

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Milica MADŽAREVIĆ

**VSEBNOST NEKATERIH POMEMBNIH
PREHRANSKIH KOMPONENT V OREHIH
(*Juglans regia* L.)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Milica MADŽAREVIĆ

**VSEBNOST NEKATERIH POMEMBNIH PREHRANSKIH
KOMPONENT V OREHIH (*Juglans regia L.*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**CONTENT OF SOME IMPORTANT NUTRIENTS IN WALNUT
(*Juglans regia L.*)**

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:

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Milica Madžarević

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

| | |
|----|--|
| ŠD | Dn |
| DK | UDK 634.51:543.61:641.1(043)=863 |
| KG | orehi / kemijska sestava / beljakovine / maščobne kisline / esencialne maščobne kisline / dnevni vnos linolne kisline / dnevni vnos α -linolenske kisline / minerali / magnezij / kalij / kalcij / baker / cink / mangan / dnevni vnos mineralov |
| AV | MADŽAREVIĆ, Milica |
| SA | VIDRIH, Rajko (mentor) / GAŠPERLIN, Lea (recenzent) |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101 |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo |
| LI | 2006 |
| IN | VSEBNOST NEKATERIH POMEMBNIH PREHRANSKIH KOMPONENT V OREHIH (<i>Juglans regia</i> L.) |
| TD | Diplomsko delo (univerzitetni študij) |
| OP | X, 64 str., 35 pregl., 5 sl., 53 vir. |
| IJ | Sl |
| JI | Sl/en |
| AI | Cilj naloge je bil določiti nekatere pomembne prehranske komponente v orehih in potrditi hipotezi, da orehi vsebujejo pomembne n-3 maščobne kisline in prehransko pomembne minerale. V raziskavo smo vključili štiri sorte orehov, ki rastejo na območju Slovenije: Elit, Geisenheim, Petovio in domačo sorto neznanega porekla. Na osnovi rezultatov lastne raziskave smo ugotovili, da je povprečna vsebnost vode v orehih 3,2 g/100 g, vsebnost beljakovin 13,5 g/100 g, vsebnost maščob, 68,8 g/100 g, in vsebnost pepela 2,00 g/100 g. Prevladujoče maščobne kisline v orehih so večkrat nenasičene maščobne kisline s 71,10 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Najbolj pomembni sta linolna kislina (C18:2, n-6) s 59,79 ut. % in α -linolenska kislina (C18:3, n-3) s 11,31 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Vsebnost enkrat nenasičene maščobne kisline, oleinske kisline (C18:1), znaša 19,36 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Orehi vsebujejo najmanj nasičenih maščobnih kislin 9,53 ut. %, in sicer palmitinsko kislino (C16:0) 7,06 ut. % in stearinsko kislino (C18:0) 2,47 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Razmerje esencialnih n-6/n-3 maščobnih kislin v orehih znaša 5,3:1. V vseh štirih sortah orehov smo določili tudi vsebnost nekaterih mineralov. Količinsko največji delež predstavljajo: magnezij 174,19 mg, kalij 468,59 mg in kalcij 44,91 mg v 100 g orehov. S prehranskega stališča so pomembne še vsebnosti bakra 1,67 mg, cinka 2,85 mg in mangana 2,97 mg v 100 g orehov. |

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 634.51:543.61:641.1(043)=863
CX walnuts / chemical composition / proteins / fatty acids / esential fatty acids / daily intakes of linoleic acids / daily intakes of α -linolenic acids / minerals / magnesium / potassium / calcium / copper / zinc / manganese / daily intakes of minerals
AU MADŽAREVIĆ, Milica
AA VIDRIH, Rajko (supervisor) / GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
PP 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2006
TI CONTENT OF SOME IMPORTANT NUTRIENTS IN WALNUT (*Juglans regia* L.)
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 64 str., 35 pregl., 5 sl., 53 vir.
LA SL
AL Sl/en

The purpose of this thesis is to define certain important foodstuff components in walnuts and to test two hypotheses that walnuts contain important n-3 fatty acids and minerals important for nutrition. We included four species of walnuts, which grow in Slovenia, in our research: Elit, Geisenheim, Petovia and a homemade sort of unknown origin. On the average walnuts contain 3.2 g/100 g of water, 13.5 g/100 g of proteins, 68.78 g/100 g of fat, 2.00 g/100 g of ash, and as for fatty acid composition 71.10 ut. % belong to polyunsaturated, 19.36 w. % to monounsaturated (oleic (C18:1)) and 9.53 ut. % to saturated fatty acids. On the average the walnuts contain a larger proportion (59.79 w. %) of linoleic (C18:2 n-6), 11.31 w. % of α -linolenic (C18:3, n-3), 7.06 w. % of palmitic (C16:0) and 2.47 w. % of stearic (C18:0) fatty acid. The n-6/n-3 ratio of walnuts is 5.3:1. We determined certain minerals in all four sorts of walnuts. On the average the walnuts contain a larger proportion of magnesium (174.19 mg/100 g), 468.59 mg/100 g of potassium and 44.91 mg/100 g of calcium. From the nutrition point of view the important are also the contents of copper (1.67 mg/100 g), zinc (2.85 mg/100 g) and manganese (2.97 mg/100 g).

KAZALO VSEBINE

| | |
|--|-----------|
| KLJUČNA INFORMACIJSKA INFORMACIJA..... | III |
| KEY WORDS DOCUMENTATION..... | IV |
| KAZALO VSEBINE..... | V |
| KAZALO PREGLEDNIC..... | VII |
| KAZALO SLIK..... | IX |
| OKRAJŠAVE IN SIMBOLI..... | X |
| | |
| 1 UVOD | 1 |
| 1.1 NAMEN NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE..... | 2 |
| 2 PREGLED OBJAV | 3 |
| 2.1 POMEMBNE HRANILNE SESTAVINE V ŽIVILIH..... | 3 |
| 2.1.1 Beljakovine..... | 3 |
| 2.1.2 Ogljikovi hidrati | 4 |
| 2.1.2.1 Prehranska vlaknina..... | 6 |
| 2.1.3 Maščobe | 7 |
| 2.1.3.1 Esencialne maščobne kisline | 11 |
| 2.1.4 Vpliv maščob na zdravje..... | 13 |
| 2.1.4.1 Holesterol | 14 |
| 2.1.5 Vitamini..... | 15 |
| 2.1.6 Anorganske snovi..... | 18 |
| 2.2 OREH V SVETU IN PRI NAS | 20 |
| 2.2.1 Izvor oreha | 20 |
| 2.2.2 Morfologija oreha..... | 20 |
| 2.2.2.1 Korenine | 21 |
| 2.2.2.2 Deblo | 21 |
| 2.2.2.3 Krošnja | 21 |
| 2.2.2.4 Listi | 21 |
| 2.2.2.5 Brsti | 21 |
| 2.2.2.6 Cvet | 22 |
| 2.2.2.7 Plod | 22 |
| 2.2.3 Sorte..... | 22 |
| 2.2.3.1 Elit | 23 |
| 2.2.3.2 Geisenheim | 23 |
| 2.2.3.3 Petovio | 24 |
| 2.3 POMEN OREHA V PREHRANI | 25 |
| 2.3.1 Kemijska sestava oreha..... | 25 |
| 2.3.1.1 Maščobnokislinska sestava..... | 26 |
| 2.3.1.2 Ogljikovi hidrati v orehih | 28 |
| 2.3.1.3 Beljakovinska sestava..... | 28 |
| 2.3.1.4 Vitamini v orehih..... | 30 |
| 2.3.1.5 Anorganske snovi v orehih | 31 |
| 2.3.1.6 Druge sestavine v orehih | 32 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.2 Vpliv uživanja orehov na zdravje | 33 |
| 2.3.2.1 Vpliv na bolezni srca in ožilja | 33 |
| 2.3.2.2 Vpliv na znižanje holesterola | 34 |
| 2.3.2.3 Orehi kot ugodna hrana za ljudi z diabetesom tipa II..... | 34 |
| 2.3.2.4 Orehi in melatonin | 35 |
| 2.3.2.5 Orehi in mentalno zdravje | 35 |
| 2.3.2.6 Orehi in uravnavanje teže | 36 |
| 3 MATERIAL IN METODE DELA..... | 37 |
| 3.1 VZORCI ZA ANALIZO | 37 |
| 3.1.1 Priprava vzorcev za analizo..... | 37 |
| 3.2 ANALITSKE METODE | 37 |
| 3.2.1 Določanje vsebnosti vode (Plestenjak in Golob, 2003) | 37 |
| 3.2.2 Določanje pepela (Plestenjak in Golob, 2003)..... | 38 |
| 3.2.3 Določanje maščob (Plestenjak in Golob, 2003) | 38 |
| 3.2.4 Določanje beljakovin (metoda po Kjeldahlu) (Plestenjak in Golob, 2003) | 39 |
| 3.2.5 Določanje maščobnih kislin kot metilnih estrov (Garces in Mancha, 1993) | 40 |
| 3.2.6 Določanje anorganskih snovi..... | 41 |
| 3.3 STATISTIČNA ANALIZA..... | 42 |
| 4 REZULTATI..... | 43 |
| 4.1 KEMIJSKA SESTAVA | 43 |
| 4.2 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA | 45 |
| 4.2.1 Vsebnost maščobnih kislin v svežem vzorcu | 45 |
| 4.2.2 Vsebnost maščobnih kislin kot utežni delež skupnih maščobnih kislin..... | 46 |
| 4.3 MINERALNA SESTAVA | 49 |
| 5 RAZPRAVA IN SKLEPI..... | 52 |
| 5.1 RAZPRAVA..... | 52 |
| 5.1.1 Kemijkska sestava | 52 |
| 5.1.2 Maščobnokislinska sestava | 52 |
| 5.1.3 Mineralna sestava..... | 55 |
| 5.2 SKLEPI..... | 57 |
| 6 POVZETEK | 58 |
| 7 VIRI | 60 |
| 8 ZAHVALA | 64 |

