

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Žiga BIŽAL

**VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V PEŠKAH RAZLIČNIH  
KULTIVARJEV HRUŠK**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**CONTENT OF FATTY ACIDS IN THE SEEDS OF  
A DIFFERENT PEAR CULTIVARS**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Opravljeno je bilo v laboratoriju Katedre za tehnologije rastlinskih živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Rajka VIDRIHA, za recenzentko pa doc. dr. Leo GAŠPERLIN.

Mentor: doc. dr. Rajko Vidrih

Recenzentka: doc. dr. Lea Gašperlin

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat avtorjevega lastnega raziskovalnega dela.

Žiga Bižal

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

- ŠD Dn
- DK UDK 634.13:543.635.3(043)=863
- KG hruške / peške hrušk / maščobe / maščobne kisline / vsebnost vode
- AV BIŽAL, Žiga
- SA VIDRIH, Rajko (mentor) / GAŠPERLIN, Lea (recenzentka)
- KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2006
- IN VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V PEŠKAH RAZLIČNIH KULTIVARJEV HRUŠK
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP IX, 42 str., 18 pregl., 7 sl., 32 ref.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI Namen naloge je bil določiti maščobnokislinsko sestavo pešk različnih kultivarjev hrušk. Uporabili smo 5 kultivarjev hrušk, in sicer Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crassane in Viljamovka. V peškah hrušk smo določili vsebnost vode in skupnih maščob ter maščobnokislinsko sestavo. Maščobnokislinsko sestavo smo določali z metodo *in situ* transesterifikacije s pomočjo plinske kromatografije. Ugotovili smo, da vsebujejo peške od 5,2 % do 5,8 % vode ter od 17,4 % do 29,5 % maščob. Maščobne kisline, ki smo jih določili so linolna (od 51,20 ut. % do 62,71 ut. %), oleinska (od 25,27 ut. % do 38,60 ut. %), palmitinska (od 8,65 ut. % do 10,37 ut. %) in stearinska (od 1,55 ut. % do 1,97 ut. %).

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

- DN Dn
- DC UDC 634.13:543.635.3(043)=863
- CX pears / pear seeds / fat content / fatty acids / water content
- AU BIŽAL, Žiga
- AA VIDRIH, Rajko (supervisor) / GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
- PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
- PY 2006
- IN CONTENT OF FATTY ACIDS IN THE SEEDS OF A DIFFERENT PEAR CULTIVARS
- DT Graduation Thesis (University studies)
- NO IX, 42 p., 18 tab., 7 fig., 32 ref.
- LA sl
- AL sl/en
- AB The main objective of thesis was determine fatty acid composition of pear seeds. We used 5 cultivars of pears: Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crassane and Viljamovka. In pear seeds we also determined content of water, total fats and fatty acid composition. The fatty acid content was determined by *in situ* transesterification (gas chromatography). Pear seeds contain from 5.2 % to 5.8 % of water and from 17.4 % to 29.5 % of fat. The fatty acids content in seeds ranged as follows: linoleic (from 51.20 w. % to 62.71 w. %), oleic (from 25.27 w. % to 38.60 w. %), palmitic (from 8.65 w. % to 10.37 w. %) and stearic (from 1.55 w. % to 1.97 w. %) fatty acid.

## KAZALO VSEBINE

KLJUČNA INFORMACIJSKA INFORMACIJA .....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO VSEBINE .....	V
KAZALO SLIK .....	VII
KAZALO PREGLEDNIC .....	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....	IX
<b>1 UVOD.....</b>	<b>1</b>
1.1 HIPOTEZI .....	2
<b>2 PREGLED OBJAV .....</b>	<b>3</b>
2.1 HRUŠKE .....	3
2.1.1 Splošno o hruškah.....	3
2.1.2 Klasifikacija hrušk in opisi nekaterih kultivarjev .....	4
2.1.1.1 Hruške kultivarja Packhams (pakhamova) .....	4
2.1.1.2 Hruške kultivarja Passe Crassane (krasanka) .....	5
2.1.1.3 Hruške kultivarja Conference (konferans).....	5
2.1.1.4 Hruške kultivarja William's bon chretien (viljamovka).....	6
2.1.1.5 Hruške kultivarja Abate Fetel (fetelova) .....	7
2.1.2 Zgodovina hrušk in namen pridelovanja.....	8
2.1.3 Kemijska sestava plodov hruške .....	8
2.2 MAŠČOBNE KISLINE.....	11
2.2.1 Nomenklatura maščobnih kislin in opis.....	11
2.2.2 Viri pomembnejših maščobnih kislin.....	15
2.2.3 Biosinteza maščobnih kislin .....	16
2.2.3.1 Biosinteza nasičenih maščobnih kislin .....	16
2.2.3.2 Biosinteza enkrat nenasičenih maščobnih kislin .....	17
2.2.3.3 Biosinteza večkrat nenasičenih maščobnih kislin.....	17
2.3 GLICERIDI .....	17
2.3.1 Monogliceridi in digliceridi.....	18
2.3.2 Trigliceridi.....	18
2.4 KEMIČNE SPREMEMBE TRIACILGLICERIDOV V ŽIVILIH .....	19
2.4.1 Hidrolitske spremembe .....	19
2.4.2 Oksidativne spremembe .....	20
2.5 ESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE .....	21
2.5.1 Strukturne značilnosti esencialnih maščobnih kislin .....	22
2.5.2 Vloga esencialnih maščobnih kislin.....	22
2.5.2 Vloga n-3 maščobnih kislin .....	23
<b>3 MATERIAL IN METODE .....</b>	<b>25</b>
3.1 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANALIZO.....	25
3.2 DOLOČITEV VSEBNOSTI VODE .....	25
3.3 DOLOČITEV VSEBNOSTI SKUPNIH MAŠČOB .....	25
3.4 DOLOČITEV VSEBNOSTI POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN....	27

3.5	STATISTIČNA ANALIZA.....	28
<b>4</b>	<b>REZULTATI.....</b>	<b>29</b>
4.1	VSEBNOST VODE.....	29
4.2	DOLOČITEV VSEBNOSTI MAŠČOBE V PEŠKAH.....	29
4.3	DOLOČITEV VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN V PEŠKAH.....	30
<b>5</b>	<b>RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b>	<b>33</b>
5.1	RAZPRAVA.....	33
5.1.1	Vsebnost vode.....	33
5.1.2	Vsebnost skupnih maščob.....	33
5.1.3	Vsebnost maščobnih kislin.....	34
5.2	SKLEPI.....	36
<b>6</b>	<b>POVZETEK.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>ZAHVALA.....</b>	<b>39</b>
<b>8</b>	<b>VIRI.....</b>	<b>40</b>

## KAZALO SLIK

Slika 1:	Hruška kultivarja Packhams (Krpina, 2004).....	4
Slika 2:	Hruška kultivarja Passe Crassane . (Krpina, 2004) .....	5
Slika 3:	Hruška kultivarja Conference (Krpina, 2004). .....	6
Slika 4:	Hruška kultivarja Viljamovka (Krpina, 2004).....	7
Slika 5:	Hruška kultivarja Abate Fetel (Jazbec in sod.,1995).....	7
Slika 6:	Nekatere nasičene in nenasičene maščobne kisline (Field, 2003) .....	13

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Pregled poglobitnejših kultivarjev hrušk (Jazbec in sod., 1995). ....	8
Preglednica 2:	Vitamini in minerali v plodu hruške (Souci in sod, 2000) .....	9
Preglednica 3:	Hranljive snovi (beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vlaknine in voda) v plodu hruške (Souci in sod, 2000).....	9
Preglednica 4:	Vitamini in minerali v plodu jabolka (Souci in sod, 2000). ....	10
Preglednica 5:	Hranljive snovi (beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vlaknine in voda) v plodu jabolka (Souci in sod, 2000).....	11
Preglednica 6:	Najpogostejše nasičene maščobne kisline (Perkins, 1991).....	14
Preglednica 7:	Najpogostejše nenasičene maščobne kisline prisotne v naravi (Min in Bradley, 1992). ....	14
Preglednica 8:	Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih maščob. Utežni delež od skupnih maščobnih kislin (%) (Salobir, 2001).....	16
Preglednica 9:	Temperature tališč (°C) nekaterih maščobnih kislin in gliceridov teh kislin (Hudson, 2003). ....	19
Preglednica 10:	Viri in specifičnost lipaz (Belitz in Grosch, 1999).....	20
Preglednica 11:	Vsebnost n-3 maščobnih kislin v nekaterih maščobah v g/100 g živila (Simopolos, 1992). ....	22
Preglednica 12:	Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline hrane, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir, 2001) .....	22
Preglednica 13:	Vsebnost vode v peškah petih različnih kultivarjev hrušk. ....	29
Preglednica 14:	Vsebnost maščob v suhi snovi v peškah petih različnih hrušk.....	29
Preglednica 15:	Vsebnost posameznih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev hrušk. ....	30
Preglednica 16:	Rezultati analize deleža maščobnih kislin različnih kultivarjev hrušk z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	30
Preglednica 17:	Vpliv kultivarja hrušk na maščobnokislinsko sestavo (ut. % od skupnih maščobnih kislin) ( $\bar{x} \pm s_0$ , Duncanov test, $\alpha=0,05$ ). ....	31
Preglednica 18:	Deleži (ut. %) nasičenih, enkrat nenasičenih in večkrat nenasičenih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev hrušk.....	32



**OKRAJŠAVE IN SIMBOLI**

AgNO <sub>3</sub>	srebrov nitrat
C	ogljikov atom
c	cis oblika izomere
CH <sub>3</sub>	metilna skupina
Cl <sup>-</sup>	klorov anion
EMK	esencialne maščobne kisline
g.k.	glavni kultivarji
GLC	gas liquid chromatography (plinsko tekočinska kromatografija)
H <sup>o</sup>	vodikov radikal
HCl	klorovodikova kislina
HPLC	high performance liquid chromatography
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	žveplena (VI) kislina
int. st.	interni standard heptadekanojske kisline (C 17:0)
IUPAC	mednarodno združenje čiste in uporabne kemije (International Union of Pure and Applied Chemistry)
MEMK	metilni estri maščobnih kislin
m. ksl.	maščobna kislina
n. š.	naše štetje
p.k.	postranski kultivarji
pr. n. š.	pred našim štetjem
R <sup>o</sup>	reaktivni radikal
t	trans oblika izomere
ut. % (w. %)	utežni odstotek
Δ	mesto nahajanja dvojne vezi v verigi ogljikovodikov

## 1 UVOD

Hruška spada v družino *Rocaceae*. Pri nas jih gojimo že več stoletij, saj so na našem področju ugodne pedoklimatske razmere. Današnji evropski kultivarji izvirajo iz divjih oblik drobnice (*Pyrus communis*, oz. *P. pyraster*). Drobnice rastejo v različnih oblikah (vrstah in podvrstah) v zahodni Aziji, pa tudi v južni in srednji Evropi.

Večina kultivarjev, ki jih še danes gojimo, so vzgojili v 18. in 19. stol. v Franciji in Belgiji. Glavni kultivarji hrušk so: gijotova, hardijeva, društvenka, konferans in viljamovka.

Kot vsa družina *Rosaceae* tudi hruška vsebuje peške oz. seme, ki se razvije iz semenske zasnove po oploditvi. Peške vsebujejo, poleg drugih sestavin tudi znaten delež različnih maščobnih kislin.

Maščobe v semenih sadja in v samem sadežu se tekom dozorevanja znatno spremenijo in sicer tako kvantitativno, kot kvalitativno (Zeller, 1957). Pri vsaki sadni vrsti sestavljajo maščobe semen specifične maščobne kisline, količina nasičenih in nenasičenih maščobnih kislin pa je od vrste do vrste različna. Najvišja vsebnost nenasičenih maščobnih kislin je dosežena proti koncu zrelosti sadja (Eyre, 1931).

Maščobne kisline so za življenje in zdravje zelo pomembne, nepogrešljive hranilne snovi. Delimo jih na nasičene, enkrat nenasičene ter večkrat nenasičene. maščobne kisline. Enkrat nenasičene so zaželjene, saj zmanjšujejo pojavnost srčno-žilnih obolenj. Večkrat nenasičene maščobne kisline pa so esencialne, torej življenjsko nujno potrebne in jih človeški organizem ne more sintetizirati sam, zato jih je potrebno zagotoviti z ustrezno prehrano. Glavni viri polinasičenih maščobnih kislin, kamor uvrščamo n-3 in n-6 (omega-3 in omega-6) maščobne kisline, so rastlinska olja.

Glede na to, da imajo maščobe v prehrani, energijsko, hranilno ter gastronomsko vrednost, je prehrabena vrednost pri človeku dosežena le, če maščobe ne presegajo 30 % od skupno dnevno zaužite energijske vrednosti obroka, od katere pa je lahko le 10 % nasičenih maščobnih kislin.

Nekatere maščobe se zaradi svoje specifične sestave uveljavljajo kot funkcionalna živila ali kot bistvena sestavina za proizvodnjo funkcionalnih živil. Predvsem so to maščobe, bogate z n-3 maščobnimi kislinami.

Vsebnost maščob je zelo pomembna tudi iz vidika žganjekuhe. Vemo, da pri razgradnji maščob nastajajo proste maščobne kisline in glicerin. Če glicerin

segrevamo, izgubi vodo in prehaja v akrolein, ki je zdravju škodljiva spojina. Pri fermentaciji pa klostridiji tvorijo akrolein iz glicerola.

