{-5}$
		207	2,16	$3,40 \cdot 10^{-3}$
Stanley	31.08. 2005	261	0,35	$3,40 \cdot 10^{-5}$
		201	0,83	$1,48 \cdot 10^{-3}$
Stanley	06.09. 2005	262	0,17	$3,24 \cdot 10^{-5}$
		201	0,96	$5,31 \cdot 10^{-3}$
Valor	31.08. 2005	260	0,14	$3,96 \cdot 10^{-5}$
		201 - 207	1,62	
Povprečne vrednosti		258 - 263	0,25	
		201 - 207	0,31	
Minimum		258 - 263	0,13	
		201 - 207	2,16	
Maksimum		258 - 263	0,54	

Na površini sadja se pogosto nahaja zaščitni sloj, tako imenovani poprh, ki ščiti sadje pred zunanjimi faktorji (svetlobo, insekti). Zaščitni sloj ima lahko tudi vlogo pri preprečevanju nekaterih fizioloških bolezni (porjavenje kože). Poprh največkrat sestavljajo voski, ki so estri višjih alkoholov in višjih maščobnih kislin. S pomočjo ekstrakcije z organskim topilom (heksan) ta sloj odstranimo in ga ovrednotimo z namenom, kako dobro je sadje zaščiteno na primer proti pojavu fizioloških bolezni. Pri jabolkih je možno z določanjem absorbance v UV območju napovedati pojav fiziološke bolezni porjavenja kože jabolk. V ekstraktih povrhnjice sliv v heksanu smo zabeležili dva vrhova in sicer v območju od 201 do 207 nm ter vrh v območju od 258 do 263 nm. Povprečne absorbance vseh kultivarjev je pri valovnih dolžinah od 201 do 207 nm znašalo 1,62, pri valovnih dolžinah od 258 do 263 pa 0,25. Pri valovnih dolžinah od 258 do 263 nm je bil razpon absorbance od 0,13 do 0,54 pri valovnih dolžinah od 201 do 207 pa od 0,83 do 2,16, pri čemer je bil izjema vzorec kultivarja Čačanska najbolja, ki je izstopal z najnižjo vrednostjo 0,31.

## 4.6 DOLOČANJE VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN KOT METILNIH ESTROV V SEMENIH

### 4.6.1 Povrhnjica

Preglednica 20: Maščobnokislinska sestava (% od skupnih maščobnih kislin) ekstrakta povrhnjice kultivarjev sliv

		Maščobnokislinska sestava (g/100 g maščobnih kislin)					
Kultivar	Datum obiranja	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0
Agen 707	01. 09. 2005	44,22	16,39	15,42	18,81	0,00	5,17
Blue free	31. 08. 2005	40,19	25,20	14,47	10,06	0,00	10,09
Čačanska najbolja	06. 09. 2005	72,54	16,82	5,32	0,00	0,00	5,32
Č-5	01. 09. 2005	62,47	25,25	0,00	0,00	0,00	12,28
Grossa di felisio	31. 08. 2005	28,62	18,21	24,47	16,25	4,21	8,25
Jojo	06. 09. 2005	40,03	25,38	13,59	11,79	0,00	9,21
M-7	01. 09. 2005	44,23	25,38	13,01	8,45	0,00	8,93
P-1	31. 08. 2005	39,48	24,86	14,85	11,87	0,00	8,95
P-2	31. 08. 2005	33,35	23,57	18,67	13,01	3,81	7,59
RB-11	01. 09. 2005	39,55	27,33	11,16	12,02	0,00	9,94
R-8	01. 09. 2005	38,41	27,08	16,68	9,58	0,00	8,26
SA-10	01. 09. 2005	36,29	25,39	19,92	9,75	0,00	8,65
SG-9	01. 09. 2005	35,81	25,84	18,36	10,88	0,00	9,11
Stanley	31. 08. 2005	31,64	20,04	17,41	24,31	0,00	6,58
Stanley	06. 09. 2005	22,31	45,26	17,62	0,00	0,00	14,81
Valor	31. 08. 2005	28,25	52,05	4,74	0,00	0,00	14,95
Povprečna vrednost		39,84	26,50	14,11	9,80	0,50	9,26
Minimum		22,31	16,39	0,00	0,00	0,00	5,17
Maksimum		72,54	52,05	24,47	24,31	4,21	14,95
Standardna deviacija		12,46	9,42	6,25	7,04	1,37	2,81

V poprhu na kožici sliv se nahajajo voski, ki so estri višjih alkoholov in višjih maščobnih kislin. V naši raziskavi smo v heksanu raztopljene voske zaestrili z metanolom in dobili metilne estre višjih maščobnih kislin ter izračunali deleže posameznih maščobnih kislin.