KAZALO PREGLEDNIC

| | | |
|-----------------|---|----|
| Preglednica 1: | Dnevne potrebe esencialnih aminokislin (mg/kg/dan) (Pokorn, 2005) | 4 |
| Preglednica 2: | Dietna vrednost ogljikohidratnih živil glede na glikemični indeks* (Pokorn, 2005)..... | 5 |
| Preglednica 3: | Vsebnost topnih in netopnih vlaknin v nekaterih oreških v g na 100 g živila (Pospisil in sod., 2004)..... | 7 |
| Preglednica 4: | Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline hrane, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir K., 2001 a)..... | 8 |
| Preglednica 5: | Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih rastlinskih olj, utežni deleži od skupnih maščobnih kislin (%) (Salobir K., 2001 b)..... | 9 |
| Preglednica 6: | Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije za količino in kakovost maščob v prehrani odraslih (WHO, 1994)..... | 10 |
| Preglednica 7: | Vsebnost maščob in sestava maščobnih kislin v rastlinskih oljih (Pospisil in sod., 2004)..... | 11 |
| Preglednica 8: | Priporočila za uživanje esencialnih maščobnih kislin pri odraslih (Salobir K., 2001 a)..... | 13 |
| Preglednica 9: | Vitamini topni v vodi (Požar, 1998) | 16 |
| Preglednica 10: | Vitamini topni v maščobah (Požar, 1998) | 17 |
| Preglednica 11: | Razdelitev anorganskih sestavin živil in človeškega telesa (Referenčne vrednosti, 2004)..... | 19 |
| Preglednica 12: | Pregled najpomembnejših mineralov – priporočljive dnevne količine (RDA), povprečen dnevni vnos in naravni viri (Paš, 2001) | 19 |
| Preglednica 13: | Kemijska in energijska sestava v 100 g orehovih jedrc | 25 |
| Preglednica 14: | Vsebnost maščobnih kislin v 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000; Ruggeri in sod., 1998) | 26 |
| Preglednica 15: | Vsebnost maščobnih kislin na 100 g lipidne frakcije (Ruggeri in sod., 1998; Amaral in sod., 2003; Maguire in sod., 2004) | 27 |
| Preglednica 16: | Vsebnost aminokislin v 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000)..... | 29 |
| Preglednica 17: | Vsebnost vitaminov na 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000) | 31 |
| Preglednica 18: | Vsebnost mineralov na 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000; Prasad, 2003) | 32 |
| Preglednica 19: | Rezultati kemijske analize štirih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri | 43 |
| Preglednica 20: | Rezultati kemijske analize različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri preračunano na suho snov..... | 43 |
| Preglednica 21: | Vpliv sorte na kemijske parametre orehov (Duncanov test, $\alpha=0,05$) | 44 |
| Preglednica 22: | Vpliv sorte na kemijske parametre orehov preračunane na suho snov (Duncanov test, $\alpha=0,05$) | 44 |
| Preglednica 23: | Rezultati maščobnokislinske sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (g/100 g orehov)..... | 45 |
| Preglednica 24: | Vpliv sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov (g/100 g orehov) (Duncanov test, $\alpha=0,05$) | 46 |
| Preglednica 25: | Rezultati maščobnokislinske sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri – utežni % od skupnih maščobnih kislin.... | 46 |

| | | |
|-----------------|--|----|
| Preglednica 26: | Vpliv sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov v utežnih % od skupnih maščobnih kislin (Duncanov test, $\alpha=0,05$) | 47 |
| Preglednica 27: | Povprečni delež (ut. %) nasičenih, enkrat nenasicienih in večkrat nenasicienih maščobnih kislin od skupnih MK v orehih..... | 48 |
| Preglednica 28: | Delež (ut. %) nasičenih, enkrat nenasicienih in večkrat nenasicienih maščobnih kislin v posameznih sortah orehov | 48 |
| Preglednica 29: | Rezultati mineralne sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (mg/100g orehov) | 49 |
| Preglednica 30: | Rezultati mineralne sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (mg/100 g suhe snovi) | 50 |
| Preglednica 31: | Vpliv sorte na mineralno sestavo orehov (mg/100 g orehov) (Duncanov test, $\alpha=0,05$)..... | 50 |
| Preglednica 32: | Vpliv sorte na mineralno sestavo orehov (mg/100 g suhe snovi) (Duncanov test, $\alpha=0,05$)..... | 51 |
| Preglednica 33: | Primerjava lastnih rezultatov maščobnokislinske sestave z rezultati iz literature (ut. % od skupnih maščobnih kislin)..... | 53 |
| Preglednica 34: | Delež pokritja potreb po esencialnih maščobnih kislinah (%) pri uživanju 40 g orehov..... | 54 |
| Preglednica 35: | Primerjava lastnih rezultatov mineralne sestave z rezultati iz literature (mg/100 g orehov) in delež pokritja (%) dnevnih potreb po mineralih..... | 56 |

KAZALO SLIK

| | | |
|----------|--|----|
| Slika 1: | Presnova VLDL (Pospisil in sod., 2004) | 15 |
| Slika 2: | Oreh sorte Elit (Ocepek, 1995) | 23 |
| Slika 3: | Oreh sorte Geisenheim (Ocepek, 1995)..... | 24 |
| Slika 4: | Oreh sorte Petovio (Ocepek, 1995)..... | 24 |
| Slika 5: | Vsebnost n-3 maščobnih kislin v nekaterih oreščkih v g MK/unčo orehov (1 unča = 28,35 g)..... | 27 |

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

| | |
|--------------|--|
| GC | plinska kromatografija (gas chromatography) |
| HDL | (high density lipoproteins) lipoproteini visoke gostote |
| IDL | (intermediate density lipoproteins) lipoproteini srednje gostote |
| ENM | enkrat nenasičene maščobne kisline |
| FDA | Food and Drug Administration |
| LDL | (low density lipoproteins) lipoproteini nizke gostote |
| MEMK | metilni estri maščobnih kislin |
| MK | maščobna kislina/maščobne kisline |
| RDA | recommended daily allowance |
| SAS/STAT | programski paket za statistično obdelavo podatkov |
| VNM | večkrat nenasičene maščobne kisline |
| VLDL | (very low density lipoproteins) lipoproteini zelo nizke gostote |
| USDA | United States Department of Agriculture |
| WHO | World Health Organization |
| ut. % (w. %) | utežni odstotek (weight percent) |

Okrajšave maščobnih kislin

| | |
|---------|---|
| ARK | arahidonska kislina (C20:4, n-6) |
| DHK | dokozaheksaenojska kislina (C22:6, n-3) |
| EPK | eikozapentaenojska kislina (C22:5, n-3) |
| ETK | eikozatetraenojska kislina (C22:4, n-6) |
| n-3 DPK | dokozapentaenojska kislina (C22:5, n-3) |
| n-6 DPK | dokozapentaenojska kislina (C22:5, n-6) |

1 UVOD

Oreh spada botanično v družino *Juglandaceae* in ima štiri rodove z več kot 70 vrstami. V svetu je najbolj razširjen rod *Juglans*, poleg tega obstajajo še rodovi *Carya*, *Pterocary* in *Platycarya*. V rodu *Juglans* sta najbolj razširjena navadni oreh (*Juglans regia* L.), ki izvira iz Irana in Iraka – imenujemo ga tudi perzijski oreh, ter črni oreh (*Juglans nigra* L.), ki izhaja iz Severne Amerike (Ocepek, 1995).

Navadni oreh izvira iz pokrajini z zmernim podnebjem v zahodnem delu Srednje Azije. V južno in srednjo Evropo so ga umetno razširili. V Sloveniji je poznan predvsem kot sadno drevo, kot posamezna drevesa, pa ga najdemo tudi v gozdu. Najbolje uspeva na področjih z blagim podnebjem, z dolgo vegetacijsko dobo, na mineralno bogatih, globokih svežih in rahlih tleh. Dobro uspeva tudi na apnencu (Pristovnik, 2000).

Oreh so znali ceniti že starodavni narodi. V antični dobi so z jedrci krepili moč onemoglih in slabotnih. Stari Grki so uporabljali oreh v kozmetične namene, Rimljani pa so ga cenili predvsem kot živilo in zdravilo (Ocepek, 1995). Posvečen je bil bogu Jupitru. Kot sveto drevo so ga uporabljali za zdravljenje mnogih bolezni in tudi v druge namene. Prepričani so bili, da imajo orehova jedrca zdravilno moč pri zdravljenju bolezni glave, ker so gube in vijuge jedrc podobne gubam in vijugam človeških možganov (Bulatović, 1985).

Oreh spada med lupinasto sadje. Čeprav gojimo pri nas oreh predvsem zaradi jedrc, posredno pa tudi zaradi lesa, ima oreh izredno široko uporabno vrednost. Je cenjeno prvorazredno koncentrirano živilo v katerem je veliko maščob, beljakovin, ogljikovih hidratov, rudninskih snovi in vitaminov, predvsem A, B, C in E. Izjemno koristni so proteini iz orehovih jedrc, kateri lahko nadomestijo animalne proteine ali (pravilnejše) – jih dopolnijo (Bulatović, 1985). Orehi so pomemben vir maščob in beljakovin v vegetarijanski kuhinji. Iz suhih jedrc hladno stiskajo aromatično in gosto orehovo olje, ki je bilo v Evropi, še posebej v Franciji, pred dobo olivnega olja, zelo razširjeno. Žal orehovo olje ni obstojno. Hitro se zgosti, postane zdrizasto in žarko. Rafinirana orehova olja so seveda obstojnejša, a zanje ne moremo trditi, da so priporočljiva (Drolc, 2002).

Orehova jedrca vsebujejo povprečno okrog 62 % maščob, 16 % beljakovin, 12 % ogljikovih hidratov, 2,5 % celuloze in 1,5 % mineralov. Energijska vrednost jedrca je okrog 2947 kJ/100 g, od tega je beljakovin 272 kJ/100 g, maščob 2437 kJ/100 g in ogljikovih hidratov 238 kJ/kg. Izjemnega pomena za človeški organizem je vsebnost joda v orehovih jedrcih, ki prispeva k povečanju prehranske vrednosti oreha (Bulatović, 1985).

Orehi so rahlo odvajalna hrana, ki krepi ledvica in pljuča, »naolji« črevesje in izboljšuje metabolizem. Vsebujejo tudi nasičene, enkrat nenasicičene in večkrat nenasicičene maščobne kisline, vlaknine, od mineralov pa železo, kalcij, magnezij, fosfor idr. Redno uživanje oreškov zmanjšuje nevarnost bolezni srca in ožilja. Nekatere vrste oreškov vsebujejo tudi rezveratrol – snov, ki deluje protivnetno in ji pripisujejo levji delež pri tako imenovanem Francoskem paradoksu (uživanje rdečega vina preprečuje bolezni srca navkljub (pre)mastni hrani).