#### 1.1 HIPOTEZI:

- maščobe hruškinih semen so vir prehransko pomembnih maščobnih kislin;
- vsebnost in sestava maščobnih kislin je pogojena z kultivarjem.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 HRUŠKE

#### 2.1.1 Splošno o hruškah

Hruška (*Pyrus*) spada v družino rožnic (*Rosaceae*). V Sloveniji so najbolj razširjeni kultivarji viljamovka, boskova steklenka in krasanka, vendar se v zadnjem času vse bolj uveljavljajo fetelova, šampionka, pakhamova in druge. Celotna rastlina je zgrajena iz: koreninskega sistema, debla, listov, cvetov in plodov.

Korenina hruške nastane iz koreničice kalčka ali iz adventnih brstov. Korenine, ki nastanejo iz koreničice kalčka, so skeletne in so povečini v tleh, do 1 m globoko, manj korenin pa prodira globlje, včasih tudi do 5 m. Rast koreninskega sistema, njegova razporeditev, oblika in celotna teža je neposredno odvisna od gostote sajenja ali od življenjskega prostora, ki ga ima drevo na voljo.

Drevo hruške zraste tudi do 20 m visoko, če je cepljeno na sejancu hruške do 15 m, cepleno na kutini pa glede na ekološke razmere in agrotehniko doseže višino od 2 do 3 m. Sestavljajo ga: krošnja, deblo in koreninski vrat. Krošnja je lahko različno izoblikovana, sestavljena pa je iz ogrodnih vej, na njih so sekundarne in terciarne veje, in iz obraščajočega se lesa.

Listi so eden najpomembnejših organov hruške. Razvijejo se iz mešanih in posamičnih vegetativnih brstov. Sestavljajo ga listna ploskev in pecelj. Listna ploskev je lahko okroglasta, elipsasta, suličasta, jajčasta, pernata ipd. Lahko je gladka ali dlakava, na obodu pa deloma nazobčana ali cela. Listni pecelj je različno dolg in v soodvisni povezavi z dolžino peclja plodu.

Cvetovi hruške so v resnici skupina preobraženih listov, katerih naloga je spolno razmnoževanje. Iz enega rodnega brsta se razvije 5 do 25 cvetov. Pri hruški se najprej razvijejo bočni cvetovi in šele nato cvetovi pri vrhu. Cvet hruške je sestavljen iz čašnih lističev, petih prostih pestičnih listov in iz 15 do 30 prašnikov.

Plod hruške je nepravilni plod, ker nastane iz delov cvetišča in pestičev s čašico. Sestavljen je iz epikarpa, parenhima plodu in endokarpa. Lahko je različno velik, tehta pa od dva do tri grame pa tudi do 2000 gramov in več. Plodovi so lahko po obliki hruškasti, jabolčasti, jajčasti, ovalni idr. Pecelj plodu je lahko kratek, srednje dolg in dolg; tanek, srednje debel, debel pa tudi mesnat. Čašica je lahko odprta, na pol odprta ali zaprta, njena jamica pa rebrasta, ravna, plitva ali srednje globoka. Meso plodu je lahko različne barve: belo, rumeno, rdeče, roza itd. Po čvrstosti je mehko, hrustljivo, masleno, po konsistenci pa sočno, topno, s posebno aromo ali brez nje.

Seme se razvija iz semenske zasnove, največkrat po oploditvi. Semena so lahko zelo drobna srednje velika in velika. Pri diploidnih kultivarjih sta v eni semenski hišici po

dve semeni, pri triploidnih pa pogosto najdemo tudi manj razvita semena. Pri hruški se pojavljajo tudi plodovi brez semen, ki nastanejo s partenokarpijo brez oploditve.

### 2.1.2 Klasifikacija hrušk in opisi nekaterih kultivarjev

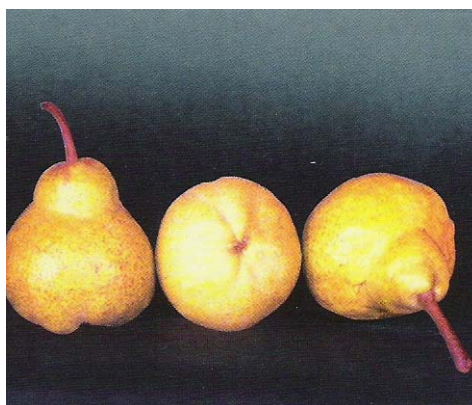
Znanih je zelo veliko kultivarjev, ki se močno razlikujejo po času zorenja, velikosti, trdoti in aromi. Kljub številnim kultivarjem pa se je v praksi uveljavilo le določeno število kakovostnih kultivarjev.

V evropskih deželah, ki jih štejemo med glavne pridelovalke hrušk, so najbolj zastopani kultivarji : krasanka, viljamovka, fetelova, žifardova, gijotova, konferans, boskova steklenka, društvenka, hardijeva, avranška, precej manj pa druge.

Pri diplomskem praktičnem delu smo uporabil naslednje kultivarje hrušk: Packhams, Conference, Abate Fetel, Passe Crassane in Viljamovka.

#### 2.1.1.1 Hruške kultivarja Packhams (pakhamova)

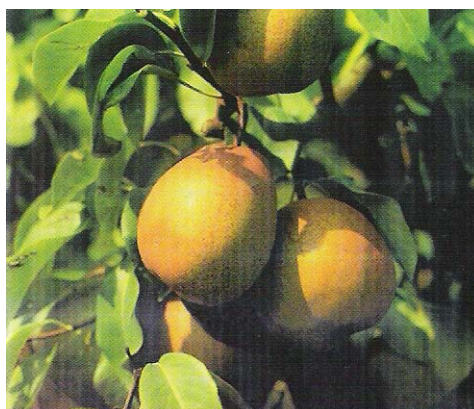
Ta kultivar je vzgojil leta 1896 v Avstriji Charls H. Packham tako, da je križal kultivarja St. Germain in Wiliam. Vpeljana je bila leta 1945 v ZDA in leta 1946 v Franciji, pa tudi pri nas ji namenjamo zadnje čase vse več pozornosti. Plod je debel pa tudi zelo debel (okrog 280 g), podoben plodu viljamovke. Kožica ni gladka, podobna je kožici viljamovke, in kadar sadež povsem dozori, dobi limonasto rumeno barvo. Meso je drobno zrnato, topno, zelo sočno, sladko-kiselkasto, prijetne arome. Dozori ob koncu septembra in v začetku oktobra. Je zelo roden in kakovosten kultivar, primeren za skladiščenje in zato priporočljiv za sodobne hruškine nasade, vendar tudi zelo občutljiv za nekatere bolezni, zato moramo izbirati zdrave in brezvirusne sadike, če je le mogoče.



Slika 1: Hruška kultivarja Packhams (Krpina, 2004)

### 2.1.1.2 Hruške kultivarja Passe Crassane (krasanka)

Krasanka je star francoski kultivar, ki je nastal že leta 1845 v Ruanu. Poleg viljamovke je to ena najbolj znanih kultivarjev v svetu pa tudi pri nas. Največ krasanke pridelajo v Italiji in Franciji. Plodovi so debeli pa tudi zelo debeli in jabolčaste oblike. Kožica je v tehnološki zrelosti svetlo zelena. Kadar pa povsem dozori, postane slamnato rumena. Na kožici se včasih pojavijo posejane rjaste pike. Pecelj plodu je kratek in debel. Meso je blede rumeno, zelo sočno, topno, sladko kiselkasto, prijetne arome in odlične kakovosti. Obiramo jo, ko plodovi postanejo temno do svetlo zelene barve, vrh normalno razvitih pešk pa mora biti črno obarvan. Krasanka je zelo rodoviten kultivar odlične kakovosti, primerna za gojenje v gostih nasadih.

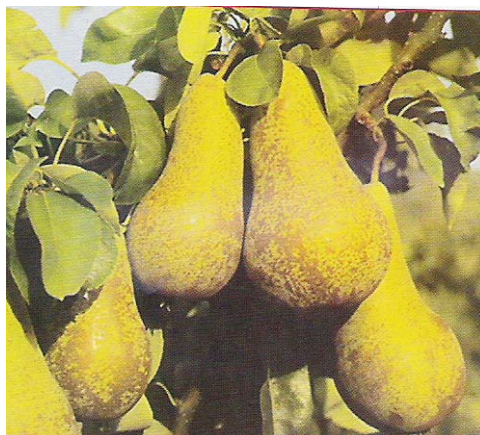


**Slika 2: Hruška kultivarja Passe Crassane (Krpina, 2004)**

### 2.1.1.3 Hruške kultivarja Conference (konferans)

To je star angleški kultivar, ki je zelo razširjen v zahodni Evropi, posebno v Veliki Britaniji, Belgiji, Franciji in Nemčiji. Pri nas jo gojijo bolj malo, primernejša je za območje s hladnejšim podnebjem. Drevo je občutljivo za nagle temperaturne spremembe in klorozo. Najbolj primerna podlaga za drevo tega kultivarja je kutina. Cveti srednje pozno. Kultivar konferans dobro oprahuje viljamovko, boskova, hardijeva, druardova, krasanka itd. Plodovi so srednje debeli, podaljšani, podobni boskovi. Kožica je zeleno rumena z izrazitimi lenticelami in še izrazitejšo rjasto prevleko okrog čašne jamice. Rjasta prevleka se iz leta v leto spreminja. Meso je belo, mehko, sočno, topno, sladko in lepo diši. Dozori sredi septembra, za dolgotrajno shranjevanje v hladilnici pa jo je treba obrati tedaj, ko znaša trdota mesa 43,1 do 44,1 N/cm<sup>2</sup> in se začenja temeljna barva kožice spreminjati iz temno zelene v svetlo zeleno. Tedaj se vrh normalno razvitih pešk obarva.

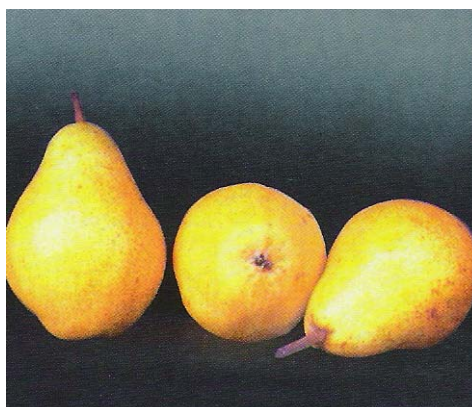
Čeprav velja v zahodni Evropi za prvorazreden kultivar, pri nas nima tolikšne veljave, zato je ne kaže gojiti na večjih površinah, zlasti na toplejših območjih.



**Slika 3: Hruška kultivarja Conference (Krpina, 2004)**

#### 2.1.1.4 Hruške kultivarja William's bon chretien (viljamovka)

Viljamovka je zelo star kultivar, ki so ga vzgojili v Angliji kot spontani sejanec leta 1796, in je od vseh hrušk najbolj razširjena po svetu. Odlikujejo jo izredna kakovost, najrazličnejše možnosti za predelavo in to, da je zelo primerna za skladiščenje. Drevo viljamovke je srednje bujno. Občutjiva je za nagle temperaturne spremembe in za klorozo. S kutino, kot podlago za rast, se ne ujema dobro. Glede na značilnosti svoje rasti in rodnosti je zelo primerna za gojenje v gostih nasadih, vzgajajo pa jo v obliki vitkega vretena in pillarja. Cveti srednje pozno ali pozno. Viljamovko dobro oprahujejo kultivarji: klapova, konferans, boskova, fetelova, hardijeva, krasanka itd. Plod viljamovke je srednje debel ali debel, hruškast in nekoliko naguban. Kožica plodu je tanka in nežna, in kadar je plod povsem zrel, slamnate ali limonino rumene barve z izrazitimi lenticelami (gostimi pegicami). Meso plodu je rumeno, drobno zrnato, topno, sladko-kiselkastega okusa in izredno aromatično. Povsem dozori ob koncu avgusta, sadeže, namenjene za dolgotrajnejše skladiščenje, pa oberejo ponavadi v prvi polovici avgusta. Štejemo jo za najbolj kakovostno od vseh kultivarjev.



**Slika 4:** Hruška kultivarja Viljamovka (Krpina, 2004)

#### 2.1.1.5 Hruške kultivarja Abate Fetel (fetelova)

Fetelova je star francoski kultivar, ki so ga vzgojili leta 1866. Pri nas je ne gojijo na večjih površinah, čedalje bolj pa jo sadijo v sosedni Italiji, čeprav je z njo posajenih že 7600 hektarov nasadov. Drevo tega kultivarja je srednje bujno pa tudi šibke rasti ter rodi dobro in redno. S kutino, kot podlago, je dobro usklajena. Cveti srednje pozno. Dobro se oprahuje z košjo, klapovo, viljamovo, konferans, hardijevo, boskovo, krasanko in z drugimi. Plod je debel, koničast, podolgovat in nekoliko ukrivljen, zato so potrebni za njegovo pakiranje posebni vložki z ozkimi vdolbinami. Kožica plodu je ponavadi gladka, in kadar je povsem zrela, slamnato rumena z izrazitimi lenticelami. Na osončeni strani je sadež fetelove rdečkast. Meso je belkasto, mehko in sočno, sladko kiselkasto in prijetnega okusa. Povsem dozori v drugi polovici septembra. Če hočemo shraniti plodove dlje časa, jih oberemo ob koncu avgusta ali v začetku septembra.