Meritve so pokazale, da kultivarji v povprečju vsebujejo največ palmitinske kisline, povprečno 39,84 %. Sledijo ji stearinska (26,50 %), oleinska (14,11 %), linolna (9,80 %), arahidinska (9,26 %) in  $\alpha$ -linolenska kislina (0,50 %).

Najvišjo vsebnost je dosegla palmitinska kislina (72,54 %) pri kultivarju Čačanska najbolja, najnižjo pa oleinska, linolna in  $\alpha$ -linolenska kislina (0,00 %) pri več različnih kultivarjih.

#### 4.6.2 Semena

Preglednica 21: Maščobnokislinska sestava (% od skupnih maščobnih kislin) ekstrakta semen kultivarjev sliv

Kultivar	Datum obiranja	Maščobnokislinska sestava (g/100 g maščobnih kislin)				
		C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0
Agen 707	01. 09. 2005	5,32	1,53	61,11	24,15	7,89
Bluefre	31. 08. 2005	5,80	1,19	60,16	23,41	9,44
Č-5	01. 09. 2005	6,39	1,79	68,17	15,58	8,07
Grossa di felisio	31. 08. 2005	5,35	2,34	56,25	25,41	10,64
M-7	01. 09. 2005	5,88	1,64	67,02	16,66	8,80
P-1	31. 08. 2005	5,62	1,76	67,49	14,63	10,51
P-2	31. 08. 2005	5,43	1,64	68,93	15,32	8,67
R-8	01. 09. 2005	5,69	1,32	67,39	18,14	7,46
RB-11	01. 09. 2005	5,81	1,67	65,23	19,14	8,16
SA-10	01. 09. 2005	5,57	2,10	71,01	13,40	7,91
SG-9	01. 09. 2005	4,89	1,79	68,94	16,13	8,25
Stanley	06. 09. 2005	5,89	1,64	60,33	23,17	8,97
Valor	31. 08. 2005	5,87	2,08	48,37	31,03	12,66
Domača brkinska		6,05	1,82	70,42	13,46	8,26
Povprečna vrednost		5,68	1,74	64,34	19,26	8,98
Minimum		4,89	1,19	48,37	13,40	7,46
Maksimum		6,39	2,34	71,01	31,03	12,66
Standardna deviacija		0,37	0,30	6,39	5,33	5,33

Semena preučevanih kultivarjev sliv vsebujejo povprečno 46,23 % skupne maščobe v brezvodnem vzorcu.

Raziskava je pokazala, da semena izbranih kultivarjev vsebujejo v povprečju največ oleinske kisline (64,34 %) in občutno manjše deleže linolne (19,26 %), arahidinske (8,98 %), palmitinske (5,68 %) in stearinske kisline (1,74 %).

Najvišji odstotek maščobne kisline - to je oleinske, smo izmerili pri kultivarju SA-10 in znaša 71,01 %, najnižji odstotek stearinske kisline pa smo izmerili pri kultivarju Bluefre in znaša 1,19 %.

## **5 RAZPRAVA IN SKLEPI**

### **5.1 RAZPRAVA**

#### **5.1.1 Delež suhe snovi v mezokarpu**

V sadju predstavlja vsebnost suhe snovi vse v vodi topne snovi, ki vplivajo na spremembo lomnega količnika svetlobe, pri čemer imajo največji vpliv sladkorji, ki jih je daleč največ v primerjavi z drugimi v vodi topnimi sestavinami. Količina suhe snovi je zaradi akumulacije sladkorjev med zorenjem sadja merilo za določanje stopnje zrelosti sadja.

V naših vzorcih sliv znaša povprečna vrednost vsebnosti suhe snovi 18,36 %. Najnižjo vrednost (14,6 %) smo namerili pri kultivarju Bluefre, najvišjo (22,5 %) pa pri kultivarju Valor. Pri kultivarju Stanley je, kot pričakovano, nižja vrednost pri zgodnejšem obiranju.

Za primerjavo lahko navedemo podatka Sancina in Adamiča (1988), oziroma Usenikove in sod. (2007), kjer se količina suhe snovi giblje med 13 in 26 %, oziroma 16,2 in 19,8 %. Smiselno je poudariti, da je v raziskavi Usenikove in sod. (2007) uporabljenih večina kultivarjev, ki so enaki, kot v našem primeru (P-1, P-2, Č-5, SG-9,...) in prav tako prihajajo iz istega sadjarskega centra - Bilje. Povprečna vrednost vsebnosti suhe snovi v vzorcih Usenikove in sod. (2007) znaša 17,99 %, kar je primerljivo z našimi meritvami. Vsebnost suhe snovi je poleg stopnje zrelosti odvisna tudi od pedoklimatskih pogojev in variira glede na količino padavin ter ostale klimatske pogoje.