Konec prejšnjega stoletja, po letu 1990, smo na novo odkrili bogastvo oreškov in številni prehranski strokovnjaki menijo, da je 21. stoletje obdobje njihove renesanse. Skoraj pozabljeni se danes vračajo na naše jedilnike (Nahtigal, 2002).

Poleg tega je oreh cenjen tudi v proizvodnji zdravil in kozmetičnih sredstev, lesni industriji ter industriji predelave kože. Zelene lupine, listje, lubje in korenine se uporabljajo za barvanje tkanin in lesnih izdelkov ter strojenje kož, saj vsebujejo 20-22 % tanina. Orehe uporabljajo tudi v industriji zdravil za pripravljanje raznih zdravilnih napitkov (Ocepek, 1995).

Uporabljajo ga tudi v kozmetiki za izdelavo mila, v srednjem veku so ga cenili za izdelavo slikarskih oljnih barv. Iz zelenih lupin pripravljajo likerje, v nekdanji Sovjetski zvezi so iz njih in njihovih listov pridobivali vitamin C, ki ga je 10 do 30-krat več kot v limoni. Orehovo drevo in njegovi listi odganjajo mrčes in plevele, izven gozda pa ima tudi varovalno in estetsko vlogo (Pristovnik, 2000).

1.1 NAMEN NALOGE IN DELOVNE HIPOTEZE

Namen naše raziskovalne naloge je bil določiti nekatere pomembne kemijske parametre v štirih sortah orehov, ki so razširjene v Sloveniji. Tako smo v orehih določali skupno vsebnost vode, beljakovin, maščob in pepela.

Na osnovi dosedanjih raziskav, ki trdijo, da so orehi bogat vir pomembnih prehranskih komponent, smo postavili dve delovni hipotezi in ju želimo potrditi.

Prva je, da orehi vsebujejo pomembne n-3 maščobne kisline, katere smo določali z uporabo plinske kromatografije (GC).

Druga hipoteza pa je, da so orehi vir prehransko pomembnih mineralov, katere smo določali s pomočjo atomskega absorpcijskega spektrofotometra in plamenskega fotometra.

2 PREGLED OBJAV

2.1 POMEMBNE HRANILNE SESTAVINE V ŽIVILIH

Človeški organizem nima potreb po določenih živilih, temveč ima le potrebe po kemični energiji hrane in po esencialnih hranljivih snoveh. To pomeni, da je mogoče potrebe vsakega človeka po hrani zadostiti z neštetimi možnimi kombinacijami živil in da je živila mogoče tudi dopolnjevati s potrebnimi organskimi in anorganskimi hranljivimi snovmi (Pokorn, 2005).

Priporočljiv delež energije iz posameznih hranljivih snovi je za posamezne razvojne faze človeka in pri različnih telesnih dejavnostih različen. Priporočila različnih avtorjev o deležu energije iz posameznih hranljivih snovi se kar dobro ujamejo in so za zdravega človeka naslednja:

| | |
|-------------------|---------|
| beljakovine | 12-17 % |
| maščobe | 25-35 % |
| ogljikovi hidrati | 50-55 % |

2.1.1 Beljakovine

Beljakovine so osnovna in najvažnejša sestavina vsake celice, saj so vsi življenjski procesi vezani na njihovo prisotnost. Sestavljeni so iz aminokislin (Suwa in Kodele, 2003). Beljakovine so življenjsko pomembno hranilo kot vir energije (1g = 17,2 kJ) in kot surovina za izgradnjo telesnih beljakovin (Pokorn, 2005). Poleg tega so tudi sestavnji del encimov in hormonov. Beljakovine so tudi številne druge snovi, kot so protitelesa imunskega sistema, kolagen v vezivnem tkivu in rdeče krvno barvilo (Oberbeil, 2002).

Za zadostno oskrbo z beljakovinami vsekakor ni dovolj zgolj zaužita količina beljakovin, precej pomembnejša je njihova biološka vrednost, da ne bi prišlo do neravnovežij zaradi pomanjkanja ali velikih presežkov posameznih esencialnih aminokislin. Biološka vrednost nam pove, koliko gramov telesu lastnih proteinov lahko nastane iz 100 gramov s hrano zaužitih beljakovin (Pokorn, 2005; Oberbeil, 2002).

Organizem ne more sintetizirati nekaterih aminokislin, ki so nujne za sintezo lastnih beljakovin. Nekatere aminokisline (prolin, glicin) so pomembne za vezivno tkivo, druge (valin, levcin, izolevcin) za mišice in spet tretje (fenilalanin, tirozin, metionin) za možgane in živce (Pokorn, 2005; Oberbeil, 2002).

Pri odraslem človeku obstajajo potrebe po devetih esencialnih aminokislinah: histidinu, izolevcinu, levcinu, lizinu, metioninu, fenilalaninu, treoninu, triptofanu in valinu, ki jih je treba vnašati s hrano (Referenčne vrednosti, 2004). Številke v preglednici 1 pomenijo minimalno dnevno potrebo človeka v mg na kg telesne teže na dan za uravnovešenje bilance pri celotni količini beljakovin 0,83 g na kg dan (Pokorn, 2005).

Preglednica 1: Dnevne potrebe esencialnih aminokislin (mg/kg/dan) (Pokorn, 2005)

| aminokislina | otroci 10 - 12 let | odrasli |
|-------------------------|-----------------------|---------|
| histidin | ? | 8 do 12 |
| izolevcin | 28 | 10 |
| levcin | 42 | 14 |
| lizin | 44 | 12 |
| metionin s cistinom | 22 | 13 |
| fenilalanin s tirozinom | 22 | 14 |
| treonin | 28 | 7 |
| triptofan | 3,3 | 3,5 |
| valin | 25 | 10 |

Potrebe po beljakovinah oziroma aminokislinah so odvisne od zdravstvenega stanja posameznika. Biološko vrednost manjvrednih beljakovin je mogoče z dodatkom esencialnih aminokislin ali s kombiniranjem beljakovin povečati do visoke vrednosti (Pokorn, 2005).

Nekateri eksperimentalni podatki dajo slutiti, da so potrebe po beljakovinah pri starejših ljudeh (nad 65 let) nekoliko višje kot pri mlajših odraslih. Ker pa zaenkrat ni zadostnega števila študij, v katerih bi direktno primerjali mlade in starejše odrasle, ostaja priporočen vnos 0,8 g beljakovin na kg telesne mase na dan v veljavi tudi za starejše (Referenčne vrednosti, 2004).

Za škodljive učinke vnosa beljakovin, ki presegajo priporočeno količino, po današnjem stanju spoznanj ni nobenega neposrednega dokaza. Vendar pa prevelike količine zaužitih beljakovin tudi nimajo kakih pozitivnih fizioloških učinkov (Referenčne vrednosti, 2004).

2.1.2 Ogljikovi hidrati

Ogljikovi hidrati so hranilna snov in vir energije v našem telesu. Dnevna prehrana človeka vsebuje različne ogljikove hidrate, od monosaharidov do polisaharidov. Z zornega kota zdrave prehrane so najbolj priporočljivi v obliki sestavljenih ogljikovih hidratov. Ogljikovi hidrati ne sodijo med živiljenjsko pomembne sestavine prehrane, ker lahko nastanejo tudi v procesu glukoneogeneze (Pokorn, 1996; Suwa in Kodele, 2003).

Ogljikove hidrate po kemični zgradbi razdelimo na enostavne sladkorje ali monosaharide, dvojne sladkorje ali disaharide in sestavljeni ogljikove hidrate ali polisaharide (Suwa in Kodele, 2003).

Nasploh je priporočljivo obilno uživanje ogljikovih hidratov, če so to predvsem živila, ki vsebujejo škrob in prehransko vlaknino ter tudi esencialne hranljive snovi. Težišče

preskrbe z ogljikovimi hidrati naj bodo živila, ki vsebujejo polisaharide (Referenčne vrednosti, 2004).

Ogljikovi hidrati ne spadajo med esencialne sestavine prehrane, ker lahko nastanejo tudi v procesu glukoneogeneze. Vendar vodi prehrana brez ogljikovih hidratov do preureditve presnove, ki je skrajno neugodna, ker pospešuje zgorevanje maščob, pri tem pa naraste koncentracija ketonskih kislin, kar privede do presnovne acidoze. V prehrani človeka so koristni zlasti tisti ogljikovi hidrati, ki ne dajo hitrega povišanja glukoze v krvi in ki imajo manjšo osmozno aktivnost, torej škrobna živila, namesto mono- in disaharidov (Pokorn, 2005).

Ogljikove hidrate lahko delimo tudi glede na glikemični indeks. Ta nam pove, kako hitro zaužiti ogljikovi hidrati povečajo koncentracijo glukoze v krvi (Suwa in Kodele, 2003). Iz preglednice 2 so razvidni glikemični indeksi nekaterih živil.

Kot kažejo raziskave, je uživanje hrane z majhnim glikemičnim indeksom lahko zaščitno za nastanek sladkorne bolezni tipa II. Tako je npr. petletna študija na 107.000 zdravstvenih delavcih v ZDA pokazala, da je bil diabetes manj pogost predvsem pri tistih, ki so uživali hrano z majhnim glikemičnim indeksom in z veliko vlaknine iz žit (Salobir J., 2001).

Svetovne statistike kažejo, da imajo skupine ljudi, ki uživajo veliko ogljikovih hidratov in malo maščob, manj sladkorne bolezni kot skupine, ki uživajo manj ogljikovih hidratov in več maščob. To je povezano s tem, da se z vnosom večje količine ogljikovih hidratov povečuje tudi količina prehranske vlaknine v vsakdanji prehrani (Pokorn, 2005).

Preglednica 2: Dietna vrednost ogljikohidratnih živil glede na glikemični indeks* (Pokorn, 2005)

| | |
|---------|--|
| 100 % | glukoza |
| 80-90 % | koruzni kosmiči, korenje, krompir, maltoza, med |
| 70-79 % | graham kruh, prosena kaša, oluščeni riž |
| 60-69 % | bel kruh, neoluščen riž, pesa, banane, rozine, |
| 50-59 % | ajdova kaša, bele testenine, otrobi, ovseno pecivo, biskvit, saharoza |
| 40-49 % | črne testenine, ovsena kaša, sladek krompir, fižol, grah, pomaranče, pomarančni sok |
| 30-39 % | stročiji fižol, jabolka (zlati delišes), smetana, mleko (posneto, polno), jogurt, paradižnikova juha |
| 20-29 % | leča, fruktoza |
| 10-19 % | soja, orehi, lešniki arašidi |

*glikemični indeks je kazalec površine pod krivuljo plazemske glukoze po zaužitju živila v primerjavi s krivuljo zaužite čiste glukoze.