**Slika 5:** Hruška kultivarja Abate Fetel (Jazbec in sod.,1995)



**Preglednica 1: Pregled poglavitnejših kultivarjev hrušk (Jazbec in sod., 1995).**

kultivar	poreklo kultivarja	barva	plod	čas zorenje
Junijska lepatica	g.k italijansko	10-20 % rdeča	droben	konec junija
Morettinijeva rana	g.k. italijansko	10-30 % rdeča	srednje debel	konec julija
Klapova	p.k. ameriško	20-30 % rdeča	srednje debel – debel	konec julija
Rdeča viljamova	p.k. mutant	50-80 % rdeča	srednje debel	začetek septembra
Viljamova	g.s. angleško	zelena	srednje debel – debel	začetek septembra
Košja	p.k. italijansko	10-30 % rdeča	srednje debel	konec julija
Conference	g.s. belgijsko	30-50 % rjava	srednje debel	sredina septembra
Avranška	p.s. ameriško	zelena-rumena	srednje-debel	konec avgusta
Fetelova	g.k. francosko	zelena-rumena	srednje debel	sredina septembra
Društvenka	g.k. francosko	zelena	srednje debel	konec septembra
Pakhamova	g.k. avstrijsko	zelena	srednje debel	konec septembra
Boskova	p.k. belgijsko	100 % rjava	srednje debel – debel	sredina septembra
Passe crassane	g.k. francosko	zelena-rjava	debel	sredina septembra

### 2.1.2 Zgodovina hrušk in namen pridelovanja

Današnji evropski kultivarji izvirajo iz divjih oblik drobnice (*Pyrus communis* oz. *P. pyraster*). Drobnice rastejo v različnih oblikah (vrstah in podvrstah) v zahodni Aziji, pa tudi v južni in srednji Evropi. Kultivarje jablan in hrušk so poznali že stari Grki, Rimljani pa so jih razširili po svojem cesarstvu in jih prinesli tudi k nam. Hruške so se začele širiti po Evropi (Franciji, Italiji, Belgiji in drugih deželah) v 18. oz. 19. stoletju. Večino namiznih kultivarjev so vzgojili v Franciji in Belgiji v 18. stol. (Herrmann in sod., 1988).

Pri nas gojimo hruške že več stoletij, nove kakovostne kultivarje pa smo začeli gojiti šele sredi 19. stol. Do leta 1950 so gojili hruške povečini na manjših kmečkih posestvih. Po letu 1950 so jih začeli gojiti v nasadih v družbeni lasti, povečini na sejancu gozdne hruške z majhnim številom dreves na hektar. Sodobne intenzivne nasade, kakršni so danes najpogostejši, so začeli uvajati leta 1960 s težnjo, da bi čimbolj množično prešli na podlago kutine (Gvozdenovič, 1988).

### 2.1.3 Kemijska sestava plodov hruške

Kemijska sestava plodu hruške je odvisna od zrelosti in stanja v katerem se plod nahaja. Kemijsko sestavo sveže hruške prikazujeta preglednici 2 in 3.

Analiza hranljivih snovi v preglednici 2 nam pokaže, da je od vitaminov, v največji količini prisoten vitamin C, od mineralov pa kalij. Nekateri vitamini (vitamin K in vitamin A) v plodu hruške niso prisotni.

**Preglednica 2: Vitamini in minerali v plodu hruške (Souci in sod, 2000)**

<b>vitamini in minerali</b>	<b>sveža hruška (količina/100 g)</b>
vitamin A (retinol)	2,6 µg
beta-karoten	16 µg
vitamin E	0,43 mg
vitamin B <sub>1</sub>	0,033 mg
vitamin B <sub>2</sub>	0,038 mg
vitamin B <sub>6</sub>	0,015 mg
vitamin B <sub>12</sub>	0 mg
nikotinska kislina	0,22 mg
folna kislina	14 µg
pantotenska kislina	0,062 mg
biotin	0,1 µg
vitamin C	4,6 mg
natrij	2,1 mg
kalij	116 mg
kalcij	10 mg
fosfor	12 mg
magnezij	7,1 mg
železo	164 µg
cink	126 µg
Jod	0,77 µg
fluor	9,9 µg
krom	27 µg
baker	77 µg
selen	0,59 µg

**Preglednica 3: Hranljive snovi (beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vlaknine in voda) v plodu hruške (Souci in sod, 2000)**

<b>hranljive snovi</b>	<b>sveža hruška (količina/100 g)</b>
voda	82,9 g
proteini	0,47 g
maščobe	0,29 g
ogljikovi hidrati	12,4 g
vlaknine	3,27 g
nasičene maščobne kisline	55 mg
enkrat nenasičene maščobne kisline	29 mg
večkrat nenasičene maščobne kisline	152 mg
holesterol	0 mg
monosaharidi	8,3 g
disaharidi	1,8 g
škrob	0 g

Iz preglednice 3 je razvidno, da plodovi hrušk vsebujejo 82,3 % vode, 0,47 % proteinov, 0,29 % maščob, 12,4 % ogljikovih hidratov in 3,27 % vlaknin.

**Preglednica 4: Vitamini in minerali v plodu jabolka (Souci in sod., 2000)**

<b>vitamini in minerali</b>	<b>sveže jabolko(zrelo) (količina /100g)</b>
vitamin A (retinol)	5,7 µg
beta-karoten	47 µg
vitamin E	0,49 mg
vitamin B <sub>1</sub>	0,035 mg
vitamin B <sub>2</sub>	0,032 mg
vitamin B <sub>6</sub>	0,045 mg
nikotinska kislina	0,30 mg
folna kislina	7,5 µg
pantotenska kislina	0,1 mg
biotin	4,5 µg
vitamin C	12 mg
natrij	1,2 mg
kalij	122 mg
kalcij	5,8 mg
fosfor	11 mg
magnezij	5,7 mg
železo	0,25 mg
cink	0,098 mg
jod	820 ng
fluor	9,1 µg
krom	4,1 µg
baker	0,052 mg
selen	1,4 µg

Analiza hranljivih snovi v plodovih jabolok (preglednica 4) nam pokaže, da je od vitaminov, v največji količini prisoten vitamin C od mineralov pa kalij, prav tako kot pri plodu hruške. Nekateri vitamini (vitamin K in vitamin A) niso prisotni v plodu hruške in v plodu jabolka. Razlika je tudi v tem, da v jabolku ne najdemo biotina in nekaterih mineralov (jod, krom in selen), ki so sicer v plodu hruške prisotni.

**Preglednica 5: Hranljive snovi (beljakovine, maščobe, ogljikovi hidrati, vlaknine in voda) v plodu jabolka (Souci in sod., 2000)**

hranljive snovi	sveže jabolko (količina/100 g)
Voda	84,9 g
Proteini	0,34 g
Maščobe	0,58 g
ogljikovi hidrati	11,4 g
Vlaknine	2,02 g
nasičene maščobne kisline	210 mg
enkrat nenasičene maščobne kisline	11 mg
večkrat nenasičene maščobne kisline	220 mg
Holesterol	0 mg
Monosaharidi	2,21 g
Disaharidi	10,47 g
Škrob	0,6 g

Iz preglednice 5 je razvidno, da jabolko vsebuje 84,9 % vode, 0,34 % proteinov, 0,58 % maščob, 11,4 % ogljikovih hidratov in 2,02 % vlaknin. Iz podatkov je razvidno, da je v jabolku več vode in maščob, manj pa proteinov, ogljikovih hidratov in vlaknin kot v plodovih hrušk (glej preglednico 3).

## 2.2 MAŠČOBNE KISLINE

### 2.2.1 Nomenklatura maščobnih kislin in opis

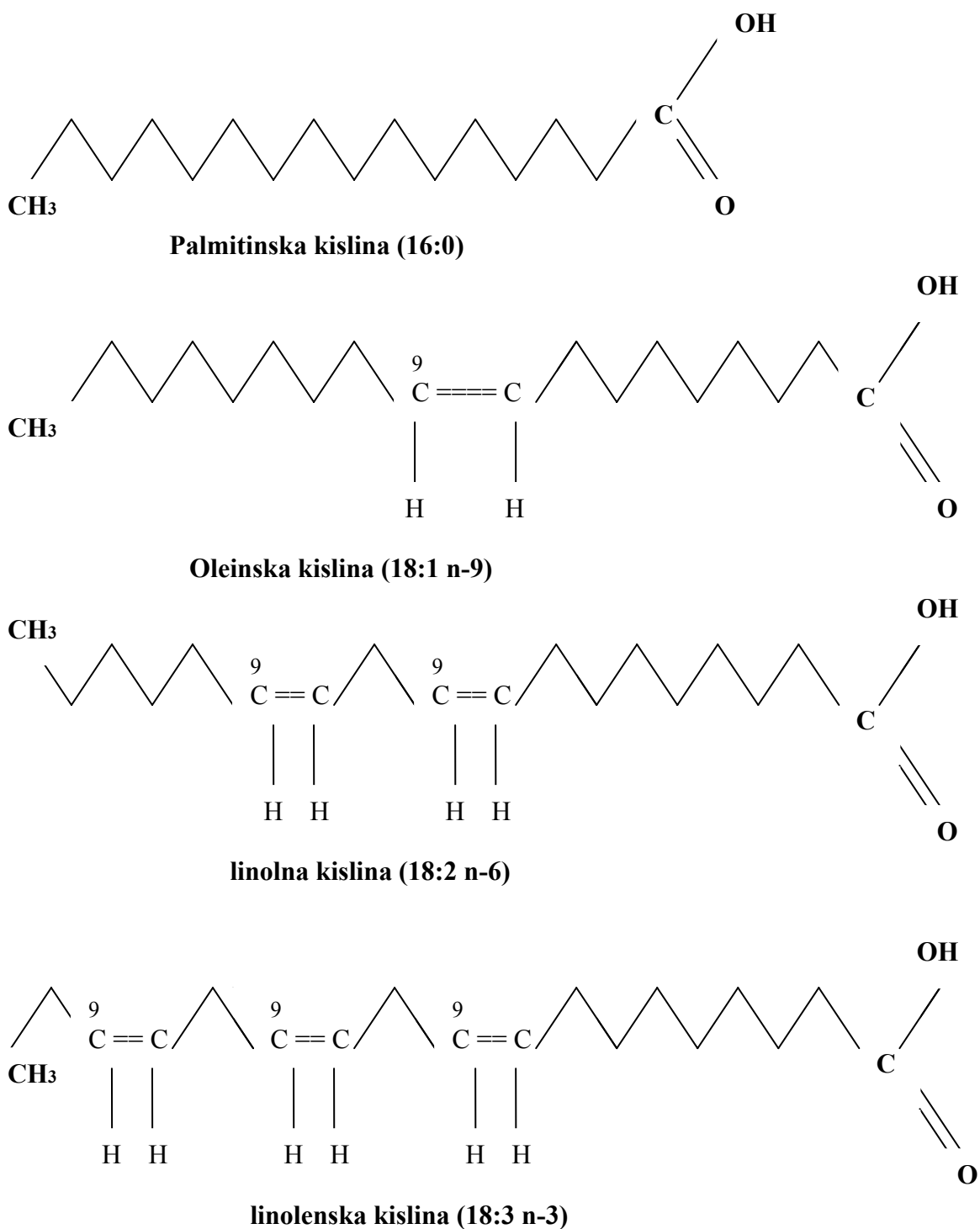
Maščobne kisline poimenujemo na podlagi števila C-atomov v verigi ter glede na položaj in število nenasičenih vezi glede na karboksilno skupino. Po IUPAC-ovi nomenklaturi ima karboksilni C atom številko 1. V prehrani, medicini in biologiji pa uporabljamo sistem  $\omega$  oz. n. Omega pomeni označevanje položaja dvojne vezi glede na metilno skupino - metilni C atom ima številko 1. IUPAC nomenklatura omogoča tudi sistemsko uvajanje nove nomenklature in dopušča uporabo trivialnih imen, ki pa sicer nimajo nič skupnega s samo sestavo maščobnih kislin.

Maščobne kisline spadajo v skupino karboksilnih kislin. Sestavljene so iz bolj ali manj razvejane verige ogljikovodikov in lahko vsebujejo od 4 do 36 ogljikovih atomov, ki so med seboj povezani z enojno vezjo (nasičene maščobne kisline) ali pa z eno ali več dvojnimi vezmi ali celo trojnimi vezmi (slika 6). Razvejanost verige in položaj ter število enojnih oziroma dvojnih vezi vplivajo na specifične fizikalne in kemijske lastnosti maščob, v katerih se nahajajo.

Mesta nahajanja dvojnih vezi v verigi ogljikovodikov so v večini maščobnih kislin (m. ksl.) stalna in se največkrat pojavljajo med devetim in desetim ogljikovim atomom ( $\Delta 9$ ) pri enkrat nenasičenih maščobnih kislinah, pri dvakrat nenasičenih maščobnih kislinah pa še med dvanajstim in trinajstim ( $\Delta 12$ ) oziroma pri trikrat nenasičenih maščobnih še med petnajstim in šestnajstim ( $\Delta 15$ ) ogljikovim atomom. Izjema pri tem vzorcu je arahidonska, ki ima dvojne vezi na mestih ( $\Delta 5, 8, 11, 14$ ). Pri tem načinu pojmovanja maščobnih kislin privzamemo, da je ogljikov atom v karboksilni (COOH) skupini označen s številko 1 (Nelson in Cox, 2000). Drugi način poimenovanja pa označuje s številko 1 ogljikov atom, ki je v maščobnokislinski molekuli najdlje oddaljen od karboksilne skupine, torej ogljikov atom v končni metilni ( $\text{CH}_3$ ) skupini verige (Crosby, 1992; Hudson, 2003). Po drugem načinu je arahidonska kislina označena kot ( $\Delta 6, 9, 12, 15$ ).