#### **5.1.2 pH in skupne kisline**

S senzoričnega stališča je posebej pomembno razmerje med sladkorji in kislinami, ki naj bi bilo v stadiju užitne zrelosti kar najbolj optimalno.

Meritve so pokazale, da je povprečna vrednost  $\text{pH} = 4,02$ , pri čemer ima najnižjo pH vrednost (3,32) kultivar Grossa di felisio, najvišjo (4,59) pa RB-11. pH vrednost je odvisna od datuma obiranja, saj je bila Grossa di felisio obrana med prvimi, RB-11 pa nekje v sredini obiralnega okna.

Eksperimentalno smo ugotovili, da znaša povprečna vsebnost skupnih kislin 0,70 g/100 g. Rezultat kažejo na velika odstopanja med kultivarji, saj je znašala vsebnost skupnih kislin kultivarja Stanley (0,41 g/100 g) najvišjo vsebnost skupnih kislin smo določili pri kultivarju Valor (1,59 g/100 g). Tako pH vrednost kot vsebnost skupnih kislin sta predvsem genetsko pogojena, klimatski pogoji pa se dodatno prispevajo k variabilnosti rezultatov.

Za primerjavo nam lahko služi podatek Sancina in Adamiča (1988), kjer se vsebnost (skupnih) kislin giblje med 0,3 in 2 %, med tem ko podatki Usenikove in sod. (2007) predstavljajo vsebnosti posameznih kislin.

### **5.1.3 Vsebnost vode v semenih**

Eksperimentalno smo ugotovili, da so semena kultivarjev sliv vsebovala v povprečju 5,00 % vode v zračno suhih vzorcih. Najmanj vode so vsebovala semena kultivarja R-8 (3,95 %), največ pa kultivarjev Grossa di felisio in Valor (6,27 %).

Kamel in Kakuda (1992) v raziskavi sicer navajata v povprečju 58, 1 % vlage v sveže izkoščičenih vzorcih, a podatek ni primerljiv, saj gre v našem primeru za zračno suha semena.

### **5.1.4 Delež skupnih maščob v semenih**

Rezultati analiz so pokazali povprečno vrednost 46,23 % maščob v brezvodnih semenih v dokaj širokem razponu vsebnosti skupnih maščob. Najnižjo vsebnost maščob (36,17 %) so vsebovala semena kultivarja Grossa di felisio, najvišjo (62,81 %) pa semena kultivarja Bluefre.

Naše rezultate lahko primerjamo z rezultati raziskav avtorjev Deineke in sod. (2002), Zlatanova in Janakieve (1998), Kamela in Kakude (1992 in 2008) ter Abd El Aal in sod. (1987). Najbližja povprečni vrednosti naših raziskav je navedba raziskave Kamela in Kakude (1992), ki znaša 45,9 %.

Predvidevamo lahko, da podatki v literaturi variirajo glede na imena in število kultivarjev, zajetih v raziskavi, kar pa razen z izjemo Kamela in Kakude (1992) ni podano.

### 5.1.5 Spektrofotometrično ugotavljanje sestave ekstrakta povrhnjice

Na površini sadja se pogosto nahaja zaščitni sloj, tako imenovani poprh, ki ščiti sadje pred zunanjimi faktorji (svetlobo, insekti). Zaščitni sloj ima lahko tudi vlogo pri preprečevanju nekaterih fizioloških bolezni (porjavenje kože). Poprh največkrat sestavljajo voski, ki so estri višjih alkoholov in višjih maščobnih kislin. S pomočjo ekstrakcije z organskim topilom (heksan) ta sloj odstranimo in ga ovrednotimo z namenom, kako dobro je sadje zaščiteno npr. proti pojavu fizioloških bolezni. Pri jabolkih je možno z določanjem absorbance v UV območju napovedati pojav fiziološke bolezni porjavenja kože jabolk (Kadunc, 2005).

V ekstraktih povrhnjice sliv v heksanu smo zabeležili dva vrhova in sicer v območju od 201 do 207 nm (konjugirani dieni) ter vrh v območju od 258 do 263 nm (konjugirani trieni). Povprečje absorbanc vseh kultivarjev je pri valovnih dolžinah od 201 do 207 nm znašalo 1,62, pri valovnih dolžinah od 258 do 263 pa 0,25. Pri valovnih dolžinah od 258 do 263 nm je bil razpon absorbance od 0,13 do 0,54 pri valovnih dolžinah od 201 do 207 pa od 0,83 do 2,16, pri čemer je bil izjema vzorec kultivarja Čačanska najbolja, ki je izstopal z najnižjo vrednostjo 0,31.

V literaturi ni razpoložljivih podatkov, zato naših rezultatov ne moremo primerjati s podatki iz literature.