Ogljikovi hidrati se pod vplivom inzulina, tudi pri velikem vnosu, shranjujejo predvsem v obliki glikogena ali se oksidirajo. Prevladujoča oksidacija ogljikovih hidratov vodi do tega, da se pri hiperenergijski prehrani pretežno maščobne kisline iz hrane kopijo v maščobnem tkivu (Referenčne vrednosti, 2004).

Odrasli na dan presnovijo vsaj 180 g glukoze. Od tega v možganih običajno izgori okoli 140 g v ogljikov dioksid in vodo. Preostalih 40 g glukoze pa predvsem eritrociti glikolitično razgradijo v laktat in piruvat, iz česar se v jetrih spet sintetizira glukoza (Corijev ciklus). Za preprečevanje glukoneogeneze iz proteinov in za zaviranje lipolize naj bi pri odraslem človeku vsaj 25 % potreb po energiji pokrivali v obliki ogljikovih hidratov (Referenčne vrednosti, 2004).

2.1.2.1 Prehranska vlaknina

Prehranske vlaknine so rastlinski polisaharidi, ki jih človek s svojimi prebavnimi encimi ne more prebaviti, prebavijo pa jih bakterije v debelem črevesju. Vlaknina se med seboj razlikuje po topnosti. Delimo jo v topno vlaknino: pektini in različne rastlinske gume ter v netopno vlaknino (grobe vlaknine: celuloza, hemiceluloza in lignin). Prehranska vlaknina je zlasti v sadju, zelenjavni, žitih, stročnicah in različnih semenih (Pokorn, 2005; Suwa in Kodele, 2003).

Živila, ki vsebujejo veliko **topne vlaknine** (ovseni kosmiči, stročnice, sadje, lupinasto sadje: oreški, semena), počasneje dvigujejo raven sladkorja, občutek sitosti pa je daljši. To pomeni, da topna vlaknina upočasnuje prebavo v želodcu in tako omogoča enakomerno raven energije. Enakomerna količina krvnega sladkorja vzdržuje enakomerno raven energije in pomaga preprečevati nihanje v razpoloženju. Na ta način lažje nadzorujemo telesno maso saj se lakota pozneje pojavi (Suwa in Kodele, 2003).

Netopna vlaknina je v neolupljenem sadju in vrtninah ter v živilih iz polnozrnate moke. Zunanje plasti žita poleg prehranske vlaknine vsebujejo tudi večino vitaminov in mineralnih snovi. Vlaknina pospešuje odstranjevanje odpadnih in strupenih snovi iz telesa in tako ostankom hrane omogoča hitrejše potovanje skozi prebavno cev. Preveč vlaknina lahko povzroči občutek napihnenosti.

Kot orientacijske vrednosti za vnos prehranske vlaknine velja pri odraslih količina najmanj 30 g na dan, to je približno 3 g/MJ oziroma 12,5 g/1000 kcal pri ženskah in 2,4 g/MJ oziroma 10 g/1000 kcal pri moških (Referenčne vrednosti, 2004).

Prehranska vlaknina (zlasti lignin, celuloza) veže žolčne kisline in po bakterijski fermentaciji tvori tudi več hlapnih maščobnih kislin, kar ima še poseben varovalni učinek na prebavila. Pektini žolčnih kislin ne vežejo, preprečujejo pa njihovo absorpcijo. Čim bolj je črevesna vsebina viskozna zaradi prisotnosti topne vlaknine, tem manjša je absorpcija (aktivna in pasivna) različnih hranil in žolčnih soli. Na absorpcijo maščob zlasti vpliva netopna vlaknina, medtem ko topna (npr. pektin) nanjo skoraj ne vpliva (Pokorn, 2005).

Prehranska vlaknina lahko znižuje izkoristek hrani z upočasnjenim praznjenjem želodca, pospešeno peristaltiko črevesja in upočasnjeno absorpcijo hrani. Večja količina prehranske vlaknine v vsakdanjih obrokih hrane lahko zniža absorpcijo nekaterih prvin, npr. kalcija, magnezija, železa, cinka, bakra, in drugih; na pomanjkanje vitaminov in drugih hrani pa vlaknina nima opaznega učinka (Pokorn, 2005).

Dieta z veliko prehranske vlaknine (zlasti topnih balastov) zniža potrebo po insulinu za okoli 25 do 50 % in zniža glikemijo pri sladkorni bolezni tipa I; pri sladkorni bolezni tipa II se potreba po insulinu lahko zniža za okoli 50 do 100 %. Pri uživanju balastne diete se zniža tudi plazemski holesterol LDL za okoli 20 – 30 % in VLDL za okoli 10 do 50 %, krvni tlak pa za okoli 10 %. Prehrana z malo dietne vlaknine pospešuje tudi nastanek žolčnih kamnov. Prehranska vlaknina preprečuje absorpcijo holesterola in žolčnih kislin. Otrobi znižujejo koncentracijo celokupnega holesterola in celo zvišuje holesterol HDL. Podoben učinek imajo ovseni otrobi (Pokorn, 2005).

Preglednica 3: Vsebnost topnih in netopnih vlaknin v nekaterih oreških v g na 100 g živila (Pospisil in sod., 2004).

| živilo (100 g) | vlaknine (g) | |
|-----------------|--------------|-------|
| | skupne | topne |
| arašidi | 7,1 | 0,8 |
| lešniki | 7,4 | 2,8 |
| kokosovi orehi | 9,0 | 2,1 |
| mandlji | 9,8 | 3,3 |
| brazilski orehi | 6,7 | 1,4 |
| pistacije | 6,5 | 3,0 |
| orehi | 4,6 | 2,1 |

2.1.3 Maščobe

Prehranske maščobe so pomembni viri energije, posebej pri večjih energijskih potrebah (npr. pri ljudeh, ki opravljajo težka fizična dela). Njihova energijska vrednost je skoraj dvakrat večja kot pri ogljikovih hidratih in beljakovinah (Referenčne vrednosti, 2004).

Maščobe so v prehrani nujne le kot določena količina esencialnih maščobnih kislin in pri izredno visokih potrebah po energiji za povečanje energijske gostote obroka hrane (Pokorn, 1996). Z njimi zagotavljamo od 15 do 30 % dnevnih potreb po energiji. Telesu s tem zagotovimo tudi ustrezno količino v maščobah topnih vitaminov (A, D, E, K) ter esencialne maščobne kisline (Požar, 1998). Če prehrana vsebuje izredno malo maščob, se iz nje v maščobah topni vitamini ne morejo absorbirati iz črevesja v kri in limfo. Prehrana, ki vsebuje manj kot 20 % maščob, je tudi zelo neokusna (Pokorn, 2005).

Prehranske maščobe ki obstajajo v naravi, so sestavljene skoraj izključno iz mešanih trigliceridov, zdravi ljudje jih absorbirajo povprečno 98 % (Referenčne vrednosti, 2004).

Maščobe v živilih so sestavljene iz glicerina in maščobnih kislin (Pospisil in sod., 2004). Najpomembnejša komponenta prehranskih maščob so maščobne kisline; te so lahko nasičene, mononenasičene (enkrat nenasicičene) ali polinenasičene (večkrat nenasicičene) (Referenčne vrednosti, 2004).

Prehransko fiziološki učinki oziroma vloge najpomembnejših maščobnih kislin so predstavljene v preglednici 4.

Preglednica 4: Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline hrane, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir K., 2001 a).

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

Nasičene maščobne kisline se sicer večinoma vnašajo s hrano, lahko pa se tvorijo tudi v telesu z lipogenezo iz glukoze. Enkrat nenasicičene in večkrat nenasicičene maščobne kisline se prav tako vnašajo s hrano ali se sintetizirajo iz nasičenih maščobnih kislin. Izjema so večkrat nenasicičene maščobne kisline s cis konfiguracijo in določenimi pozicijami dvojnih vezi. Te so esencialne, ker jih človeški organizem ne more proizvesti sam (Referenčne vrednosti, 2004).

Prehrana, ki vsebuje veliko maščob, bogatih z nasičenimi maščobnimi kislinami in veliko holesterola, zvišuje holesterol in beta-lipoproteine v krvi, kar povečuje pogostnost ateroskleroznih obolenj. Razen živalskih maščob zvišujejo raven holesterola tudi nekatere rastlinske maščobe: kokosova mast, kakavovo maslo, olje palmovih koščic in hidrogenirana rastlinska olja. Rastlinska olja, bogata z nenasicičenimi maščobnimi kislinami, znižujejo raven holesterola v krvi, npr. koruzno olje, sončnično olje, sojino olje (Pokorn, 1996).

V preglednici 5 je podana maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih rastlinskih olj.

Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih rastlinskih olj, utežni deleži od skupnih maščobnih kislin (%) (Salobir K., 2001 b)

| vrsta olja | nasičene maščobne kisline (%) | | | | | nenasičene maščob. kisl.(%) | | |
|-------------------------|-------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | kaprinska C10:0 | lavrinska C12:0 | miristinska C14:0 | palmitinska C16:0 | stearinska C18:0 | oleinska C18:1 n-9 | linolna C18:2 n-6 | linolenska C18:3 n-3 |
| olivno olje | / | / | / | 13,7 | 2,5 | 71,1 | 10,0 | 0,6 |
| oleinsko (ekstra) | / | / | 0,1 | 3,6 | 4,9 | 80,6 | 8,4 | 0,3 |
| sončnično olje | / | / | 0,1 | 11,6 | 3,1 | 46,5 | 31,4 | 0,1 |
| arašidno olje | / | / | 0,1 | 7,3 | 4,7 | 18,6 | 68,2 | 0,5 |
| sončnično olje | / | 0,5 | 0,2 | 12,2 | 2,2 | 27,5 | 57,0 | 0,9 |
| koruzno olje | / | / | 1,0 | 15,0 | 4,8 | 23,0 | 51,0 | 0,5 |
| bučno olje | / | / | / | 24,7 | 2,3 | 17,6 | 53,3 | 0,3 |
| bombažno olje | / | / | 0,9 | 11,0 | 4 | 23,4 | 53,2 | 0,3 |
| sojino olje | / | / | 0,1 | 3,9 | 1,9 | 64,1 | 18,7 | 9,2 |
| ogrščično olje | / | / | / | 4,8 | 4,7 | 19,9 | 15,9 | 52,7 |
| laneno olje | / | / | / | 8,4 | 2,5 | 6,5 | 1,5 | / |
| kokosovo olje | 14,9 | 48,5 | 17,6 | 8,0 | 2,4 | 13,7 | 2,0 | / |
| olje palminih koščic | 8,2 | 49,6 | 16,0 | 8,0 | 2,4 | 13,7 | 2,0 | / |
| palmovo olje | / | 0,3 | 1,1 | 45,1 | 4,7 | 38,8 | 9,4 | 0,3 |
| kakavovo maslo | / | / | 0,1 | 25,8 | 34,5 | 35,3 | 2,9 | / |

Čeprav so maščobe za življenje in zdravje pomembna in nepogrešljiva hraniva, se o maščobah, vsaj v javnosti, največ govorji in razmišlja kot o zdravju škodljivih sestavinah hrane (Salobir K., 2001 a). Splošno priporočilo, naj se uživanje maščob zmanjša, upošteva epidemiološke in klinične ugotovitve o tesni povezavi med prevelikim uživanjem maščob, zlasti nasičenih maščob, in dislipoproteinemijo ter boleznimi srca in ožilja, pa tudi z rakom na debelem črevesu in prekomerno telesno maso (Referenčne vrednosti, 2004).

Pri maščobah je prehransko fiziološka kakovost različna in njihov vpliv na zdravje odvisen od izvora, oziroma od sestave. S sestavo maščob je povezana njihova prehransko fiziološka dvojnost, ambivalentnost, da so namreč za življenje in zdravje nujno potrebne, po drugi plati pa so za zdravje lahko tudi škodljive. Maščobe neustrezne sestave in zaužite v prevelikem deležu vsakdanje prehrane, so pomemben prehranski dejavnik tveganja za razvoj bolezni srca in ožilja ter drugih bolezni zahodne civilizacije (Salobir K., 2001 a).

Za zmanjšanje pogostnosti teh bolezni Svetovna zdravstvena organizacija (WHO), za delež in kakovost maščob v uravnoveženi prehrani, daje priporočila, ki jih navaja preglednica 6.

Preglednica 6: Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije za količino in kakovost maščob v prehrani odraslih (WHO, 1994)

| kriterij zauživanja maščob | meje zauživanja | |
|--|-----------------|--------|
| | najmanj | največ |
| skupne maščobe (% energije maščob od skupno zaužite energije) | 15 | 30 |
| nasičene maščobne kisline (% skupne energije) | 0 | 10 |
| večkrat nenasičene maščobne kisline (% skupne energije) | 3 | 7 |
| holesterol (mg/dan, samo v živilih živalskega izvora) | 0 | 300 |

Rezultati epidemioloških raziskav in intervencijske študije na človeku govorijo v prid domnevi, da lahko vnos maščob v višini 30 % energijske vrednosti, z uravnoveženo sestavo maščobnih kislin v okviru polnovredne prehrane in v povezavi z zadostno fizično aktivnostjo, zniža tveganje srčnega infarkta (Referenčne vrednosti, 2004).

Priporočilo glede količine maščobe (delež od skupne zaužite energije %), izhaja iz dejstva, da tako premalo kot preveč maščob v prehrani za zdravje ni ugodno. Maščobe so najbolj koncentriran vir energije. Če jih je v hrani premalo, človek težko pokrije svoje potrebe po energiji, če jih je preveč, je pa nevarnost, da bo zaužil preveč energije veliko večja (Salobir K., 2001 a).

Če odrasla oseba uživa do 30 % skupne prehranske energije v obliki maščob, naj bi delež nasičenih maščobnih kislin z dolgimi verigami znašal največ tretjino v obliki maščob vnesene energije, kar ustrezha 10 % skupne energije (Referenčne vrednosti, 2004). Energijski delež nasičenih maščobnih kislin naj ne bo večji kot 10 %. Ker povečujejo koncentracijo holesterola v krvi, so zato dejavnik tveganja za bolezni srca in ožilja (Salobir K., 2001 a). Večkrat nenasičene maščobne kisline naj bi dajale okoli 7 % prehranske energije oziroma do 10 %, če vnos nasičenih maščobnih kislin presega 10 % skupne energije, da se prepreči povišanje koncentracije holesterola v plazmi (Referenčne vrednosti, 2004).

Priporočljiv energijski delež večkrat nenasičenih maščobnih kislin (takih z dve oz. več dvojnih vez) med 3 % in 7 % je osnovan na potrebah po esencialnih maščobnih kislinah, ki so z gotovostjo pokrite, če dajejo te kisline vsaj 3 % od skupne energije hrane. Omejitev, da naj jih v prehrani ne bo več kot 7 energijski %, pa je zaradi povečanega nastajanja škodljivih peroksidov maščobe, oziroma prostih radikalov v organizmu, če zauživamo veliko večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Salobir K., 2001 a). Pri tem naj bi se zvišalo uživanje α -linolenske kisline, da bi se razmerje med linolno kislino (n-6) in α -linolensko kislino (n-3) znižalo na približno 5:1 (Referenčne vrednosti, 2004).

Preostali, največji energijski delež maščob, teoretično med 13 % do 27 % naj bodo enkrat nenasičene maščobne kisline. Te kisline, v glavnem gre za oleinsko (oljno) kislino, so manj podvržene peroksidaciji, znižujejo skupni in LDL holesterol ter zvišujejo HDL holesterol v krvi (Salobir K., 2001 a). Iz preglednice 7 je razvidno razmerje med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami in enkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami v nekaterih rastlinskih oljih.

Preglednica 7: Vsebnost maščob in sestava maščobnih kislin v rastlinskih oljih (Pospisil in sod., 2004).

| olje (100 g) | skupne maščobe (g) | VNM (g) | ENM (g) |
|--------------------------|-----------------------|------------|------------|
| arašidovo olje | 99,4 | 31,0 | 52,5 |
| laneno olje | 99,5 | 68,7 | 17,2 |
| olje iz koruznih kalčkov | 99,9 | 56,0 | 31,1 |
| olivno olje | 99,6 | 8,0 | 71,7 |
| palmovo olje | 99,8 | 9,0 | 37,4 |
| repično olje | 99,8 | 30,0 | 60,0 |
| osatovo olje | 99,9 | 75,0 | 11,4 |
| sezamovo olje | 99,5 | 43,2 | 40,1 |
| sojino olje | 99,9 | 60,0 | 20,1 |
| sončnično olje | 99,8 | 63,0 | 21,9 |
| orehovo olje | 99,5 | 70,0 | 15,7 |
| dietno jedilno olje | 99,9 | 65,1 | 17,0 |
| bučno olje | 99,8 | 52,8 | 23,0 |

VNM = večkrat nenasičene maščobne kisline; ENM = enkrat nenasičene maščobne kisline

Poenostavljeno rečeno naj bi bile pri celokupnem vnosu maščob v obsegu 30 % prehranske energije nasičene maščobne kisline (< 10 % energije) in nenasičene maščobne kisline (skupno 20 % energije in pretežno rastlinskega izvora) v razmerju 1:2 (Referenčne vrednosti, 2004).

Na kratko lahko povzamemo, da so nasičene maščobne kisline aterogene in zato nezaželene. Enkrat nenasičene maščobne kisline, to je oleinska in palmitoleinska sta antiaterogeni in nimata drugih neugodnih vplivov na zdravje. Večkrat nenasičene maščobne kisline pa so esencialne in je zadovoljiva oskrba z njimi nujna, tako s tistimi iz družine n-6 kot tudi iz družine n-3 (Salobir K., 2001 a).

2.1.3.1 Esencialne maščobne kisline

Večkrat nenasičene maščobne kisline s cis konfiguracijo in določeno pozicijo dvojnih vezi so esencialne hranljive snovi, ker jih človeški organizem ne more sintetizirati sam (Referenčne vrednosti, 2004). Družina linolne in α -linolenske kisline je esencialna, ker organizem teh kislin ne more sintetizirati. Sem uvrščamo tudi arahidonsko kislino, ki se sicer sintetizira iz navedenih, vendar prepočasi (Pokorn, 2005).

V maščobah pri človeku prevladujejo n-6 maščobne kisline, v ribjih oljih n-3 maščobne kisline. Zelene rastline vsebujejo poleg n-6 maščobnih kislin tudi n-3 maščobne kisline. Sploh pa v prehrani človeka dobimo tako nasičene kot tudi enkrat nenasičene in večkrat nenasičene maščobne kisline (Pokorn, 2005).

Poleg n-6 maščobnih kislin (linolna kislina = C18:2 in iz nje tvorjene maščobne kisline z daljšimi verigami, npr. arahidonska kislina = C20:4) organizem potrebuje tudi n-3 maščobne kisline (α -linolenska kislina = C18:3 in njeni derivati z daljšimi verigami, posebej eikozapentaenojska kislina = C20:5 in dokozaheksanojska kislina = C22:6). Obe skupini maščobnih kislin služita za tvorbo funkcionalno pomembnih strukturnih lipidov v tkivih in regulatorskih ekozanoidov. Človek pa lahko sintetizira n-9 maščobne kisline (npr. oleinsko kislino = C18:1) in njihove derivate z daljšimi verigami (Referenčne vrednosti, 2004).

Obe vrsti esencialnih maščobnih kislin sta potrebni za izgradnjo in normalno funkcioniranje celičnih membran in kot predstopnja ekozanoidov, to je tkivnih hormonov, ki imajo zelo pomembne vloge pri uravnavanju intenzivnosti fizioloških procesov. Regulirajo na primer kontraktibilnost glatkih mišičnih vlaken, permeabilnost kapilar, krvni tlak, zlepjanje trombocitov, vnetne procese, imunski sistem (Salobir K., 2001 a). Pri tem deloma učinkujejo antagonistično (Referenčne vrednosti, 2004).