Dvojne vezi v večkrat nenasičenih maščobnih kislinah v večini primerov niso konjugirane, kar pomeni zaporedno menjavanje enojne in dvojne vezi v molekuli, ampak so dvojne vezi vedno ločene s  $\text{CH}_2$  skupino. Prav tako se vse v naravi prisotne maščobne kisline nahajajo v cis obliki molekul (Nelson in Cox, 2000; Min in Bradley, 1992).

Maščobne kisline predstavljajo pomembno strukturno komponento vseh lipidov hrane. Najpogosteje tvorijo z glicerolom estre v monogliceridih, digliceridih in trigliceridih; prav tako tvorijo estre s fosforno kislino in derivate te kisline ter oblikujejo t. i. fosfolipide. V podobnih kombinacijah se nahajajo še v t. i. glikolipidih, sulfolipidih, sfingolipidih, cerebrozidih. Z naravnimi alifatskimi alkoholi tvorijo voske, s steroli pa sestavljajo sterolne estre. Prisotnost prostih maščobnih kislin v hrani lahko povzroči žarkost, kar je nezaželena posledica lipolitične aktivnosti (Min in Bradley, 1992). Najpomembnejše nasičene maščobne kisline so navedene v preglednici 6. Poleg teh je poznanih več sto drugih med katerimi so mnoge laboratorijsko sintetizirane.



Slika 6: Nekatere nasičene in nenasičene maščobne kisline (Field, 2003).

**Preglednica 6: Najpogostejše nasičene maščobne kisline (Perkins, 1991).**

sistematično ime kisline	Splošno ime kisline	kemijska formula	skrajšana oznaka
Butanojska	butirična	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CO}_2\text{H}$	C 4:0
Pentanojska	valerinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CO}_2\text{H}$	C 5:0
Heksanojska	kapronska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CO}_2\text{H}$	C 6:0
Heptanojska	enantiojska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CO}_2\text{H}$	C 7:0
Oktanojska	kaprolna	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CO}_2\text{H}$	C 8:0
Nonanojska	pelargonska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CO}_2\text{H}$	C 9:0
Dekanojska	kaprična	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{CO}_2\text{H}$	C 10:0
Hendekanojska	undecilinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_9\text{CO}_2\text{H}$	C 11:0
Dodekanojska	lavrinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CO}_2\text{H}$	C 12:0
Tridekanojska	tridecilinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{11}\text{CO}_2\text{H}$	C 13:0
Tetradekanojska	miristinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{CO}_2\text{H}$	C 14:0
Pentadekanojska	pentadecilinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{CO}_2\text{H}$	C 15:0
Heksadekanojska	palmitinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{CO}_2\text{H}$	C 16:0
Heptadekanojska	margarinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{CO}_2\text{H}$	C 17:0
Oktadekanojska	stearinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CO}_2\text{H}$	C 18:0
Eikozanojska	arahidinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{CO}_2\text{H}$	C 20:0
Dokozanojska	beheninska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{CO}_2\text{H}$	C 22:0
Tetrakozanojska	lignocerinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{CO}_2\text{H}$	C 24:0
heksakozanojska	cerotinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{24}\text{CO}_2\text{H}$	C 26:0
oktakozanojska	montaninska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{26}\text{CO}_2\text{H}$	C 28:0
triakontanojska	melisicinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{28}\text{CO}_2\text{H}$	C 30:0
tritriakontanojska	psilicinska	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{31}\text{CO}_2\text{H}$	C 33:0

**Preglednica 7: Najpogostejše nenasičene maščobne kisline prisotne v naravi (Min in Bradley, 1992).**

sistematično ime kisline	splošno ime kisline	skrajšana oznaka
dec-9-enojska	/	C 10:1
dodec-9-enojska	/	C 12:1
tetradec-9-enojska	miristoleinska	C 14:1
heksadec-9-enojska	palmitoleinska	C 16:1
oktadec-6-enojska	petroselinska	C 18:1
oktadec-9-enojska	oleinska	C 18:1
oktadec-11-enojska	vaceninska	C 18:1
oktadeka-9:12-dienojska	linolna	C 18:2 n-6
oktadeka-9:12:15-trienojska	$\alpha$ -linolenska	C 18:3 n-3
oktadeka-6:9:12-trienojska	$\gamma$ -linolenska	C 18:3 n-6
oktadeka-9:11:13-trienojska	eleostearinska	C 18:3
eikosa-9-enojska	gadoleinska	C 20:1
eikosa-5:8:11:14-tetraenojska	arahidonska	C 20:4 n-6
eikosa-5:8:11:14:17-pentaenojska	EPA	C 20:5 n-3
dokoza-13-enojska	eruična	C 22:1
dokoza-7:10:13:16:19-pentaenojska	DPA	C 22:5 n-3
dokoza-13:16:19-heksaenojska	DHA	C 22:6 n-3

### 2.2.2 Viri pomembnejših maščobnih kislin

Nasičene maščobne kisline, ki so v naravi najbolj pogosto prisotne so lavrinska, palmitinska, miristinska, stearinska in arahidinska. Pri normalnih pogojih so kristalne trdne snovi s temperaturo tališča od 40 °C do 70 °C. Palmitinska in stearinska kislina sta prisotni v vseh maščobah, tako rastlinskega kot živalskega izvora. Živalske maščobe vsebujejo poleg palmitinske in stearinske kisline tudi manjše količine nasičenih m. ksl, z razvejano molekulo in z neparnim številom ogljikovih atomov. Lavrinska in miristinska kislina prevladujeta v olju kokosovega oreha in olju palmovih koščic, arahidinska kislina pa je tipična predstavnica mnogih maščob tropskih rastlin (Jamnik, 1992).

Nižje maščobne kisline oz. kisline s krajšo verigo, to je od 4 do 10 ogljikovih atomov (butirična C 4:0, kaprična C 10:0), so zastopane predvsem v maščobah mleka prežvekovalcev.

Med enkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami je v prehranskih maščobah najbolj zastopana oleinska kislina. Največ je vsebuje olivno olje, in sicer predstavlja do 80 % vseh maščobnih kislin. Palmitoleinska je prav tako zastopana v prehranskih maščobah čeprav v precej manjših količinah kot oleinska.

V določenih semenskih maščobah sta v manjših količinah prisotni eruična in petroselinska kislina, hkrati pa sta značilni kemijski komponenti rastlin rodu križnice (seme oljne repice, gorčično seme) in rodu kobulnice. Med dvakrat nenasičenimi m. ksl. je najbolj razširjena linolna kislina, ki je značilna za vse rastlinske maščobe, majhna vsebnost le-te pa je v živilih živalskega izvora. Je esencialna maščobna kislina, ki je v prehranskih raziskavah označena, kot glavna predstavnica večkrat nenasičenih maščobnih kislin.

Predstavnici trikrat nenasičenih m. ksl. sta  $\alpha$  (alfa)-linolenska in  $\gamma$  (gama)-linolenska kislina. V maščobah listov in korenin pogosteje najdemo  $\alpha$ -linolensko kislino, ki sestavlja tudi mnoge semenske maščobe rastlin, ki uspevajo v severnejših področjih. Manj razširjeno  $\gamma$ -linolensko kislino najdemo v maščobah semen mnogih rastlin (jagodičevje), v nekaterih algah, gobah ter v nekaterih živalskih tkivih.

V nekaterih algah se nahajajo maščobne kisline, ki imajo v svoji strukturi pet dvojnih vezi. Največkrat nenasičene m. ksl. pa se pojavljajo kot gradniki živčnega in imunskega sistema pri sesalcih in hladnokrvnih morskih živalih in vsebujejo do šest dvojnih, nenasičenih vezi (Pond, 1998).

V jajcih in drobovini najdemo večje količine arahidonske kisline, ki je izključno živalskega izvora. Eikozapentaenojska (EPA) in dokozaheksaenojska (DHA) kislina sta v omembe vrednih količinah prisotni v mesu bolj mastnih rib (slaniki, skuše) in v jetrnem olju polenovk in morskega lista (Min in Bradley, 1992). Prisotni sta tudi v planktonu.



Poleg omenjenih maščobnih kislin, kislinskih izomer in molekul s podobno sestavo, so poznane še mnoge druge maščobne kisline z bolj kompleksno sestavo, ki se v naravi redko pojavljajo. Le te vsebujejo konjugirane nenasičene sisteme (t. i. puničična kislina), trans obliko dvojnih vezi (kolumbinska kislina), trojne vezi (krepenična kislina) ali nadomestne funkcionalne skupine (ricinoleinska kislina). Nekatero med njimi občasno zaužijemo s prehranskimi maščobami.

**Preglednica 8: Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih maščob. Utežni delež od skupnih maščobnih kislin (%) (Salobir, 2001).**

vrsta maščobe	nasičene maščobne kisline					nenasičene maščobne kisline						
	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1 n-9	C18:2 n-6	C18:3 n-3	C22:1 n-9	C20:4 n-6	C20:5 n-6	C22:6 n-3
goveji loj		2	3-6	25	24-25	38,4	1-2	-	-	0,4	-	-
svinjska mast	-	1	0,8-3	25	12-14	4,9	6-10	0,1	-	0,4	-	-
kokošja mast	-	0,2	1,3	23,2	6,4	41,6	18,9	1,3	-	-	-	-
jajčne maščobe	-	-	0,3	25,9	8,6	44,6	10,9	1,4	-	1,3	-	0,8
kokosovo olje	14,9	48,5	17,6	8,4	2,5	6,5	1,5	-	-	-	-	-
sončnično olje	-	0,5	0,2	6,8	4,7	18,6	68,2	0,5	-	-	-	-
olivno olje	-	-	-	13,7	2,5	71,7	10,0	0,6	-	-	-	-
kakavova mast	-	-	0,1	25,8	34,5	35,3	2,9	-	-	-	-	-
bučno olje	-	-	-	15,0	4,8	23	51	0,5	-	-	-	-
koruzno olje	-	-	-	12,2	2,2	27,5	57	0,9	-	-	-	-
sojino olje	-	-	0,1	11,0	4,0	23,4	53,2	7,8	-	-	-	-
ribje olje	-	-	6	13	3	28	2	sledovi	-	4	18	12

### 2.2.3 Biosinteza maščobnih kislin

Človek lahko sintetizira na novo sebi lastne maščobne kisline iz zaužitih maščob ali pa iz ogljikovih hidratov.

#### 2.2.3.1 Biosinteza nasičenih maščobnih kislin

Sesalci lahko iz ogljikovih hidratov in/ali beljakovin na novo sintetizirajo lastne nasičene maščobne kisline. Sintetizirajo lahko maščobne kisline od 4 C atomov tja do 26 C atomov s podaljšanjem verige za 2 C atoma. Najpogostejši nasičeni maščobni kislini pri sesalcih sta palmitinska (C 16:0) in stearinska kislina (C 18:0), ki se sintetizirata predvsem pri ogljikohidratni prehrani.

Sinteza nasičenih maščobnih kislin poteka predvsem v jetrih in adipocitih pri prevladujoči ogljikohidratni prehrani. Končni produkt je navadno palmitinska kislina, včasih tudi stearinska kislina, ki se najprej desaturira.

### 2.2.3.2 Biosinteza enkrat nenasičenih maščobnih kislin

Živali rastline in ljudje lahko nasičene maščobne kisline pretvorijo s pomočjo membransko vezane  $\Delta 9$ -desaturaze v enkrat nenasičene maščobne kisline (Simopoulos, 2000).

Encim  $\Delta 9$ -desaturaza odcepi dva vodikova atoma na 9. in 10. C atomu gledano po IUPAC nomenklaturi. Tako nastajajo enkrat nenasičene maščobne kisline. Encim  $\Delta 9$ -desaturaza ima največjo afiniteto do stearinske kisline, pri tem pa nastaja oleinska kislina, ki je najpogostejša enkrat nenasičena maščobna kislina. Predvidevajo, da zaradi visoke afinitete  $\Delta 9$ -desaturaze do stearinske kisline, ta kislina ne povzroča arterioskleroze.

### 2.2.3.3 Biosinteza večkrat nenasičenih maščobnih kislin

Za razliko od živali lahko rastline pretvorijo oleinsko kislino v linolno z encimom  $\Delta 12$ -desaturazo in naprej s pomočjo encima  $\Delta 9$ -desaturaza v  $\alpha$ -linolensko kislino. Tako dobimo za človeka esencialni maščobni kislini skupine n-3 in n-6. Za nadaljno desaturacijo nenasičenih maščobnih kislin so odgovorne  $\Delta 6$ - ,  $\Delta 5$ - in  $\Delta 4$ -desaturaze. S pomočjo večkratnih podaljševanj in desaturacij dobimo različne maščobne kisline, katere so nujno potrebne za nemoteno delovanje organizma. Pri ljudeh in živalih se nova dvojna vez ne more tvoriti na mestih n-3 in n-6. Maščobne kisline iz družine n-3 in n-6 se lahko tvorijo samo iz linolne in  $\alpha$ -linolenske kisline.

Večkrat nenasičene maščobne kisline so prekurzorji eikozanoidov ter sestavni deli fosfolipidov, kateri sestavljajo celične membrane (Simopoulos, 2000).