### 5.1.6 Maščobnokislinska sestava povrhnjice in semen

V poprhu na kožici sliv se nahajajo voski, ki so estri višjih alkoholov in višjih maščobnih kislin. V naši raziskavi smo v heksanu raztopljene voske zaestrili z metanolom in dobili metilne estre višjih maščobnih kislin ter izračunali deleže posameznih maščobnih kislin.

Meritve so pokazale, da kultivarji v povprečju vsebujejo največ palmitinske kisline, (39,84 %), sledijo ji stearinska (26,50 %), oleinska (14,11 %), linolna (9,80 %), arahidinska (9,26 %) in  $\alpha$ -linolenska kislina (0,50 %).

Najvišjo koncentracijo je dosegla palmitinska kislina (72,54 %) pri kultivarju Čačanska najbolja, najnižjo pa oleinska, linolna in  $\alpha$ -linolenska kislina (0,00 %) pri več različnih kultivarjih.

Maščobnokislinsko sestavo povrhnjice ni moč komentirati, saj ni na razpolago nobenih primerljivih virov.

Z uporabo plinskega kromatografa smo ugotovili, da semena izbranih kultivarjev vsebujejo v povprečju največ oleinske kisline (64,34 %) in občutno manjše deleže linolne (19,26 %), arahidinske (8,98 %), palmitinske (5,68 %) in stearinske kisline (1,74 %).

Najvišji delež maščobne kisline - to je oleinske, smo izmerili pri kultivarju SA-10 in znaša 71,01 %, najnižji odstotek stearinske kisline pa smo izmerili pri kultivarju Bluefre in znaša 1,19 %.

V nasprotju s povrhnjico, pa je bilo v preteklih letih opravljenih nekaj analiz maščobnokislinske sestave slivovih semen (Preglednica 13). Citirani avtorji so, tako kot mi prišli do podobnih rezultatov, s tem, da so nekateri avtorji dokazali še nekatere druge višje maščobne kisline. Tako npr. Abd El Aal in sod. (1987) navajajo tudi vsebnost lavrinske kisline (C12:0), ki znaša 0,5 %. Vsi citirani avtorji prav tako navajajo, da je daleč najvišja izmed vseh vsebnost oleinske kisline (C18:1), katere vrednost po navedbi Zlatanova in Janakieve (1998) znaša 70,5 %, kar je skoraj dvakrat več kot v našem primeru. Vsebnost ostalih maščobnih kislin je primerljiva z našimi rezultati.

## 5.2 SKLEPI

- Določili smo vsebnost prehransko pomembnih maščobnih kislin v povrhnjici in semenih različnih kultivarjev sliv, predvsem z namenom ugotavljanja smiselnosti izrabe semen v prehranske in druge namene.
- Semena izbranih kultivarjev vsebujejo v povprečju 5,00 % vode in 46,23 % maščob v suhi snovi.
- Potrdili smo hipotezo, da je razmerje med višjimi maščobnimi kislinami pogojeno z kultivarjem. Tako npr. vsebnost oleinske kisline (C18:1) v ekstraktu semen znaša od 48,37 % (Valor) do 71,01 % (SA-10), v ekstraktu povrhnjice pa od 0,00 % (Č-5) do 24,47 % (Grossa di felisio).
- Deloma smo potrdili tezo o semenih sliv kot viru prehransko pomembnih esencialnih maščobnih kislin. Linolna kislina (C18:2n-6) je esencialna n-6 MK. V ekstraktu semen znaša njena koncentracija v povprečju 19,26 %.



## 6 POVZETEK

Čeprav je vsebnost maščob aktualna tema današnjega časa, pa se javnost vedno bolj nagiba k razmišljanju, da maščobe niso nujno nekaj slabega, škodljivega. Vedno več ljudi se namreč zaveda dejstva, ki se je v prehranski stroki uveljavilo že pred časom – to je, da nekatere maščobe z ustrezno maščobnokislinsko sestavo blagodejno vplivajo na organizem. Pri tem je v prvi vrsti mišljena njihova vsebnost esencialnih maščobnih kislin, ki so nujno potrebne za pravilno rast in razvoj. Nenasičene maščobne kisline, zaužite v pravilnem razmerju delujejo preventivno v smislu preprečevanja t.i. "civilizacijskih bolezni sodobnega časa". Prehranski strokovnjaki ugotavljajo, da na nivo plazemskega holesterola pri zdravih ljudeh ne vpliva zgolj vsebnost le-tega v hrani, marveč v večji meri k temu doprinesejo oksidi holesterola ter dolgoverižne NMK. V tem smislu imajo antiaterogen vpliv n-3 MK, ki pa jih je v sodobni prehrani ponavadi premalo. Pomembno je tudi razmerje med n-6 in n-3 MK. Pomembno vlogo imajo tudi v maščobah topni vitamini A, D, E in K.