Pri biosintezi fiziološko pomembnih dolgoverižnih in visoko nenasičenih maščobnih kislin navedene maščobne kosline tekmujejo za isti encimski sistem. Afiniteta do tega upada z vrstnim redom n-3, n-6, n-9 maščobnih kislin. Stopnja pretvorbe v derivate z daljšimi verigami je zaradi te konkurenčne situacije med drugim odvisna od sestave maščobnih kislin v prehrani. Običajno se v najboljšem primeru 10 % vnosa esencialnih maščobnih kislin (linolna kislina, α -linolenska kislina) pretvorí v ustrezne derivate z dolgimi verigami (Referenčne vrednosti, 2004).

Ekozanoidi nastajajo iz treh maščobnih kislin, ki imajo vse po 20 C atomov (eicosa) iz dihomo γ -linolenske (n-6), iz arahidonske (n-6) in iz EPA (eikozapentaenojska kislina, n-3). Iz vsake navedene maščobne kislina nastane več vrst tkivnih hormonov prostaglandinov, tromboksanov, levkotrienov, ki se med seboj razlikujejo glede na vlogo in/ali intenzivnost delovanja. Koncentracije teh tkivnih hormonov morajo biti med seboj uravnotežene. Ker nastajajo po delovanju istih encimov, imajo pa različno biološko vlogo, je medsebojna uravnoteženost njihove sinteze odvisna od ravnotežja v oskrbi organizma z n-6 in n-3 maščobnimi kislinami. To pomeni, da je s količino in z razmerjem n-6 in n-3 maščobnimi kislinami mogoče vplivati na razmerje ekozanoidov, oziroma na fiziološke procese, ki jih regulirajo (Salobir K., 2001 a).

Ekozanoidi, ki nastajajo iz arahidonske kislina (n-6), močno pospešujejo zlepjanje trombocitov in s tem koagulacijo krvi, povečujejo krvni tlak s stimulacijo kontrakcije gladkih mišičnih vlaken v steni žil, močno stimulirajo imunski odziv organizma in vnetne procese. Ekozanoidi iz n-3 maščobnih kislin imajo na iste procese veliko blažji učinek (Salobir K., 2001 a).

Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije (WHO, 1994) za oskrbo z esencialnimi maščobnimi kislinami so naslednja:

1. večkrat nenasičene esencialne maščobne kisline naj dajo 3 do 7 % od skupno zaužite energije;
2. razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami naj bo med 5 : 1 do 10 : 1;
3. osebe, ki imajo prehrano s širšim razmerjem kot 10 : 1, je treba vzpodbujiati, da uživajo več hrane bogate z n-3 m.k., kot so zelena zelenjava, stročnice, ribe in druga hrana iz morja (Salobir K., 2001 a).

Novejša priporočila za oskrbo z esencialnimi n-6 in n-3 maščobnimi kislinami, kot ga je postavila ekspertna skupina Simopoulos in sod. (1999), so podana v preglednici 8 (Salobir K., 2001 a).

Preglednica 8: Priporočila za uživanje esencialnih maščobnih kislin pri odraslih (Salobir K., 2001 a)

| maščobna kislina | g/dan (pri 2000 kcal/dan) | % energije |
|----------------------|------------------------------|------------|
| linolna | 4,44 | 2,0 |
| linolna, gornja meja | 6,67 | 3,0 |
| linolenska | 2,22 | 1,0 |
| DHA + EPA | 0,65 | 0,3 |
| DHA najmanj | 0,22 | 0,1 |
| EPA najmanj | 0,22 | 0,1 |

Linolna in α -linolenska kislina imata, merjeno po sintezi eikozanoidov, manjšo biološko učinkovitost kot njuna derivata z daljšimi verigami (arahidonska kislina in eikozapentaenojska kislina). Za enotno ocenjevanje pokrivanja potreb bi bila torej potrebna uporaba pojma ekvivalentov (n-6) ozziroma (n-3) maščobnih kislin. S pričujocimi ugotovitvami pa dokončna definicija takih ekvivalentov še ni mogoča (Referenčne vrednosti, 2004).

2.1.4 Vpliv maščob na zdravje

Prevelika količina zaužitih maščob povzroča debelost. Najprej se nabirajo v podkožju, nato pa v okolini notranjih organov. Presežek nasičenih maščob pomeni tudi veliko tveganje za nastanek srčnožilnih obolenj, ki lahko privedejo do kapi. Če želimo shujšati, je najbolje, da čim bolj omejimo količino zaužitih maščob. Velja splošno pravilo: bolj kot je maščoba na sobni temperaturi konzistentna, več nasičenih in transmaščobnih kislin vsebuje. Čeprav maščobna živila vsebujejo vse tri vrste maščobnih kislin, je pomembna izbira maščobnih živil, ki vsebujejo več enkrat nenasičenih maščobnih kislin in manj nasičenih in večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Suwa in Kodele, 2003).

Dobra oskrba z n-3 maščobnimi kislinami z dovolj ozkim razmerjem med n-6 in n-3 kislinami, ima naslednje ugodne učinke (Connor, 2000):

- znižujejo lipide v krvi (holesterol in triglyceride),
- izboljšajo reološke lastnosti krvi (pretočnost krvi),
- znižujejo krvni tlak,
- zmanjšajo zlepljanje trombocitov (nevarnost tromboze),
- blažijo vnetne procese (revmatoidni artritis),
- zmanjšajo imunski odziv (alergije, avtoimunske motnje).

Vsi navedeni učinki so močnejši pri dolgoverižnih n-3 maščobnih kislinah, kot pri α -linolenski kislini.

Veliko nenasičenih maščob je predvsem v možganskih celicah in so nepogrešljive za razvoj in delovanje možganov, kakor tudi za očesno mrežnico in tvorbo semenčic. Pomanjkanje teh maščobnih kislin prepoznamo po rdečkastih spremembah ali ranicah na koži (največkrat na licih) ali po nepojasnjениh odrgninah na koži. Nasičene maščobne kisline se namreč navežejo na kožne celice, ki potem ne prepuščajo več vode in se izsušijo (Oberbeil, 2002).

2.1.4.1 Holesterol

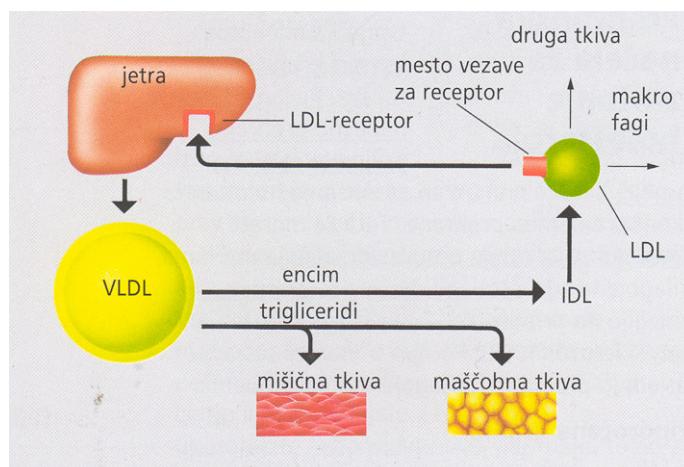
Holesterol je lipid (maščoba, oziroma maščobi podobna snov), ki ga potrebujejo vsi organi in vsa tkiva v telesu. Holesterol je temeljna sestavina hormonov in ker je osnova žolčnih soli, pospešuje prebavo. Tako kot druge maščobe se v krvi ne topi in da se lahko prenaša po njej, se mora vezati na določene beljakovine (apoliproteine). Povezava holesterola z beljakovino se imenuje lipoprotein. Poleg holesterola in apoliproteinov vsebujejo ti delčki tudi različne količine drugih maščob – triglyceride in fosfolipide (Oberbeil, 2002; Pospisil in sod., 2004).

Med najpomembnejše lipoproteine sodijo:

- lipoproteini zelo nizke gostote (very low density lipoproteins – VLDL),
- lipoproteini srednje gostote (intermediate density lipoproteins – IDL),
- lipoproteini nizke gostote (low density lipoproteins – LDL),
- lipoproteini visoke gostote (high density lipoproteins – HDL).

Slika 1 prikazuje presnovo lipoproteinov.

V jetrih nastaja VLDL in prehaja v kri, kjer se s pomočjo encima lipoproteinaze, ki je v stenah malih krvnih žil, predvsem v mišičju in maščobnem tkivu, prek IDL pretvori v LDL (slika 1). Ta s holesterolom zelo bogat LDL se lahko pritihotapi v celice preko posebnih prevzemnih mest (receptorjev). Takšni receptorji so v bližini vseh tkiv in organov. Določen odstotek LDL pa vedno sprejmejo tako imenovani makrofagi. To so krvne celice, ki lahko absorbirajo holesterol. So "policaji" v človeškem telesu (Pospisil in sod., 2004).



Slika 1: Presnova VLDL (Pospisil in sod., 2004)

2.1.5 Vitamini

Preprosto povedano so vitamini organske snovi, potrebne za življenje. Vitamini so pomembni za normalno delovanje našega telesa in jih, razen v nekaj redkih primerih, naše telo samo ne more izdelovati. Potrebujemo jih za rast, življenjsko moč in splošno dobro počutje, nahajajo pa se v majhnih količinah v vsaki naravni hrani. Naše telo jih mora dobiti iz te hrane ali iz dietetičnih dodatkov (Mindell, 2000).

V organizmu opravlja različne, zelo pomembne naloge. Ščitijo organizem in so biokatalizatorji, omogočajo normalno delovanje organizma (Požar, 1998). Vitamini so sestavni del našega encimskega sistema (Mindell, 2000).

V primerjavi z ostalimi hranili, kot so beljakovine, maščobe in ogljikovi hidrati, je količina vitaminov, ki jih zaužijemo, malenkostna. Vseeno pa lahko pomanjkanje enega samega vitamina ogrozi celotno telo (Mindell, 2000). Zaradi nepravilnega uživanja vitaminov lahko zbolimo (Požar, 1998).

Vitamine delimo na topne v maščobah (vitamin A, D, E, K) in topne v vodi: skupina B (B_1 , B_2 , niacin, folna kislina, B_6 , pantotenska kislina, B_{12} , biotin) in vitamin C. Pomanjkanje posameznih vitaminov vodi do hipovitaminoz in avitaminoz (Pokorn, 2005). Hipovitaminoza se pojavi, če uživamo premalo določenega vitamina ali če imamo povečane potrebe po vitaminih (med boleznjijo ali v nosečnosti). Avitaminoza se pojavi, če ne uživamo vitaminov. Avitaminoz je pri nas zelo malo (Požar, 1998).