## 2.3 GLICERIDI

Gliceridi (lahko jih imenujemo tudi gliceroli) so spojine, ki nastanejo pri vezavi ene (monoacilgliceridi oz. monogliceroli) dveh (digliceridi oz. digliceroli) ali treh (trigliceridi oz. trigliceroli) enakih ali različnih molekul z glicerolom. Pri tej reakciji nastanejo ena, dve ali tri estrske vezi, izstopajo pa ena, dve ali tri molekule vode. Hidroksilna skupina vezana v molekuli glicerola ter vodik vezan v funkcionalno karboksilno (COOH) skupino maščobne kisline pri reakciji skupaj tvorita vodo (Boyer, 1998).

S prehranskega stališča so gliceridi pomembnejši, kot posamezne maščobne kisline. Večina lastnosti maščobnih kislin se odraža tudi v lastnostih trigliceridov, ki jih le te m. ksl. sestavljajo. Mono in digliceridi, v katerih sta le ena ali dve hidroksilni skupini v glicerolu zaestreni, imajo tako hidrofobne kot lipofilne lastnosti in se zato uspešno uporabljajo kot emulgatorji in stabilizatorji penjenja v proizvodnji hrane (Hudson, 2003).

### 2.3.1 Monogliceridi in digliceridi

V reakciji vezave prve maščobne kisline na molekulo glicerola nastane kot produkt spojina imenovana 1-monoacilglicerol, poleg tega pa tudi izomerna oblika te spojine imenovana 2-monoacilglicerol. Med shranjevanjem te zmesi se vzpostavi ravnotežno razmerje med obema oblikama, v katerem je okoli 90 % 1-monoacilglicerolnih molekul in okoli 10 % 2-monoacilglicerolnih. Monogliceridi in digliceridi nastajajo v bazično katalizirani reakciji interesterifikacije iz trigliceridov in glicerola. Največkrat se uporablja neprečiščena nastala zmes, v določenih primerih pa se zmes prečisti s t. i. molekularno destilacijo. V proizvodnji hrane so monogliceridi pomembni kot stabilizatorji emulzij vode v maščobi (proizvodnja margarine) in emulzij maščob v vodi (umetna smetana).

### 2.3.2 Trigliceridi

Tvorijo okoli 90 % sestavnih delov vseh užitnih olj in masti. V splošnem vsebujejo od štiri do deset značilnih količin maščobnih kislin, ki niso naključno razporejene, ampak sledijo določenim principom, to pa omogoča obstoj velikega števila različnih trigliceridov.

V oljih in masteh rastlinskega izvora se večinoma nasičene maščobne kisline nahajajo na prvem in tretjem ogljikovem atomu v molekuli glicerola, nenasičene pa zasedajo drugi ogljikov atom.

Pri živalskih maščobah velja obraten način porazdelitve, razen pri prežvekovalcih (goveji loj, ovčji loj, mlečna maščoba), kjer je razporeditev pretežno naključna. Položaji nasičenih in nenasičenih maščobnih kislin v trigliceridih so pomembni pri določanju trdnosti, elastičnosti in talilnih lastnosti in vplivajo na teksturo hrane v kateri se nahajajo. Najbolj opazne razlike v fizikalnih lastnostih se kažejo pri trigliceridih, ki vsebujejo eno nenasičeno in dve nasičeni maščobni kislini, kjer se pojavljata dve izomerni obliki, in sicer je lahko zaporedje vezave m. ksl. na glicerol nasičena, nenasičena, nasičena ali pa nasičena, nasičena, nenasičena (preglednica 9).

Med relativno trde rastlinske maščobe, ki imajo zaporedje vezave m. ksl. na glicerol nasičena, nenasičena, nasičena, uvrščamo kakavovo maslo. Telesna temperatura povzroča zelo hitro taljenje te maščobe, ki je zato idealni sestavni del čokolade, raznih polnil in sladkih prelivov. V primeru, da taki maščobi dodamo neko drugo z zaporedjem vezave m. ksl. na glicerol nasičena, nasičena, nenasičena, dobimo t. i. mešane trigliceride, ki imajo nižje tališče in višjo stopnjo taljenja, uporabljajo pa se v pekarstvu in pri izdelavi margarine.

**Preglednica 9: Temperature tališč (°C) nekaterih maščobnih kislin in gliceridov teh kislin (Hudson, 2003).**

maščobna kislina	čista oblika	1-monoglicerid	1,3-diglicerid	triglicerid
C 12:0	44	63	56	46
C 14:0	54	70	65	57
C 16:0	63	77	72	65
C 18:0	70	81	78	73
C 18:1 n-9 (cis)	16	35	21	5
C 18:1 n-9 (trans)	44	58	55	42
C 18:2 n-6	-6	12	-3	-13

Stabilnost (talilne lastnosti, značilnosti kristaliziranja) čistih in mešanih trigliceridov je predvsem odvisna od kontrole zadrževalnih časov in temperatur skladiščenja. Glede na to, da obstajajo v številnih, točno poznanih oblikah so med njimi najstabilnejši tisti z najvišjo temperaturo tališča.

Ločevanje naravnih maščob na posamezne frakcije poteka z različnimi fizikalnimi postopki v industrijskih procesih in je lahko suho, mokro ali s toplili, pri vseh pa je nujno primerno in natančno reguliranje temperature. Užitno maščobo, npr. svinjsko mast, palmovo olje, olje palmovih koščic in olje kokosovih semen, lahko s suhim postopkom, ki vključuje stiskanje in filtriranje ločimo na dve komponenti, in sicer v kristalno snov z višjim tališčem in v tekoče olje. Pri mokrem postopku, ki je učinkovitejši v primerjavi s suhim, gre za mešanje maščob v vodno raztopino površinsko aktivne snovi, ki razprši kristalno frakcijo v vodni fazi. Ločevanje s toplili je najučinkovitejše in omogoča ločevanje največjega števila frakcij glede na stopnjo nasičenosti. Kot topilo se največkrat uporablja aceton, produkt ločevanja pa so trigliceridi, ki imajo vse maščobne kisline nasičene, vse maščobne kisline nenasičene, oz. dve nenasičeni in eno nasičeno.

## 2.4 KEMIČNE SPREMEMBE TRIACILGLICERIDOV V ŽIVILIH

### 2.4.1 Hidrolitske spremembe

Hidrolitske spremembe potekajo pod vplivom lipaze. To so encimi, ki se nahajajo v raznih živilih (sadje, zelenjava, mleko, žitarice), v prebavnem traktu sesalcev ali pa jih izločajo mikroorganizmi, kot sekundarne metabolite. Lipaze s svojim hidrolitskim delovanjem odcepljajo kratkoverižne maščobne kisline (krajše od 14 ogljikovih atomov) iz maščob kar močno vpliva na aromo živila.

V svežem mleku se kot produkt lipolize pojavlja nezaželen žarek okus, medtem ko je pri zorenju nekaterih sirov lipoliza nujno potrebna za razvitje specifične arome. Prav tako je rahla lipoliza zaželjena v proizvodnji čokolade (Zelenik-Blatnik, 1992).

Lipaze različnih izvorov kažejo različno stopnjo specifičnosti, ki se nanaša na določeno maščobno kislino ali na mesto estrske vezi, ki se cepi. Lipaza pankreasa hidrolizira prvenstveno estrske vezi na mestih 1 in 3 v triacilglicerolih in vezi maščobnih kislin s kratko verigo. Pri tem se kot vmesni produkti tvorijo mono in diacilgliceroli, ki delujejo kot emulgatorji (Zelenik-Blatnik, 1992).

**Preglednica 10: Viri in specifičnost lipaz (Belitz in Grosch, 1999).**

odcepljeno iz triacilglicerola	izvor encima lipaze
acilne verige na mestu 1 in 3	pankreas, mleko, <i>Pseudomonas fragi</i> , <i>Penicilium roqueforti</i>
acilne verige na mestu 1, 2 in 3	oves, ricinusovo seme, <i>Aspergillus flavus</i>
oleinska in linolna kislina na mestih 1, 2 in 3	<i>Geotrichum candidum</i>

Poleg številnih rodov plesni *Aspergillus* in *Penicilium* razgrajujejo kratko in srednje verižne maščobne kisline v mleku, kokosovem orehu in palmovem olju do aromatičnih metil ketonov tudi rodovi *Ascomycete*, *Phycomycete* in t. i. *fungi imperfecti* (Belitz in Grosch, 1999).

Linolna in linolenska kislina, ki se sprostita v živilu zaradi hidrolize, v emulgirani obliki že v zelo nizki koncentraciji povzročata grenko-pekoč okus. Encimska razgradnja maščob in s tem nastanek prostih maščobnih kislin se v manjšem obsegu pojavlja pri drobljenju oljnih semen v procesu pridobivanja maščob. To predstavlja tehnološki problem, saj proste višje maščobne kisline povzročajo penjenje in jih je potrebno odstraniti med rafiniranjem.

Za lipolitične encime mikrobnege izvora je značilna visoka toplotna stabilnost, ki lahko povzroča precejšnje spremembe v kakovosti nekega živila med shranjevanjem kljub obdelavi pri visoki temperaturi. Tak primer so lipaze mikroorganizma *Pseudomonas fluorescence*, ki so aktivne še celo po obdelavi 42 s pri temperaturi 160 °C (Belitz in Grosch, 1999).

#### 2.4.2 Oksidativne spremembe

Oksidativne spremembe obsegajo reakcijo oksidacije nenasičenih maščobnih kislin (oleinske, linolne, linolenske) v triacilglicerolih v hrani s kislikom v hidroperokside, ki se nato razgrajujejo v različne hlapne in manj hlapne spojine. Ta proces lahko poteka kot avtooksidacija ali pa kot encimsko katalizirana oksidacija pod vplivom lipoksigenaz.

Med oksidativne spremembe spada tudi **avtooksidacija**.

**Avtooksidacija** je spontana neencimska oksidacija maščob z zračnim kisikom, je verižna reakcija prostih radikalov in obsega 4 stopnje:

**1. stopnja - INCIJACIJA:** molekule maščobe (RH) se aktivirajo s toploto, svetlobo ali kovinskim katalizatorjem in se cepijo v nestabilne radikale ( $R^\circ$  in  $H^\circ$ ); počasne reakcije.

**2. stopnja - RAZVOJ:** radikali ( $R^\circ$ ) reagirajo z  $O_2$ , nastanejo peroksidni radikali ( $ROO^\circ$ ), ki reagira z novo molekulo RH nastane hidroperoksid ( $ROOH$ ) in prost radikal ( $R^\circ$ ), s čimer se nadaljuje verižna reakcija; hidroperoksidi so nehlapni, brez vonja in okusa; njihova tvorba in akumulacija pomenita začetek avtooksidacije, ne pa tudi pojava žarkosti;

**3. stopnja - cepitev hidroperoksidov:** hidroperoksidi so neobstojni: ko se njihova koncentracija v sistemu poveča, se cepijo v spojine z majhnimi molekulami, ki v nadaljnjih reakcijah tvorijo spojine z neprijetnim, žarkim vonjem in okusom (aldehidi, alkoholi, ketoni, karbonili, kisline itd.);

**4. stopnja - zaključek avtooksidacije:** konec avtooksidacije je medsebojna reakcija prostih radikalov, pri tem se tvorijo kemijsko nevtralne spojine (naravna prekinitev avtooksidacije).

Sami hidroperoksidi, ki so nehlapni, brez vonja in okusa, vstopajo v vrsto reakcij, ki vodijo do še več prostih radikalov in stabilnih končnih produktov, ki pa so predvsem karbonilne spojine (aldehidi, metil ketoni) s kratko verigo, povzročajo pa žarek vonj in mnoge stranske reakcije ter poslabšanje kvalitete.

Mejne vrednosti zaznave vonja metil ketonov so precej višje kot pri aldehydih. Pri zorenju sirov s plesnijo so ti produkti bistveni pri oblikovanju specifične arome, v mleku, palmovem olju in kokosu pa so nezaželeni in tvorijo t. i. dišečo žarkost (Belitz in Grosch, 1999).

## 2.5 ESENCIALNE MAŠČOBNE KISLINE

Esencialne maščobne kisline ali njihovi derivati so maščobne kisline, ki so potrebne za normalno rast in razvoj in ki jih človeško telo ne more sintetizirati v zadostnih količinah. Esencialni maščobni kislini sta linolna (C 18:2 n-6) in  $\alpha$ -linolenska (C 18:3 n-3). Za  $\alpha$ -linolensko kislino še ni znana nobena esencialna vloga v presnovi, razen vloga prekursorja za sintezo EPA in DHA (Innis, 1996). Pogojno esencialne maščobne kisline pa so derivati esencialnih m. ksl: arahidonske kisline (C 20:4 n-6), dokozaheksaenojske DHA (C 22:6 n-3) in eikozapentaenojske kisline EPA (C 20:5 n-3).