Olje slivovih semen je dober vir oleinske (C18:1 n-9) in linolne kisline (C18:2 n-6), za ustreznost prehranskim priporočilom po Chapkinu (2008) pa mu primanjkuje  $\alpha$ -linolenske (C18:3 n-3) ali drugih n-3 maščobnih kislin. Po kemijski sestavi je podobno mandljevem olju in se dejansko v prehrani uporablja kot njegov nadomestek.

Po mnenju Zlatanova in Janakieve (1998) je olje slivovih semen tudi potencialni vir fosfolipidov (fosfatidilholin). Poleg tega Kamel in Kakuda (1992) ter Abd El Aal in sod. (1987) ugotavljajo da slivova semena predstavljajo dober vir aminokislin. Od esencialnih so najbolj zastopane arginin, leucin ter fenilalanin, od neesencialnih pa glutaminska in asparaginska kislina, glicin ter alanin.

Dejstvo je, da se olje slivovih semen danes že uporablja tako v kozmetične, kot tudi prehranske namene. Pri slednjem je potrebno upoštevati vsebnost amigdalina - toksične substance, katere letalna doza je 2–4 mg/kg TM (Kamel in Kakuda, 1992). Za uporabo v prehranske namene je torej potrebna predhodna detoksikacija.

Glede vsebnosti maščobnih kislin v povrhnjici bodo potrebne še nadaljnje raziskave. Vsekakor se jih ne da uporabljati kot stranski produkt pri predelavi, jas bi njihova ekstrakcija z heksanom negativno vplivala na prehransko vrednost in plod nebi bil več primeren za uživanje.

V naši raziskavi smo se dotaknili tudi funkcionalnih živil in poskušali prikazati pozitivne učinke uživanja sliv na zdravje. Predvsem smo izpostavili vsebnost fenolnih komponent, prehranske vlaknine, vitaminov in mineralov kot inspiracijo za nadaljnje raziskave in morda tudi opredelitev sliv kot funkcionalno živilo.

## **7 ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorju doc. dr. Rajku Vidrih za nešteto ur dela, potrpežljivosti in razumevanja ter recenzentki doc. dr. Heleni Abramovič za strokovni pregled in komentarje.

Zahvaljujem se Ivici Hočevar, Barbari Slemenik in Lini Burkan za vso pomoč pri urejanju, iskanju literature, urejanju virov,...

Prof. dr. Petru Rasporju ter ostalim članom komisije hvala za razumevanje in potrpežljivost pri opravljanju izpita iz predmeta Biotehnologija.

Hvala ekipi Katedre za tehnologijo rastlinskih živil za pomoč in vzpodbude pri delu.

Hvala vsem sošolcem in sošolkam s katerimi sem preživel nekaj let študija - še posebej gre zahvala sošolki Ani za odlične zapiske.

Velika zahvala gre staršem za razumevanje, spodbudo in moralno podporo v težkih trenutkih. Hvala, ker niste obupali nad mano.

V kolikor se še kdo od prijateljev, znancev ali sorodnikov čuti prikrajšanega, naj gre zahvala tudi njemu oz. njej.

Hvala!

## 8 VIRI

Abd El Aal M. H., Gomaa E. G., Karara H. A. 1987. Bitter almond, plum and mango kernels as sources of lipids. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 89, 8: 304–306

Adamič F. 1990. Sadje in sadjarstvo v Sloveniji. Ljubljana, Kmečki glas: 272 str.

Andrés-Lacueva C., Medina-Rejon A., Llorach R., Urpi-Sarda M., Khan N., Chiva-Blanch G., Zamora-Ros R., Rotches-Ribalta M., Lamuela-Raventós R. M. 2010. Phenolic compounds: Chemistry and occurrence in fruits and vegetables. V: *Fruit and vegetable phytochemicals: Chemistry, nutritional value and stability*. de la Rosa L. A., Alvarez-Parrilla E., Gonzalez-Aguilar G. A. (eds.). Ames, Blackwell Publishing: 53–87

Babnik M. 1994. Sadno drevje. 3. dop. izd. Ljubljana, Kmečki glas: 125 str.

Ball G. F. M. 2004. *Vitamins: Their role in the human body*. Oxford, Wiley-Blackwell: 432 str.

Baxter S. D. 2008. Nutrition for healthy children and adolescents aged 2 to 18 years. V: *Handbook of nutrition and food*. 2<sup>nd</sup> ed. Berdanier C. D., Dwyer J., Feldman E. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 285–344

Belitz H.-D., Grosch W., Schieberle P. 2009. *Food chemistry*. 4<sup>th</sup> rev. and extended ed. Berlin, Springer: 1070 str.