Preglednica 9: Vitaminini topni v vodi (Požar, 1998)

| vitamin | pomen | pre malo | pre več | živilo | lastnosti |
|---------------------|---|--|------------------|--|---|
| C | Veča odpornost, sodeluje pri gradnji medceličnega tkiva | neodpornost, podkožne krvavitve, skorbut | ni | sveže sadje in zelenjava | občutljiv na visoko temperaturo, kisik, svetlobo in daljše skladiščenje |
| B ₁ | Sodeluje pri presnovi | beri - beri | ni | jetra, ledvice, žitne ovojnice, kvas | občutljiv na visoko temperaturo, svetlobo |
| B ₂ | Sodeluje pri presnovi | spremembe na koži | ni | mleko, sveža zelenjava, žita, meso | |
| niacin | Sodeluje pri presnovi | spremembe na koži | ni | žitne ovojnice, žita, stročnice, drobovina | |
| B ₆ | Sodeluje pri presnovi | poškodbe kože, slabokrvnost, upočasnjenja rast | je lahko strupen | jetra, meso, mleko, jajca, stročnice, sadje, zelenjava, kvas | |
| pantotenska kislina | Sodeluje pri presnovi | pri človeku ni znano | ni | v vseh živilih | |
| H (biotin) | Sodeluje pri presnovi | spremebe na koži, diareja, izguba teka | ni | večina živil | |
| B ₁₂ | Sodeluje pri tvorbi krvi | megaloblastna anemija, prizadeto centralno živčevje, prebavne motnje | ni | Samo v živilih živalskega izvora | občutljiv na visoko temperaturo |
| folna kislina | Sodeluja pri tvorbi krvi | posebne oblike slabokrvnosti | ni | listi zelenih rastlin, drobovina | občutljiv na visoko temperaturo |

V spoznanju, da so mnogi vitaminini potrebni za izgradnjo koencimov, ki sodelujejo v encimsko kataliziranih reakcijah, si še vedno težko razlagamo, zakaj se pomanjkanje vitaminov kaže kot specifična bolezen in ne kot splošno obolenje. Koža in sluznice so pri tem posebno občutljive za pomanjkanje različnih vitaminov (Pokorn, 2005).

Poznamo tudi hipervitaminoze ali zastrupitve z večjimi odmerki vitaminov (zlasti vitamini A, D, K in niacinom). Skoraj vedno so posledica predoziranja pri vitaminskem zdravljenju in profilaksi. Pri nepravilnem prehranjevanju redko dobimo hipervitaminoze (Pokorn, 2005).

Vodotopni vitamini se izločajo preko ledvic in se v telesu, z izjemo vitamina B₁₂, ne kopijo v večjih količinah. Odvečni vitamini se izločajo zato jih je treba uživati vsak dan (Pospisil in sod., 2004).

Vitamine, ki so topni v vodi, večinoma zagotavljamo telesu s svežim sadjem in zelenjavom ter žiti (Požar, 1998).

Vitamini, topni v maščobah (lipofilni), so nakopičeni v maščobnem tkivu in jetrih, in se lahko izločajo iz organizma le preko presnove v jetrih (biotransformacija), zato je nevarnost njihovega kopiranja v organizmu bistveno večja (Pokorn, 1996). Kadar jih dnevno ne zaužijemo dovolj, je oskrba kljub temu še za kratek čas zagotovljena, vendar se lahko sčasoma zaloge izpraznijo (Pospisil, 2004).

Vitamine, topne v maščobi, zagotavljamo z živili, ki vsebujejo maščobe (mleko, meso, jajca, lupinasto sadje) (Požar, 1998).

Preglednica 10: Vitamini topni v maščobah (Požar, 1998)

| vitamin | pomen | premalo | preveč | živilo | lastnosti |
|---------|--|---|--|---|------------------------------|
| A | Vliva na rast, vid, tvorbo kože in sluznic | nočna slepota, slepota, poroženela koža, motnje v rasti | nevarno uživanje v obliku preparatov | meso, jetra, ribe, mleko, jajca, sadje in zelenjava oranžne barve | občutljiv na kisik, svetloba |
| D | Sodeluje pri resorbciji Ca in P skozi črevesno sluznico in omogoča njuno vgrajevanje v kosti in zobe | rahitis, mehke kosti, razpoke v zobni skelenini | pri odraslih odlaganje Ca v mehkih tkivih (ledvični kamni) | maslo, jajca, jetra | občutljiv na kisik |
| E | Antioksidant, preprečuje nastanek prostih radikalov in ščiti celične membrane | oslabelost mišic, spremembe na obtočilih | slabost, utrujenost, zvišan krvni tlak | žitni kalčki, rumenjak, maslo, temno-listnate vrtnine | občutljiv na kisik, svetloba |
| K | Sodeluje pri strjevanju krvi | krvavitve | ni | zelenjava, sintetizirajo ga bakterije v črevesu | občutljiv na kisik |

Številne študije potrjujejo, da imajo antioksidativno delujoči vitamini E, C in provitamin A (β-karoten) pomembno vlogo pri preprečevanju raka, ateroskleroze in drugih obolenj. Neodvisno od svojega siceršnjega delovanja imajo vitamini še sposobnost »lovljenja in onemogočanja« prostih radikalov, ki škodujejo celicam. Prosti radikali sodelujejo tudi pri nastanku ateroskleroze, ker oksidirajo LDL.

Da bi vitamini C, E in β-karoten lahko delovali zaščitno, je potrebno dnevni vnos povišati za dva do trikrat glede na običajne dnevne potrebe, to pomeni 150 do 200 mg vitamina C, 30 mg vitamina E in 30 mg β-karotena dnevno. Ker se v omembe vrednih količinah nahajajo le v živilih rastlinskega izvora, je razlog več za uvedbo prehrane z živili rastlinskega izvora (Pospisil, 2004).

2.1.6 Anorganske snovi

Znano je, da so vitamini, kakor tudi aminokisline, neučinkoviti brez mineralov, saj so le-ti vključeni v encimsko aktivnost. Poleg tega so minerali nujno potrebni za vzdrževanje ravnotežja celičnih tekočin, nastanek krvnih in kostnih celic, pravilno delovanje živčevja, reguliranje mišičnega tonusa in aktivnosti mišic, med drugim tudi srčne mišice, itd. (Paš, 2001).

Človeško telo vsebuje 70 elementov: 22 (makro- in mikroelementov) je za življenje nujno potrebnih. Makroelementi so elektroliti in minerali: natrij, kalij, klor, kalcij, magnezij, fosfor, žveplo. Mikroelementi so: železo, jod, baker, cink, kobalt, krom, molibden, selen, fluor, mangan, silicij in vandal. Esencialni pa so verjetno še nikelj, arzen in kositer (Pokorn, 2005).

Presnova anorganskih soli se razlikuje od presnove beljakovin, maščob in ogljikovih hidratov. V nasprotju z njimi organizem anorganskih soli niti ne proizvaja niti ne porablja. Njihovo vnašanje s hrano lahko uravnnavamo samo okvirno. Pri tem je bistvenega pomena uravnavanje izločanja. Za nekatere ione obstajajo tudi posebne zaloge, ki se ob pomanjkljivem dovajanju lahko sproščajo. Klinični pomen imajo predvsem: kalcij, magnezij, fosfor, cink, železo, jod, kobalt (kot kobalamin v vitaminu B₁₂), v določenih primerih pa še baker, selen, krom in molibden (Pokorn, 2005).

Ker se skladiščijo predvsem v kostnem in mišičnem tkivu, lahko zaužitje prevelikih količin mineralov v daljšem časovnem obdobju privede do toksičnega delovanja, kar se zgodi zelo redko.

V zadnjem stoletju se je pojavilo na listi kar nekaj mineralov, ki imajo pomembno vlogo v metabolizmu. Tako se tistim zelo poznam, ki tvorijo znaten delež človeškega telesa (npr. makro-element kalcij), pridružujejo številni mikro- in ultra-elementi, prav tako pomembni za neokrnjen metabolismem (Paš, 2001).

Pomanjkanje nekaterih mineralov lahko povzroči resne motnje v metabolizmu. Zelo znan in lahko opazen primer je pojav golšavosti, ki nastane zaradi pomanjkanja joda. Primanjkljaj nekaterih drugih mineralov se sicer ne odrazi tako opazno, vendar je lahko kljub temu zelo nevaren za normalno delovanje metabolizma.

Preglednica 11: Razdelitev anorganskih sestavin živil in človeškega telesa (Referenčne vrednosti, 2004)

| voda | |
|--|---|
| makroelementi | natrij (Na), klor (Cl), kalij (K), kalcij (Ca), fosfor (P), magnezij (Mg), žveplo (S) |
| mikroelementi | žezezo (Fe), jod (J), fluor (F), cink (Zn), selen (Se), baker (Cu), mangan (Mn), krom (Cr), molibden (Mo), kobalt (Co), nikelj (Ni) |
| ultramikroelementi (doslej brez dokazane fiziološke funkcije pri človeku) | aluminij (Al), arzen (As), bor (B), brom (Br), kadmij (Cd), svinec (Pb), rubidij (Rb), silicij (Si), samarij (Sm), titan (Ti), barij (Ba), bizmut (Bi), cezij (Cs), germanij (Ge), živo srebro (Hg), antimon (Sb), stroncij (Sr), talij (Th), litij (Li), volfram (W) |