**Preglednica 11: Vsebnost n-3 maščobnih kislin v nekaterih maščobah v g/100 g živila (Simopolos, 1992).**

izvor maščobe	maščobna kislina C 18:3n-3
laneno seme	53,3
repično seme	11,1
orehi	10,4
pšenični kalčki	6,9
soja	6,8
paradižnikovo seme	2,3
riževi otrobi	1,6

### 2.5.1 Strukturne značilnosti esencialnih maščobnih kislin

Različne strukture maščobnih kislin so različno učinkovite pri zmanjšanju simptomov pomanjkanja EMK (esencialnih maščobnih kislin). Družina n-9 maščobnih kislin te aktivnosti nima. Učinkovitost družine n-6 maščobnih kislin pa je odvisna od njihove strukture. Učinkovite so maščobne kisline cis-konfiguracije, maščobne kisline trans-konfiguracije pa so učinkovite le ob prisotnosti osnovnega vzorca n-6 kislin cis-konfiguracije.  $\alpha$ -linolenska kislina, n-3 maščobna kislina, je manj učinkovita kot linolna kislina, n-6 maščobna kislina, toda njeni derivati, večkrat nenasičene in dolgoverižne maščobne kisline, so bolj učinkoviti (Innis, 1996).

### 2.5.2 Vloga esencialnih maščobnih kislin

**Preglednica 12: Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline hrane, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir, 2001)**

vsakdanje ime	kratka oznaka	učinek vloga
nasičene kisline		
– lavrinska	C 12:0	zvišuje raven holesterola v krvi (aterogena)
– miristinska	C 14:0	najbolj aterogena
– palmitinska	C 16:0	aterogena
– stearinska	C 18:0	pospešuje strjevanje krvi(trombogena)
enkrat nenasičene		
– palmitoleinska	C 16:1	znižuje raven holesterola, ni podvržena peroksidaciji
– oljna (oleinska)	C 18:1	znižuje raven holesterola, ni podvržena peroksidaciji antiaterogena
večkrat nenasičene		
– linolna	C 18:2 n-6	esencialna m. k. predstopnja arahidonske
– $\alpha$ -Linolenska	C 18:3 n-3	esencialna m. k. predstopnja EPA in DHA
– $\gamma$ -Linolenska	C 18:3 n-6	funkcionalna pri multipli sklerozi
– dihomo	$\gamma$ - C 20:3 n-6	predstopnja tkivnih hormonov n-6 vrste
– linolenska	C 20:4 n-6	predstopnja tkivnih hormonov n-6 vrste
– arahidonska	C 20:5 n-3	predstopnja tkivnih hormonov n-3 vrste
– EPA	C 22:6 n-3	gradnik možganov, živčevja, očesne mrežnice,
– DHA		pomembna za razvoj možganov, mrežnice

EMK so esencialne, ker so:

- sestavine celičnih membran in
- prekursorji eikozanoidov, fiziološko zelo aktivnih metabolitov

Zaradi pomanjkanja EMK se pojavijo tudi spremembe v lastnosti membrane, npr. v prepustnosti za vodo in za majhne molekule. Gurr (1993) navaja, da se spremembe na molekularni ravni kažejo v slabši sposobnosti živali za izkoriščanje zaužite energije, potrebne za rast in vzdrževanje telesnih funkcij.

Stabilnost in integriteta membrane ter njena sposobnost vzdrževanja okolja za učinkovito funkcioniranje encimov, receptorjev in drugih proteinov, ki so vključeni v lipidno membrano, je na nepojasnen način odvisna od prisotnosti lipidov s točno določenim vzorcem večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Gurr, 1993).

Eikozanoidi so biološko aktivne snovi s številnimi fiziološkimi funkcijami, ki nastanejo iz arahidonske kisline in drugih C 20 in C 22 večkrat nenasičenih kislin n-3 in n-6 družin. Te funkcije so vspodbujanje krčenja gladkega mišičja, inhibicija ali stimulacija adhezije trombocitov (krvnih ploščic), kar je razlog za širjenje in ožanje krvnih žil, kar vpliva na krvni tlak. Dokazano je, da sprememba količine in tipa n-6 in n-3 maščobnih kislin v prehrani vpliva na spekter proizvedenih eikozanoidov (Gurr, 1993).

### **2.5.2 Vloga n-3 maščobnih kislin**

V človeškem organizmu imajo n-3 maščobne kisline mnogotere funkcije in učinke, ki se odražajo na zdravju, storilnosti in dobrem počutju človeka. V literaturi najdemo ogromno število objav, ki prinašajo dokaze za ugoden vpliv n-3 maščobnih kislin na fiziološke funkcije ter preprečevanje ali zdravljenje bolezni. Po Connorju (2000 in 2001), Simopoulosovi (1994), Gurru (2000), Jonesu in Kubowu (1999), Bruinsmanu in Tarenu (2000), Dewaillyu in sod. (2001), Deckerju in sod. (1998) ter Hamazakiju in Okuyami (2001) lahko na kratko povzamemo pri katerih fizioloških funkcijah, stanjih in boleznih so ugotovili ugoden vpliv n-3 maščobnih kislin:

- kot gradniki živčnega tkiva ugodno vplivajo na razvoj možganov in mrežnice v pre- in postnatalnem obdobju,
- ugodno vplivajo na kognitivne in psihomotorične sposobnosti otrok ter na ostrino vida,
- ugoden vpliv na sposobnost koncentracije in bralno sposobnost otrok (disleksija),
- delujejo antidepresivno in zmanjšujejo nagnjenost k suicidnosti,
- zmanjšujejo agresivnost in pojavnost kriminalnih dejanj,
- ugodno vplivajo na razvoj kosti in hrustanca,
- zmanjšujejo krvni tlak,
- delujejo antiaterogeno, preprečujejo bolezni srca in ožilja in ugodno vplivajo na potek bolezni,
- imajo antiaritmični učinek,



- zavirajo vnetne procese,
- ugodno vplivajo na delovanje imunskega sistema (uravnavajo),
- preprečujejo in blažijo artritične procese,
- izboljšajo potek ulcerativnega kolitisa ter
- zmanjšujejo pogostost raka.

Pomanjkanje EMK lahko prizadene živali in ljudi, vendar je to stanje najboljše proučeno pri laboratorijskih podganah. Simptomi pomanjkanja so dermatoze kože, večja propustnost kože za vodo, zmanjšana sta rast in razvoj telesa ter degenerirane oz. poškodovane funkcije številnih organov, posebno ledvic.

### 3 MATERIAL IN METODE

Cilj naloge je bila določitev vsebnosti vode, skupnih maščob v semenih petih različnih kultivarjev hrušk ter ugotoviti maščobnokislinsko sestavo maščob pridobljenih iz teh semen.

#### 3.1 PRIPRAVA VZORCEV ZA ANALIZO

Za analizo smo izbrali pet različnih kultivarjev hrušk: Packhams, Abate Fetel, Confernce, Passe Crassane in Viljamovka. Najprej smo iz plodov pobrali peške, jih posušili ter zmleli. Posamezne vzorce zmletih hruškinih semen smo najprej stehali, nato je sledil postopek določitve vsebnosti vode, skupnih maščob in maščobnokislinske sestave.

#### 3.2 DOLOČITEV VSEBNOSTI VODE

Vodo smo določili s sušenjem homogenega zdrobljenega vzorca v sušilniku pri 105 °C do konstantne teže ob tehtanju svežega in suhega vzorca (Plestenjak in Golob, 1996).

Steklene tehtiče smo predhodno osušili, nato ohladili v eksikatorju ter jih natančno stehali (a).

V osušene tehtiče smo zatehtali po 3 g vzorcev (v prah zmletih hruškinih pešk) ter zabeležili mase vzorcev (b) na 4 decimalke natančno. Tehtiče z vzorci smo nadalje postavili v sušilnik, ki je bil ogret na 105 °C ter vzorce sušili približno 1 h oziroma do konstantne mase. Po končanem sušenju smo tehtiče z vzorci znova ohladili v eksikatorju in jih stehali (c).

Vsebnost vode smo izračunali po formuli 1.

$$\% \text{ vode v zračno suhem vzorcu} = (c-a)/b * 100$$

a=masa tehtiča

b=masa vzorca pred sušenjem

c=masa tehtiča in vzorca po sušenju

...(1)

#### 3.3 DOLOČITEV VSEBNOSTI SKUPNIH MAŠČOB

Pri tej metodi vzorec kuhamo s HCl, da popolnoma razkrojimo beljakovine. Izločene maščobe odfiltriramo in ekstrahiramo z organskim topilom v Soxhletovem aparatu.

Metoda temelji na hidrolizi vzorcev s klorovodikovo kislino, ekstrakciji maščob z petroletrom in tehtanjem dobljenih maščob.

Pribor in reagenti:

- aparat po Soxhletu
- čaša, 200 ml
- lij za filtriranje, 12 - 15 cm
- urna stekla
- merilni valj, 100 ml
- steklene palčke
- filtrirni papir, 27cm
- koncentrirana HCl
- topilo (petroleter ali dietileter)
- 5 bučk z oznakami (Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crassane, Viljamovka).

V stekleno čašo smo najprej zatehtali (a) okoli 3 g homogenega vzorca. V vsak vzorec smo dodali 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCl. Steklene čaše z vzorcem smo nato postavili na kuhalnik, pokrili z urnim steklom in pustili, da je vsebina približno 30 min polagoma vrela. Opisani postopek hidrolize povzroči sprostitvev vezanih lipidov in s tem možnost ekstrakcije in detekcije le teh.

Po preteku hidrolize smo še vročo zmes filtrirali in spirali z vročo destilirano vodo. Eluat, smo preiskovali z  $\text{AgNO}_3$  do negativne reakcije na  $\text{Cl}^-$  ione oz. do prenehanja nastanka bele oborine.

Pri filtraciji ostanejo maščobe kvantitativno na filter papirju. Filtrni papir smo prenesli na urno steklo in sušili na  $105\text{ }^\circ\text{C}$  približno eno uro.

V primeru da filternega papirja z filtratom ne bi sušili, na Soxhletovi aparaturi ne bi prišlo do pravilne oz. zadostne ekstrakcije maščob in bi tako povzročili napako. Seveda pa lahko pride tudi do obratne reakcije, npr. če bi bil filterni papir presuh. Tak filtrirni papir bi lahko v nadaljevanju postopka počil, kar bi povzročilo izgubo določenega dela filtrata in s tem napako pri rezultatih.

Po sušenju smo dali osušen filtrirni papir s filtratom v ekstrakcijski tulec, ga pokrili z vato ter tulec namestili v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata. Na spodnji del nastavka smo pritrdili ustrezno bučko, ki smo jo predhodno posušili, ohladili in stehali (b). Na zgornjem delu nastavka ekstrakcijskega nastavka smo preko nameščenega vzorca dodali zadostno količino topila petrol etra. Po končani ekstrakciji, ki je potekala 3 h, smo topilo oddestilirali, ostanek v bučki pa sušili eno uro pri  $105\text{ }^\circ\text{C}$ . Sledilo je ohlajevanje bučk in tehtanje.

Skupno količino maščob v vzorcu smo izračunali po formuli 2.

$$\% \text{ maščobe v zračno suhem vzorcu} = (c-b)/a \cdot 100$$

a...masa vzorca

b...masa bučke

c...masa bučke in ekstrahiranih maščob

### 3.4 DOLOČITEV VSEBNOSTI POSAMEZNIH MAŠČOBNIH KISLIN

Pri določanju vsebnosti maščobnih kislin smo uporabili metodo (Garces in Mancha, 1993), ki v enem koraku omogoča ekstrakcijo lipidov iz vzorca, transmetilacijo lipidov in izločanje metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK). Analizirali smo pet različnih kultivarjev (Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crasane in Viljamovka). Analiza je potekala v treh paralelkah, avtomatski podajalnik na plinskem kromatografu pa je iz vsake pararelke 3-krat injiciral vzorec.

Metilni estri maščobnih kislin so bolj hlapni kot odgovarjajoče maščobne kisline, so manj polarni ter se manj adsorbirajo. Zaradi naštetih lastnosti predstavljajo prednost pri kromatografski analizi saj dajejo pravilnejše rezultate in omogočajo oblikovanje lepših vrhov na kromatogramu (Sempore in Bezard, 1996).

V vialo smo zatehtali okoli 70 mg fino zmletega vzorca ter zatehtali 100  $\mu$ l raztopine internega standarda (70 mg), ki smo jo že predhodno pripravili iz natančno odtehtane količine internega standarda kateremu smo dodali mešanico metanola in heptana. Kot interni standard smo uporabili heptadekanojsko kislino (C 17:0).

Masa internega standarda (int. st. ) v vsaki viali je bila približno 3 mg, točno količino pa smo izračunali iz mase in koncentracije raztopine, ki smo jo odpipetirali v določeno vialo. Po dodatku int. st. smo dodali v vsako vialo še 3,2 ml mešanice reagentov, ki so jo sestavljali metanol, benzen, 2,2 dimetoksi propan in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. v razmerju 37:20:5:2 ter nato še 1,8 ml heptana. Viale smo nepredušno zaprli in jih 120 min segrevali na vodni kopeli pri temperaturi 80 °C. Zmes v vialah smo ohladili in iz nastale heptanske plasti na vrhu vzeli 1 ml raztopine metilnih estrov ter jo prenesli v vialo na plinskem kromatografu.

Na plinskem kromatografu smo najprej kot referenčni standard analizirali standardno raztopino metilnih estrov višjih maščobnih kislin. Po končani analizi smo s pomočjo internega standarda iz kromatografskih vrhov izračunali količino posamezne maščobne kisline.

Pogoji na plinskem kromatografu:

Plinski aparat: Agilent Technologies 6890N:

- kolona: supelco-spb pufa: 30 m  $\times$  0,25 mm  $\times$  0,2  $\mu$ m
- 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: 1 ml/min
- pretok N<sub>2</sub>: 45 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.