Bender D. A. 2003. *Nutritional biochemistry of the vitamins*. 2<sup>nd</sup> ed. Cambridge, Cambridge University Press: 488 str.

Biosynth. 2006. Phospholipids. Staad, Biosynth: 5 str.

[http://www.biosynth.com/index.asp?topic\\_id=222&g=19&m=273](http://www.biosynth.com/index.asp?topic_id=222&g=19&m=273) (21. avgust 2010).

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

Bruckner G. 2008. Fatty acids and cardiovascular disease. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1061–1083

Chapkin R. S. 2008. Reappraisal of the essential fatty acids. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 675–691

Chow C. K. 2008. Preface. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: ix–ix

Cinquanta L., Di Matteo M., Esti M. 2002. Physical pre-treatment of plums (*Prunus domestica*). Part 2. Effect on the quality characteristics of different prune cultivars. Food Chemistry, 79, 2: 233–238

Cotter R., Moreines J., Ellenbogen L. 2008. Potential benefits for the use of vitamin and mineral supplements. V: Handbook of nutrition and food. 2<sup>nd</sup> ed. Berdanier C. D., Dwyer J., Feldman E. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 193–219

Črnko J., Lekšan M., Smole J., Oblak M., Peric V., Solar A., Modic D., Vesel V., Adamič F. 1990. Naš sadni izbor: najustreznejše sorte za vaš sadovnjak. Ljubljana, Kmečki glas: 244 str.

de Man J. M. 2008. Chemical and physical properties of fatty acids. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 17–45

de Roos N. M. 2004. Potential and limits of functional foods in preventing cardiovascular disease. V: Functional foods, cardiovascular disease and diabetes. Arnoldi A. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1–9

Deineka V. I., Gabruk N. G., Deineka L. A., Manokhina L. A. 2002. Triglyceride Composition of oil from stones of nine *Rosaceae* plants. *Chemistry of natural compounds*, 38, 5: 410-412

Depeint F., Bruce W. R., Shangari N., Mehta R., O'Brien P. J. 2006. Mitochondrial function and toxicity: Role of the B vitamin family on mitochondrial energy metabolism. *Chemico-Biological Interactions*, 163, 1–2: 94–112

Erickson M. C. 2008. Lipid oxidation of muscle foods. V: *Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology*. 3<sup>rd</sup> ed. Akoh C. C., Min D. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 321–364

Erlund I. 2004. Review of the flavonoids quercetin, hesperetin, and naringenin: Dietary sources, bioactivities, bioavailability and epidemiology. *Nutrition Research*, 24, 10: 851–874

Ferguson L. R., Harris P. J. 1996. Studies on the role of specific dietary fibres in protection against colorectal cancer. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 350, 1: 173–184

Gamble Y., Bunyapen C., Bhatia J. 2008. Feeding the term infant. V: *Handbook of nutrition and food*. 2<sup>nd</sup> ed. Berdanier C. D., Dwyer J., Feldman E. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 271–284

García-Alonso M., de Pascual-Teresa S., Santos-Buelga C., Rivas-Gonzalo J. C. 2004. Evaluation of the antioxidant properties of fruits. *Food Chemistry*, 84, 1: 13–18

Garces R., Mancha M. 1993. One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Analytical Biochemistry*, 211, 1: 139–143

Godec B., Hudina M., Usenik V., Solar A., Vesel V., Ambrožič Turk B., Koron D. 2010. Posebno preizkušanje in vzgoja novih sort sadnih rastlin v letu 2009. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 68 str.

Godec B., Hudina M., Usenik V., Fajt N., Koron D., Solar A., Ambrožič Turk B., Vesel V., Vrhovnik I. 2007. Sadni izbor za Slovenijo 2006. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 72 str.

Godec B., Hudina M., Koron D., Mikulič Petkovšek M., Solar A., Usenik V., Vesel V. 2003. Introdukcija in selekcija sadnih rastlin v letu 2002. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije: 110 str.

Gregorič N. 2009. Spektrofotometrično določanje barve rdečih primorskih vin. Diplomsko delo. Nova gorica, Univ. v Novi gorici, Visoka šola za Vinogradništvo in vinarstvo: 62 str.

Gurr M. I., Harwood J. L. 1991. Lipid biochemistry: an introduction. 4<sup>th</sup> ed. London, Chapman & Hall: 406 str.

Gurr M. I., Harwood J. L., Frayn K. N. 2002. Lipid biochemistry: an introduction. 5<sup>th</sup> ed. Oxford, Blackwell Science: 320 str.

Gunstone F. D. 2002. Production and trade of vegetable oils. V: Vegetable oils in food technology: Composition, properties and uses. Gunstone F. D. (ed.). Oxford, Blackwell Publishing: 1–17

Hribar J., Vidrih R. 2001. Sadje, zelenjava - funkcionalna živila? V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 231–235

Jamnik S. 1992. Olja in masti rastlinskega porekla. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 57–69

Jazbec M., Vrabl S., Juvanc J., Babnik M., Koron D. 1995. Sadni vrt. Ljubljana, Kmečki glas: 375 str.

Jiang W. G., Bryce R. P., Horrobin D. F. 1998. Essential fatty acids: Molecular and cellular basis of their anti-cancer action and clinical implications. *Critical Reviews in Oncology/Hematology*, 27, 3: 179–209

Kahlon T.S., Smith G.E. 2007. *In vitro* binding of bile acids by blueberries (*Vaccinium* spp.), plums (*Prunus* spp.), prunes (*Prunus* spp.), strawberries (*Fragaria X ananassa*), cherries (*Malpighia puniceifolia*), cranberries (*Vaccinium macrocarpon*) and apples (*Malus sylvestris*). *Food Chemistry*, 100, 3:1182–1187

Kamel B. S., Kakuda Y. 1992. Characterization of the seed oil and meal from apricot, cherry, nectarine, peach and plum. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69, 5: 492–494

Kamel B. S., Kakuda Y. 2008. Fatty acids in fruits and fruit products. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 263–301

Kim D.-O., Jeong S. W., Lee C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chemistry*, 81, 3: 321–326

Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11–16

Koren A. 1992. Fiziologija lipidov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana, 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 28–34



Kritchevsky D. 2008. Fats and oils in human health. V: Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology. 3<sup>rd</sup> ed. Akoh C. C., Min D. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 499–511

Kyle J. A. M., Duthie G. G. 2006. Flavonoids in foods. V: Flavonoids: Chemistry, biochemistry and applications. Andersen Ø. M., Markham K. R. (eds.). CRC Press, Boca Raton: 219–262

Lapointe A., Couillard C., Lemieux S. 2006. Effects of dietary factors on oxidation of low-density lipoprotein particles. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 17, 10: 645–658

Lee Y., Lee H.-J., Lee H.-S., Jang Y.-A., Kim C.-I. 2008. Analytical dietary fiber database for the National Health and Nutrition Survey in Korea. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21, Suppl. 1: S35–S42

Lobb K., Chow C. K. 2008. Fatty acid classification and nomenclature. V: Fatty acids in foods and their health implications. 3<sup>rd</sup> ed. Chow C. K. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 1–15

Lombardi-Boccia G., Lucarini M., Lanzi S., Aguzzi A., Cappelloni M. 2004. Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums (*Prunus domestica* L.) from conventional and organic productions: A comparative study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1: 90–94

Majcen N. 2006. Določanje holesterola, oksidov holesterola in maščobnih kislin v morskih in sladkovodnih ribah. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta. Oddelek za živilstvo: 79 str.

Medić-Šarić M., Buhač, I., Bradamante V. 2002. Vitamini in minerali: resnice in predsodki. Ptuj, In obs medicus: 342 str.

Mongeau R., Brooks S. P. J. 2003. Dietary fiber: Properties and sources. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 3. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 1813–1823

O'Keefe S. F. 2008. Nomenclature and classification of lipids. V: Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology. 3<sup>rd</sup> ed. Akoh C. C., Min D. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 3–37

Parish E. J., Li S., Bell A. D. 2008. Chemistry of waxes and sterols. V: Food lipids: Chemistry, nutrition, and biotechnology. 3<sup>rd</sup> ed. Akoh C. C., Min D. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 99–123

Paš M. 2001. Minerali v funkcionalnem prehranjevanju. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 67–78

Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.

Piga A., Del Caro A., Corda G.. 2003. From plums to prunes: Influence of drying parameters on polyphenols and antioxidant activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, 12: 3675–3681

Plestenjak A., Golob T. 1996. Analiza kakovosti živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 99 str.

Pokorn D. 2003. Prehrana v različnih življenjskih obdobjih: prehranska dopolnila v prehrani. Ljubljana, Marbona: 240 str.

Pokorný J. 2006. Fats and oils: Science and applications. V: Handbook of food science, technology and engineering. Vol. 1. Hui Y. H. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 34-1–34-19

Požar J. 2003. Hranoslovje - zdrava prehrana: Učbenik za predmet Zdrava prehrana in dietetika v drugem letniku srednjih zdravstvenih šol, program tehnik zdravstvene nege. Maribor, Obzorja: 190 str.

Pravilnik o prehranskih dopolnilih. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 82, 12227–12230.

Prešeren F. 1979. Poezije dóktorja Francéta Prešérna: z dodatkom. Ljubljana, Cankarjeva založba: 249 str.