### 3.5 STATISTIČNA ANALIZA

Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS Software. Version 8. 01, 1999). V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Osnovne statistične parametre smo izračunali s proceduro MEANS, s proceduro UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve. Pri obdelavi podatkov s statističnim modelom smo uporabili proceduro GLM (General Linear Model).

V statistični model smo vključili vpliv kultivarja hrušk. Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

Statistični model 1:

$$y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

$y_{ij}$  = opazovana vrednost

$\mu$  = povprečna vrednost

$S_i$  = vpliv  $i$ -tega kultivarja hrušk;  $i$  = Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe, Crassane, Viljamovka

$e_{ij}$  = ostanek.

## 4 REZULTATI

### 4.1 VSEBNOST VODE

Vsebnost vode smo različnim kultivarjem hrušk določili takoj na začetku, tudi z namenom nadaljnje interpretacije rezultatov pri določanju skupnih maščob v suhi snovi vzorca.

Eksperimentalno smo ugotovili, da analizirani kultivarji hrušk (Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crassane in Viljamovka) vsebujejo od 5,21 % pa do 5,77 % vode.

Najmanj vode v peškah vsebuje Viljamovka največ pa kultivar Packhams. Izračunana povprečna vrednost vode v vseh kultivarjih skupaj je 5,53 %.

**Preglednica 13: Vsebnost vode v peškah petih različnih kultivarjev hrušk.**

<b>kultivar hrušk</b>	<b>voda (g/100g vzorca)</b>
Packhams	5,77
Abate Fetel	5,58
Conference	5,45
Passe Crassane	5,65
Viljamovka	5,21

Vsebnost vode je v peškah vseh petih kultivarjev zelo podobna. Ni nobenih večjih odstopanj, kar lahko kaže tudi na enako stopnjo zrelosti plodov.

### 4.2 DOLOČITEV VSEBNOSTI MAŠČOBE V PEŠKAH

Vsebnost maščobe v vzorcih pešk petih različnih kultivarjev hrušk smo določali po metodi, kot sta jo opisali Plestenjak in Golob (1996). Kot topilo za ekstrakcijo smo uporabili petrol eter.

**Preglednica 14: Vsebnost maščob v suhi snovi v peškah petih različnih hrušk**

<b>kultivar hrušk</b>	<b>skupne maščobe (%) v suhi snovi</b>
Packhams	19,6
Abate Fetel	22,3
Conference	22,4
Passe Crassane	17,4
Viljamovka	29,5

Iz analize smo ugotovili, da peške vsebujejo od 17,4 % do 29,5 % maščob.

Najmanj maščob v peškah vsebuje a Passe Crassane (17,4 %) največ pa Viljamovka (29,5 %). Povprečna vrednost maščob vseh analiziranih je 22,2 %.

#### 4.3 DOLOČITEV VSEBNOSTI MAŠČOBNIH KISLIN V PEŠKAH

Pri analiziranju maščobnokislinske sestave pešk hrušk smo določili 4 maščobne kisline in sicer: dve nasičeni, eno enkrat nenasičeno in eno dvakrat nenasičeno.

**Preglednica 15: Vsebnost posameznih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev hrušk.**

peške kultivarja	maščobne kisline (mg/100 g)				
	skupaj	C 16:0	C 18:0	C 18:1	C 18:2
Packhams	15,46	1,43	0,27	5,07	8,69
Abate Fetel	15,4	1,43	0,29	4,17	9,51
Conference	18,34	1,59	0,28	7,08	9,39
Passe Crassane	12,35	1,17	0,24	3,80	7,14
Viljamovka	17,38	1,8	0,29	4,39	10,90
$\bar{x}$	15,77	1,48	0,27	4,9	9,12

$\bar{x}$  - povprečna vrednost

Tako je iz preglednice 15 razvidno, da je v semenih vseh kultivarjev hrušk največ linolne kisline (C 18:2). Kultivar, ki vsebuje največ linolne kisline je Viljamovka (10,90 mg/100 g), najmanj linolne kisline pa vsebuje kultivar Passe Crassane (7,14 mg/100 g), ki vsebuje tudi najmanj maščobnih kislin. Linolni kislini po količini sledi oleinska kislina (C 18:1), ki jo je največ v peškah kultivarja Conference (7,08 mg/100 g), najmanj pa v kultivarju Passe Crassane (3,80 mg/100 g).

Ostale maščobne kisline so prisotne v bistveno manjših količinah. Največ palmitinske kisline (C 16:0) je v peškah kultivarja Viljamovka (1,8 mg/100 g), največ stearinske kisline (C 18:0) pa v peškah kultivarja Viljamovka in Abate Fetel (0,29 mg/100 g).

**Preglednica 16: Rezultati analize deleža maščobnih kislin različnih kultivarjev hrušk z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.**

maščobna kislina	n	$\bar{x}$	min	max	so	KV (%)
C 16:0	15	9,41	8,60	10,46	0,58	6,20
C 18:0	15	1,75	1,52	2,01	0,16	9,00
C 18:1	15	30,91	24,92	38,74	4,84	15,67
C 18:2	15	57,94	51,12	62,99	4,29	7,41

n - število obravnavanj;  $\bar{x}$  - povprečna vrednost; min - minimalna vrednost; max - maksimalna vrednost; so – standardni odklon; KV (%) - koeficient variabilnosti

V preglednici 16 in 17 so prikazani rezultati analize deležev maščobnih kislin v vseh kultivarjih hrušk ter izračunani osnovni statistični parametri ter vpliv kultivarja.

**Preglednica 17: Vpliv kultivarja hrušk na maščobnokislinsko sestavo (ut. % od skupnih maščobnih kislin) ( $\bar{x} \pm s$ , Duncanov test,  $\alpha=0,05$ ).**

mk/kultivar	Packhams	Abate Fetel	Conference	Passe Crassane	Viljamovka	P-vr.
C 16:0	9,26±0,06 <sup>c</sup>	9,27±0,13 <sup>c</sup>	8,65±0,06 <sup>d</sup>	9,49±0,07 <sup>b</sup>	10,38±0,09 <sup>a</sup>	<0,0001
C 18:0	1,72±0,02 <sup>c</sup>	1,87±0,02 <sup>b</sup>	1,55±0,03 <sup>e</sup>	1,97±0,04 <sup>a</sup>	1,65±0,02 <sup>d</sup>	<0,0001
C 18:1	32,79±0,24 <sup>b</sup>	27,11±0,31 <sup>d</sup>	38,60±0,14 <sup>a</sup>	30,76±0,29 <sup>c</sup>	25,25±0,41 <sup>e</sup>	<0,0001
C 18:2	56,22±0,16 <sup>d</sup>	61,75±0,28 <sup>b</sup>	51,20±0,07 <sup>e</sup>	57,78±0,21 <sup>c</sup>	62,73±0,32 <sup>a</sup>	<0,0001

<sup>a,b,c,d,e</sup> povprečja, ki imajo v oznaki enako črko, se med seboj statistično značilno ne razlikujejo ( $p>0,05$ ).

Iz preglednice 16 lahko razberemo, da vsebujejo analizirani kultivarji hrušk v povprečju največ linolne kisline (C 18:2) in sicer 57,94 ut. % in najmanj stearinske kisline, v povprečju 1,75 ut. %. Največji koficient variabilnosti ima oleinska kislina (15,67 %), kar pomeni, da so razlike v vsebnosti te kisline med kultivarji hrušk največje.

Pri linolni in oleinski kislini, ki ju je v maščobi hruškinih pešk največ, opazimo najvišje standardne odklone, kar kaže na največja odstopanja od povprečnih vsebnosti teh kislin zaradi visoke specifičnosti sestave kultivarjev.

Vsebnost določenih maščobnih kislin je statistično zelo visoko značilno odvisna ( $P<0,0001$ ) od kultivarja hrušk. Iz preglednice 17 lahko tudi razberemo, kakšen delež (ut. %) imajo posamezne maščobne kisline v skupni maščobno kislinski sestavi pešk.

Največji delež linolne kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Viljamovka (62,73 ut. %), najmanjši pa kultivar Conference (51,20 ut. %).

Največji delež oleinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Conference (38,60 ut. %), najmanjši pa kultivar Viljamovka (25,27 ut. %). Največji delež palmitinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Viljamovka (10,37 ut. %), najmanjši pa kultivar Conference (8,65 ut. %). Največji delež stearinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Passe crassane (1,97 ut. %), najmanjši pa kultivar Conference (1,55 ut. %).

Po analizi vzorcev pešk lahko vidimo, da prevladujejo večkrat nenasičene maščobne kisline (linolna kislina), najmanj pa je nasičenih maščobnih kislin (preglednica 18).



**Preglednica 18: Deleži (ut. %) nasičenih, enkrat nenasičenih in večkrat nenasičenih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev hrušk.**

peške kultivarja	maščobne kisline (ut. %)		
	nasičene	enkrat nenasičene	večkrat nenasičene
Packhams	10,98	32,79	56,23
Abate Fetel	11,13	27,11	61,75
Conference	10,20	38,6	51,20
Passe Crassane	11,46	30,77	57,77
Viljamovka	12,01	25,27	62,71
$\bar{x}$	11,16	30,91	57,93

$\bar{x}$  - povprečna vrednost

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

#### 5.1.1 Vsebnost vode

Eksperimentalno smo ugotovili da analizirani kultivarji hrušk (Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crassane, Viljamovka) vsebujejo od 5,2 % pa do 5,8 % vode. Izračunana povprečna vsebnost vode je 5,5 %.

Vsebnost vode se v kultivarjih hrušk ne razlikuje pomembneje, zato sklepamo, na podobno stopnjo dozorelosti sadežev.

Če primerjamo vsebnost vode v peškah različnih kultivarjev jabolk, grozdja in češenj z peškami različnih kultivarjev hrušk, dobimo naslednje podatke za primerjavo. Po ugotovitvah iz diplomskega dela Melite Kadunc (2005), ki je določala vsebnost vode v peškah sedmih različnih kultivarjev jabolk, vsebujejo le-te od 8,4 % do 15 % vode. Izračunana povprečna vrednost vode je bila 11,9 %. Iz teh podatkov lahko razberemo da jabolčne peške vsebujejo v povprečju več vode kot peške hrušk. Poleg zrelosti sadja ob obiranju, vplivajo na vsebnost vode v peškah tudi pogoji skladiščenja.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Blaža Malovrha (2004), ki je določal vsebnost vode v jedrcih različnih kultivarjev češenj, vsebujejo jedrca češenj od 7,3 % do 19,9 % vode. Izračunana povprečna vrednost vode v jedrcih je bila 11 %. Iz teh podatkov lahko razberemo, da jedrca češenj vsebujejo več vode kot peške hrušk in v približno enak % vode kot jabolčne peške.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Lidije Vidmar-Andrejašič (1978), ki je določala vsebnost vode v peškah različnih kultivarjev grozdja, vsebujejo peške grozdnih jagod od 4,2 % do 20,4 % vode. Izračunana povprečna vrednost vode v peškah različnih kultivarjev grozdja je bila 11,1 %. Iz teh podatkov lahko razberemo da peške grozdja vsebujejo več vode, kot peške hrušk in v povprečju približno enak % vode kot jabolčne peške in jedrca češenj.

#### 5.1.2 Vsebnost skupnih maščob

Vsebnost maščobe v vzorcih pešk petih različnih kultivarjev hrušk smo določali po metodi, ki sta jo opisali Plestenjak in Golob (1996). Kot topilo za ekstrakcijo smo uporabili petrol eter.

Iz analize smo ugotovili, da peške vsebujejo od 17,4 % do 29,5 % maščob v suhi snovi. Najmanj maščob v peškah vsebuje kultivar Passe crassane (17,4 %), največ pa kultivar Viljamovka (29,5 %). Povprečna vsebnost maščob vseh analiziranih kultivarjev je bila 22,2 %.

Različni raziskovalci so analizirali semena hrušk. Neubeller in Buchloh (1971) povzemata ugotovitve Huberta (1911), ki je določil 24,1 % skupne maščobe, Trulleja (1926), ki je določil 22-25 % skupnih maščob ter Pritzkerja in Jungkunza (1935), ki pa sta določila 19,4 % skupnih maščob. Po ugotovitvah Neubellerja in Buchlohja (1971) na vsebnost skupnih maščob v največji meri vpliva stopnja zrelosti. Novejših raziskav glede vsebnosti skupnih maščob v hruškinih peškah ni bilo zaslediti.

Tudi naši rezultati (povprečna vrednost 22,2 %) se gibljejo v mejah analiz, ki so jih opravili že prej omenjeni raziskovalci.

Če primerjamo vsebnost maščob v peškah različnih kultivarjev jabolk, grozdja in češenj z peškami različnih kultivarjev hrušk, dobimo naslednje podatke za primerjavo. Po ugotovitvah iz diplomskega dela Melite Kadunc (2005), ki je določala vsebnost maščob v peškah sedmih različnih kultivarjev jabolk, vsebujejo le-te od 17,1 % do 28 % maščob. Izračunana povprečna vrednost maščob v peškah vseh analiziranih kultivarjev jabolk je bila 23,4 %. Iz teh podatkov lahko razberemo da jabolčne peške vsebujejo v povprečju več maščob, kot peške hrušk, ki vsebujejo v povprečju 22,2 % maščob.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Blaža Malovrha (2004), ki je določal vsebnost maščob v jedrcih različnih kultivarjev češenj, vsebujejo jedrca češenj od 14,6 % do 47,2 % maščob. Izračunana povprečna vrednost maščob v jedrcih različnih kultivarjev češenj je bila 28,2 %. Iz teh podatkov lahko razberemo, da jedrca češenj vsebujejo v povprečju več maščob, kot peške hrušk in jabolk.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Lidije Vidmar-Andrejašič (1978), ki je določala vsebnost maščob v peškah različnih kultivarjev grozdja, vsebujejo peške grozdja od 4,2 % do 19,6 % maščob. Izračunana povprečna vrednost maščob v peškah različnih kultivarjev grozdja je bila 13,2 %. Iz teh podatkov lahko razberemo da grozdne peške vsebujejo v povprečju manj maščob kot peške hrušk in jabolk ter jedrca češenj.