Raspor P., Rogelj I. 2001. Funkcionalna hrana - definicije. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 25–36

Referenčne vrednosti za vnos hranil. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje: 215 str.

Rincón-León F. 2003. Functional foods. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 5. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L. C., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 2827–2832

Rivlin R. S. 2008. Vitamin deficiencies. V: Handbook of nutrition and food. 2<sup>nd</sup> ed. Berdanier C. D., Dwyer J., Feldman E. B. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 177–192

Rop O., Jurikova T., Mlcek J., Kramarova D., Sengee Z. 2009. Antioxidant activity and selected nutritional values of plums (*Prunus domestica* L.) typical of the White Carpathian Mountains. Scientia Horticulturae, 122, 4: 545–549

Ross A. C., Harrison E. H. 2007. Vitamin A: Nutritional aspects of retinoids and carotenoids. V: Handbook of vitamins. 4<sup>th</sup> ed. Zempleni J., Rucker R. B., McCormick D. B., W. Suttie J. W. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 1–39

Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen mesa v ravnoteženi prehrani. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete. Radenci, 20. in 21. novembra 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161–170

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

Sancin V., Adamič F. 1988. Sadje z našega vrta. Trst, Založništvo tržaškega tiska: 376 str.

Sanders S. W. 1993. Dried plums: Multi-functional bakery ingredient. Bulletin of the American Society of Bakery Engineers, 228: 1–9

Schröter W., Lautenschläger K. H., Bibrack H., Schnabel A. 1993. Kemija: splošni priročnik. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 712 str.

Storey R., Price W. E. 1999. Microstructure of the skin of d'Agen plums. Scientia Horticulturae, 81, 3: 279-286

Suttie J. W. 2007. Vitamin K. V: Handbook of vitamins. 4<sup>th</sup> ed. Zemleni J., Rucker R. B., McCormick D. B., W. Suttie J. W. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 111–152

Suwa-Stanojević M., Kodele M. 2003. Prehrana. Učbenik za predmet prehrana v 2.–4. in 1.–2. letniku programov gostinski tehnik in gostinsko-turistični tehnik. 2. izd. 1. natis. Ljubljana, DZS: 295 str.

Štampar F., Lešnik M., Veberič R., Solar A., Koron D., Usenik V., Hudina M., Osterc G. 2005. Sadjarstvo. Ljubljana, Kmečki glas: 416 str.

Tapiero H., Gaté L., Tew K. D. 2001. Iron: Deficiencies and requirements. Biomedicine & Pharmacotherapy, 55, 6: 324–332

Theuwissen E., Mensink R. P. 2008. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. Physiology & Behavior, 94, 2: 285–292

Usenik V., Štampar F., Fajt N. 2007. Pomological and phenological characteristics of some autochthonous slovenian plum cultivars. *Acta Horticulturae*, 734: 53–62

Usenik V., Kastelec D., Veberič R., Štampar F. 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry*, 111, 4: 830–836

Usenik V., Štampar F., Veberič R. 2009. Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening. *Food Chemistry*, 114, 2: 529–534

Vasanth Rupasinghe H. P., Jayasankar S., Lay W. 2006. Variation in total phenolics and antioxidant capacity among european plum genotypes. *Scientia Horticulturae*, 108, 3: 243–246

Verardo G., Pagani E., Geatti P., Martinuzzi P. 2003. A thorough study of the surface wax of apple fruits. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 376, 5: 659–667

Vilhar B. 2005. Biologija rastlinske celice. Delovni zvezek. Vaje pri predmetu Biologija celice. Študijski program: Živilska tehnologija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 70 str.

Vrhovšek U. 2001. Flavonoidi kot predstavniki antioksidantov. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 97–107

WHFoods. 2010. Plums. Honolulu, WHFoods, George Mateljan Foundation: 8 str.

<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=35> (21. avgust 2010).

Yahia E. M. 2010. The contribution of fruit and vegetable consumption to human health. V: Fruit and vegetable phytochemicals : Chemistry, nutritional value and stability. de la Rosa L. A., Alvarez-Parrilla E., Gonzalez-Aguilar G. A. (eds.). Ames, Blackwell Publishing: 3–51

Yehuda S., Rabinovitz S., Carasso R. L., Mostofsky D. I. 2002. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. *Neurobiology of Aging*, 23, 5: 843–853

Youdim K. A., Martin A., Joseph J. A. 2000. Essential fatty acids and the brain: Possible health implications. *International Journal of Developmental Neuroscience*, 18, 4–5: 383–399

Zlatanov M., Janakieva I. 1998. Phospholipid composition of some fruit-stone oils of *Rosaceae* species. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 100, 7: 312–315

Zule J., Kozjan G. 2008. Polifenoli v različnih vrstah macesna (*Larix* spp.). *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 86: 51–58