### **5.1.3 Vsebnost maščobnih kislin**

Pri vseh kultivarjih hrušk predstavlja linolna kislina največji delež, povprečno 57,93 ut. %. Sledi ji oleinska kislina s povprečnim deležem 30,91 ut. %. Bistveno manjši delež predstavljata palmitinska (9,41 ut. %) in stearinska kislina (1,72 ut. %).

Največji delež linolne kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Viljamovka (62,71 ut. %), najmanjši pa kultivar Conference (51,20 ut. %).

Največji delež oleinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Conference (38,60 ut. %), najmanj pa kultivar Viljamovka (25,27 ut. %).

Največji delež palmitinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Viljamovka (10,37 ut. %), najmanj pa kultivar Conference (8,65 ut. %). Največji delež stearinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi kultivarji vsebuje kultivar Passe Crassane (1,97 ut. %), najmanj pa kultivar Conference (1,55 ut. %).

Delež linolne kisline v peškah kultivarja *Alexsander Lukas* je bil 46,3 ut. %, oleinske kisline 40,4 % ut. %, palmitinske kisline 8,6 % in stearinske kisline 1,4 ut. % (Neubeller in Buchloh, 1971). Če omenjene rezultate raziskave primerjam z našimi lahko opazimo, da je analizirani kultivar *Alexander Lukas* po rezultatih analize najbližje kultivarju *Conference* (linolna kisl. 51,20 %, oleinska kisl. 38,60 %, palmitinska kisl. 8,65 % in stearinska kisl. 1,55 %).

Če vzamemo za primerjavo deleže maščobnih kislin (ut. %) od skupnih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev jabolk in različnih kultivarjev češenj, dobimo naslednje podatke za primerjavo z deleži maščobnih kislin (ut. %) v peškah hrušk.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Melite Kadunc (2005), ki je določala deleže maščobnih kislin (ut. %) od skupnih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev jabolk, vsebujejo peške v povprečju 58,79 ut. % linolne kisline, 29,52 ut. % oleinske kisline, 7,72 ut. % palmitinske kisline in 1,96 % stearinske kisline.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Blaža Malovrha (2004), ki je določal deleže maščobnih kislin (ut. %) od skupnih maščobnih kislin v jedrcih različnih kultivarjev češenj, vsebujejo jedrca v povprečju 49,29 ut. % linolne kisline, 35,06 ut. % oleinske kisline, 10,38 ut. % palmitinske kisline in 3,30 % stearinske kisline.

Po ugotovitvah iz diplomskega dela Lidije Vidmar-Andrejašič (1978), ki je določala deleže maščobnih kislin (ut. %) od skupnih maščobnih kislin v peškah različnih kultivarjev grozdja, vsebujejo grozdne peške v povprečju 38,2 ut. % linolne kisline, 23,7 ut. % oleinske kisline, 18,2 ut. % palmitinske kisline in 11,8 % stearinske kisline.

Če primerjamo jabolčne, hruškine in grozdne peške ter jedrca češenj glede deležev maščobnih kislin (ut. %) od skupnih maščobnih kislin, ugotovimo, da imajo v povprečju največ linolne kisline (58,79 ut. %) jabolčne peške, največ oleinske kisline (35,06 ut. %) jedrca češenj, največ palmitinske kisline (18,2 ut. %), stearinske kisline (11,8 ut. %) pa grozdne peške.

## 5.2 SKLEPI

- Določili smo vsebnost in sestavo prehransko pomembnih maščobnih kislin v maščobi pešk petih različnih kultivarjev hrušk.
- Peške hrušk vsebujejo od 5,2 % do 5,8 % vode in od 17,4 % do 29,5 % skupnih maščob v suhi snovi.
- Peške hrušk vsebujejo največji delež linolne kisline, sledijo ji oleinska, palmitinska in stearinska kislina.
- Glede na sestavo in razmerje maščobnih kislin smo uvrstili maščobo v peškah hrušk v skupino maščob, ki vsebujejo največ linolne kisline.
- Maščoba v peškah hrušk vsebuje velike količine n-6 maščobnih kislin (linolna kislina), kar ni v skladu s sodobnimi prehranskimi priporočili glede razmerja vnosa maščobnih kislin v organizem, ki naj bi bilo v prid večjim količinam n-3 maščobnih kislin.

## 6 POVZETEK

Ljudje smo glede zdravega načina prehranjevanja in vpliva zaužite hrane na nemoteno delovanje organizma vedno bolj osveščeni. Nekatere stvari so dorečene v tolikšni meri, da lahko dokaj zanesljivo trdimo, da so novi nekonvencionalni viri hranil tisti produkti, ki bi lahko sodobnemu človeku zagotavljali zdrav način življenja in dobro počutje.

Vemo tudi, da se je delež skupnih maščob, v obdobju industrializacije in hitrega načina življenja, močno povečal. Predvsem se je povečal delež nasičenih in n-6 nenasičenih maščobnih kislin, zmanjšal pa delež n-3 nenasičenih maščobnih kislin, kar posledično vpliva na porast smrtnosti zaradi kardiovaskularnih bolezni.

Velik pomen za človekovo zdravje ima poleg maščobnokislinske sestave živil tudi vsebnost posameznih maščobnih kislin, ki jih zaužijemo v dnevni prehrani. Najbolj pomembne za človekovo zdravje so esencialne maščobne kisline saj človek iz njih sintetizira svoje lastne maščobne kisline. Povečan delež vnosa n-3 maščobnih kislin znižuje rizik za boleznimi srca in ožilja.

Že kar nekaj časa je znano, da naj v prehrani prevladujejo olja namesto masti zaradi večje vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin, čeprav vnos nasičenih maščobnih kislin v določeni količini nima negativnih posledic na organizem, saj jih encimi desaturaze kemijsko spremenijo v nenasičene.

Peške hrušk vsebujejo okoli 22 % maščob, ki so lahko alternativni vir za pridobivanje maščob. Sodobna prehranska priporočila zahtevajo določeno maščobnokislinsko sestavo maščob, kar je bilo tudi vodilo naše raziskave.

Namen naše naloge je bil določiti maščobnokislinsko sestavo pešk različnih kultivarjev hrušk. V raziskavi smo uporabili pet različnih kultivarjev, in sicer Packhams, Abate Fetel, Conference, Passe Crasane in Viljamovka.

V peškah smo poleg maščobnokislinske sestave določevali tudi vsebnost vode in maščob. Vodo smo določali s sušenjem vzorcev zmletih hruškinih pešk. Najnižjo vsebnost vode smo določili pri kultivarju Viljamovka (5,2 %), najvišjo vsebnost pa pri kultivarju Packhams. Povprečna vsebnost vode je bila 5,5 %. Rezultati določanja vode so bili zelo podobni pri vseh petih kultivarjih hrušk zato lahko sklepamo, da so imeli približno enako zrelostno stopnjo.

Maščobo v peškah smo določali z ekstrakcijo po Weibull-Stoldt. Najnižjo vsebnost maščob smo določili pri kultivarju Passe Crasane (17,4 %), najvišjo vsebnost pa pri kultivarju Viljamovka (29,5 %). Povprečno vsebujejo peške hrušk 22,2 % maščob.

Maščobnokislinsko sestavo pešk hrušk smo določali s plinsko kromatografijo, po metodi, ki jo opisujeta Garces in Mancha (1993). V peškah smo določili 4 glavne maščobne kisline. Maščoba pešk hrušk vsebuje največ linolne kisline (57,93 ut. %),

sledi ji oleinska kislina (30,91 ut. %). Bistveno manjše delež predstavljata palmitinska kislina (9,41 ut. %) in stearinska kislina (1,72 ut. %).

## **7 ZAHVALA**

Za strokovno vodenje in pomoč se zahvaljujem mentorju doc. dr. Rajku Vidrihu s Katedre za tehnologije rastlinskih živil na Biotehniški fakulteti.

Za recenziranje se zahvaljujem doc. Lei Gašperlin s Katedre za tehnologijo mesa in gotovih jedi na Biotehniški fakulteti.

Za pregled virov se zahvaljujem ga. Ivici Hočevar.

Za pomoč pri iskanju literature se zahvaljujem univ. dipl. bibl. Barbari Slemenik z Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete.

Prav tako se zahvaljujem tudi staršem za moralno in finančno podporo pri celotnem študiju ter Tini za potrpežljivost, razumevanje in pomoč pri oblikovanju diplome.

Vsem, res najlepša hvala!



## 8 VIRI

Belitz H.D., Grosch W. 1999. Food chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Berlin, Springer: 992 str.

Boyer R. 1998. Concepts in biochemistry. Pacific Grove, Brooks/Cole Publishing: 238-272

Crosby T. G. 1992. Fats and oils: Properties, processing technology and commercial shortenings V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 2. Hui Y. H. (ed). New York, John Wiley&Sons:832-844

Eyre J. V. 1931. Notes on oil development in seed of growing plant. Biochemical Journal, 25. Cit. po : Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.

Erčulj Rogelj K. 2002. Maščobnokislinska sestava in parametri kakovosti bučnega olja iz golic. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 69 str.

Field C.J. 2003. Dietary importance. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 4. 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds). Amsterdam, Academic Press:2317-2324

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

Gvozdencovič D. 1988. Gosti sadni nasadi. Ljubljana, Kmečki glas: 255 str.

Herrmann W., Junghans U., Hofer W., Müller R., Morawetz W., Niller E., Snoek H., Stehr R., Wendt H. 1988. Uporabne rastline. Ljubljana, Mladinska knjiga: 184 str.

Hubert P., 1911. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Birnen- und Apfelsamen. Mitt. Schw. Landw. Vers.-Stat., 75: 443-482. Cit. po : Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.

Hudson B.J.F. 2003. Fatty acids. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 4, 2<sup>nd</sup> ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds). Amsterdam, Academic Press: 2297-2300

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: 108 str.
- Kadunc M. 2005. Vsebnost višjih maščobnih kislin v pečkah in koži različnih kultivarjev jabolk. Diplomsko naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 65 str.
- 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
- Krell U. 1995. Acrolein in der Obstbrennerei. Kleinbrennerei, 10: 219-221
- Krpina I. 2004. Vočarstvo. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 70-73
- Malovrh B. 2004. Vsebnost maščobnih kislin v semenih različnih sort češenj v Sloveniji in na Norveškem. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 63 str.
- Min D.B., Bradley G.D. 1992 Fats and oils: Chemistry, physics and applications V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 2. Hui Y.H. (ed). New York, John Wiley&Sons: 818-832
- Nelson D. L., Cox M. M. 2000. Lehninger principles of biochemistry. 3<sup>rd</sup> ed. New York, Mona Group: 1152 str.
- Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.
- Perkins G.E. 1991 Analyses of fats, oils and lipoproteins. Champaign, American Oil Chemists` Society: 664 str
- Plestenjak A., Golob T. 1996. Analiza kakovosti živil. Ljubljana Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 88-95
- Pond C. M. 1998. The fats of life. Cambridge, Cambridge University Press: 337 str.
- Pritzker J., Jungkunz R. 1935. Über Apfel-und Birnensamen öl. Zeitschrift für . Untersuchung von Lebensmitteln, 70: 255-258. Cit. po : Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.
-

- Salobir K. 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi dnevi 2001, Ljubljana, 8-9 november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo:121-134
- SAS/STAT Softwear. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc: software
- Simopoulos A. P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acids. Poultry Science, 79: 961-970
- Simopolos A. R. 1992. Omega-3 fatty acids. V: Encyclopedia of food science and technology. Vol. 3. Hui Y. H. (ed. ). New York, John Wiley&Sons: 1925-1934
- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., Scherz H., Senser F. 2000. Food composition and nutrition tables. 6<sup>th</sup>ed. Stuttgart, Medpharm; Boca Raton, London, New York, CRC Press: 873-875
- Truelle A.1926. The utilization of cider apple seeds for oil extraction. Ref. Chem. Abstr. 20, Nr. 2590. Cit. po : Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.
- Vidmar-Andrejašič L. 1978. Izvrednotenje prehranske vrednosti olja iz grozdnih pešk. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 48 str.
- Zeller A. 1957. Physiologie der Fettbildung und fettspeicherung bei höheren Pflanzen. V: Handbuch. der Pflanzenphysiologie. Berlin, Goetingen: 280-353. Cit. po : Neubeller J., Buchloh G. 1971. Untersuchungen über Fettbildung und Fettsäuremuster in Samen verschiedener Obstarten. Mitteilungen: Rebe, Wein, Obstbau und Fruechteverwertung, 20, 4: 305-313.
- Zelenik-Blatnik M. 1992. Kemične spremembe triacilglicerolov v živilih. V: Lipidi. 14 Bitenčevi živilski dnevi 92. Ljubljana, 4-5 junij 1992. Klofutar C., Žlender B. Hribar J., Plestenjak A. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 17-27