Preglednica 12: Pregled najpomembnejših mineralov – priporočljive dnevne količine (RDA), povprečen dnevni vnos in naravni viri (Paš, 2001)

| mineral | RDA | povprečni dnevni vnos | naravni viri |
|----------------|------------|------------------------------|--|
| B | * | 0,35-0,42 mg | sir, ribe, temna listnata zelenjava, sezamovo seme |
| Ca | 1200 mg | 743 mg | sir, ribe, temna listnata zelenjava, sezamovo seme |
| Cr | 50-200 µg | 25 µg | kvas, cela semena, nerefinitirani trsni sladkor, piščančije meso, školjke, polži, koruzno olje |
| Co | 3-4 µg | ** | vsa temna listnata zelenjava, školjke, jetra, mleko, rdeče meso |
| Cu | 1,5-3,0 mg | 1,2 mg | goveja jetra, drobovina, školjke, suhe slive, mandlji, sročnice, temna listnata zelenjava |
| F | * | ** | mleko, korenje, česen, morski sadeži, fluorirana pitna voda |
| Fe | 15 mg | 10 mg | banane, suhe slive, rozine, cela ržena zrna, orehi, alge, leča, drobovina, rdeče meso, ostrige, surove školjke |
| Ge | * | ** | česen, aloa, gabez, alge, ginseng, vodna kreša |
| I | 150 µg | 250 µg | morski sadeži, morske alge, olje iz ribjih jeter, jajčni rumenjak, meso citrusov, česen |
| K | 3500 mg | 2500 mg | zelena listnata zelenjava, banane, paradižnik, vodna kreša, cela zrna |
| Li | * | ** | morski sadeži, morske alge |
| Mg | 350 mg | 329 mg | mineralna voda, listnata zelenjava |
| Mn | 2,0-5,0 mg | 2,7 mg | žitna zrna, oreški, špinaca, pesa, brstični ohrovci, alge |
| Mo | 50-250 µg | 109 µg | rjavi riž, proso, ajda, stročnice, listnata zelenjava, žitarice |
| Na | 0,5 g | 5,0 g | morska sol, alge, školjke, korenje, ledvice |
| P | * | 1500 mg | Mlečni izdelki, žitarice, semena in oreški, jajca, ribe, perutnina |
| Se | 70 µg | 108 µg | pšenični kalčki, otrobi, alge, česen, morski sadeži |
| Si | * | 329 mg | lanena semena, oves, oreški, semena, jabolka |
| V | 10-60 µg | ** | ribe |
| Zn | 15-19 mg | 8,6 mg | kvasna biomasa |

Železo na primer omogoča prenos kisika po krvi, kalcij potrebujemo za gradnjo kosti in zob, jod je nepogrešljiv za delovanje ščitnice. Tudi fosfor in magnezij sta poleg kalcija gradnika kosti in zob, poleg tega pa vsi trije opravljajo tudi pomembne naloge v presnovi. Žveplo je bistvena sestavina nekaterih aminokislin. Kalijeve, natrijeve, klorove in magnezijeve soli so elektroliti. Če se raztopijo v telesni tekočini, se razcepijo v ione, ki so pomembni za živčna sporočila ali krčenje mišic (Oberbeil, 2002).

Preglednica 12 prikazuje priporočljive dnevno zaužite količine (recommended daily allowance – RDA) pomembnejših mineralov, dejanski povprečni dnevni vnos mineralov in primere živil, ki predstavljajo naravni vir mineralov (Paš, 2001).

2.2 OREH V SVETU IN PRI NAS

Oreh gojijo skoraj po vsem svetu. Največ so ga pridelali v Evropi (približno 250 000 ton) in Aziji (okoli 250 000 ton). Takšno je letno povprečje v obdobju petnajstih let (od 1980 do 1995). V Severni in Srednji Ameriki so pridelali 180 000 ton orehov, v nekdanji Sovjetski zvezi 53 000 ton, v Južni Ameriki 10 500 ton itn. Skupni pridelek v svetu pa je znašal nekaj več kot 800 000 ton.

V Evropi pridelajo največ orehov v Grčiji (52 000 ton), sledijo Italija (47 800 ton), Francija (41 000 ton), Romunija (35 500 ton), Bolgarija (25 000 ton) itn.

V Sloveniji raste oreh tako rekoč povsod – ob morju in v notranjosti do nadmorske višine 1000 metrov. Oreh je pri nas smotrnno pridelovati do nadmorske višine 800 metrov. V Sloveniji so najbolj razširjeni v severovzhodni Sloveniji (Ocepek, 1995).

2.2.1 Izvor oreha

Oreh spada botanično v družino *Juglandaceae* in ima štiri rodove z več kot 70 vrstami. V svetu je najbolj razširjen rod *Juglans*, poleg tega obstajajo še rodovi *Carya*, *Pterocary* in *Platycarya*. V rodu *Juglans* sta najbolj razširjena navadni oreh (*Juglans regia* L.), ki izvira iz Irana in Iraka – imenujemo ga tudi perzijski oreh, ter črni oreh (*Juglans nigra* L.), ki izhaja iz Severne Amerike. Poleg teh dveh vrst poznamo še argentinski, bolivijski, kalifornijski, kitajski, japonski, arizonski, mandžurski in zahodno indijski oreh.

Pri nas in drugod po Evropi in Aziji raste večinoma le navadni oreh. Na Balkanskem polotoku so ga najprej zasadili v Grčiji kot perzijski oreh, od tam so ga Rimljani prenesli v Italijo, od koder se je razširil po vsej Evropi. Zelo pozno so ga začeli saditi v Angliji – šele leta 1562. Od tam so ga prenesli v Ameriko kot angleški oreh (Ocepek, 1995).

2.2.2 Morfologija oreha

Oreh ima vegetativne in generativne organe. Med vegetativne organe spadajo korenine, deblo, veje, listni brsti in listi. Po vegetativnih organih potekajo vsi življenski procesi oreha, med generativne organe pa spadajo cvetni brsti, cvet in plod. Ti organi omogočajo

razmnoževanje ali ohranjanje vrste. Drevo oreha lahko zraste do 20 in več metrov v višino ter 15 in več metrov v širino. Njegova življenska doba je okrog 120 let lahko pa tudi več kot dvesto. Znani so orehi stari tudi čez tristo let, ki še vedno rodijo. Pri nas gojimo orehe predvsem zaradi plodov.

2.2.2.1 Korenine

Poglavitna naloga korenin je, da iz zemlje črpajo vodo in v njej raztopljeni rudninske snovi. Oreh ima močno razvit koreninski sistem, ki prodre globoko v zemljo – okoli tri metre pa tudi do pet metrov in več.

2.2.2.2 Deblo

Deblo je del drevesa od koreninskega vratu do prvih vej krošnje. Skozenj se pretaka voda z raztopljenimi hranilnimi snovmi. Večinoma se pri nas gojijo orehova drevesa z visokim debлом (150 do 180 cm). To pomeni, da je krošnja visoka, kar omogoča lažjo obdelavo tal, zmanjšuje pa se tudi nevarnost pozebe. Za intenzivno pridelovanje orehov strokovnjaki priporočajo manjšo višino debla, od 80 do 120 cm.

2.2.2.3 Krošnja

Krošnja je nadzemni razvezjani del drevesa. Sestavlja jo osnovne skeletne veje, sekundarne, terciarne, rodni poganjki, brsti, listi, cvetovi in plodovi. Krošnja je lahko negovana ali naravna. Naravna orehova krošnja je navadno piramidne oblike, včasih pa tudi kotlaste, vendar je pogostejsa piramidna krošnja z izrazito voditeljico.

2.2.2.4 Listi

Orehov list je sestavljen iz neparnega števila posameznih lističev. Največkrat sestavlja list 7 ali 9 lističev, lahko pa ima samo 3 ali 5, pa tudi 11 ali 13 lističev. Mladi listi so svetlo zelene barve, večkrat tudi rahlo rdečkasti, starejši so temno zeleni. V listju potekajo vsi procesi asimilacije, dihanja in transpiracije. Oreh ima zelo veliko listno površino in velik koeficient transpiracije, njegove potrebe po vodi so zelo velike, kar je treba upoštevati pri napravi nasada.

2.2.2.5 Brsti

Brsti so lahko vegetativni, cvetni in mešani.

Vegetativni brsti se razvijejo v listnih pazduhah v času vegetacije. Iz njih naslednje leto zrastejo listi ali poganjki z listi.

Cvetni brsti so kopasti, prekriti z luskami, in so na enoletnih poganjkih. Na enoletnem lesu se lahko oblikuje tudi več cvetnih brstov iz katerih se razvijejo rese z več moškimi cveti.

Mešani brsti so povečini na vrhu enoletnega lesa, pri nekaterih sortah pa so poleg terminalnega tudi mešani lateralni ali stranski brsti. Iz njih se v naslednjem letu razvije mladika z več listi in ženskimi cvetovi. Navadno razvije mladika 1 do 4 ženske cvetove, nekatere sorte pa razvijejo grozdasto socvetje, v katerem je lahko tudi do 20 ženskih cvetov.

2.2.2.6 Cvet

Oreh je enodomna rastlina z ločenimi moškimi in ženskimi cvetovi. Cvetovi so enospolni. Ženski se razvijejo na vrhu mladike, moški pa na enoletnem lesu.

Ženski cvetovi nimajo venčnih listov. Plodnica je dvokarpna in porasla z dlačicami, ima samo eno jajčno celico in dvodelno brazdo pestiča, poraslo z dlačicami.

Moški cvetovi so na mačici, ki ima lahko 100 do 160 cvetov. Dolga je okoli 10 cm, lahko pa tudi 20 cm. Cvetovi mačice imajo 2 do 12 prašnikov, trosi blizu osnove mačice pa tudi do 30 prašnikov. Moški cvet vsebuje okoli 20 000 zrnc cvetnega prahu. Večina sort v polni zrelosti oblikuje več mačic kot ženskih cvetov. Mladi orehi začnejo oblikovati ženske cvetove navadno leto ali dve prej kot mačice.

2.2.2.7 Plod

Orehov plod sestoji iz zunanjega zelenega ovoja – eksokarpa ali lupine, in trdnega svetlo rjavega endokarpa ali olesene luščine, v kateri tiči seme ali jedrce. Lupina se razvije iz zunanjega dela plodnice, debelina lupine od 3 do 5 mm je sortno značilna. V času zorenja plodov tkivo lupine poči in se loči od luščine.

Luščina je sestavljena iz dveh simetričnih polovic, ki sta zrasli s šivom. Če luščini po šivu nista dobro zaprti, je to pomanjkljivost sorte. Površina luščine ni nikoli povsem gladka, isto velja tudi za njen spodnji del.

Oblika plodov je lahko različna. Največkrat je odvisna od sorte. Lahko je kopasta, okrogla, jajčasta, obrnjeno jajčasta, srčasta, cilindrična itn. Tudi vrh in dno ploda sta lahko različnih oblik. Jedrce je sestavljeno iz dveh polovic; loči ju tanka olesenela pregrada, ki se zlahka lomi. Bolj je razvita pri dnu kot pri vrhu jedrca. Jedro predstavlja 40-60 % orehovega ploda (Prasad, 2003).

2.2.3 Sorte

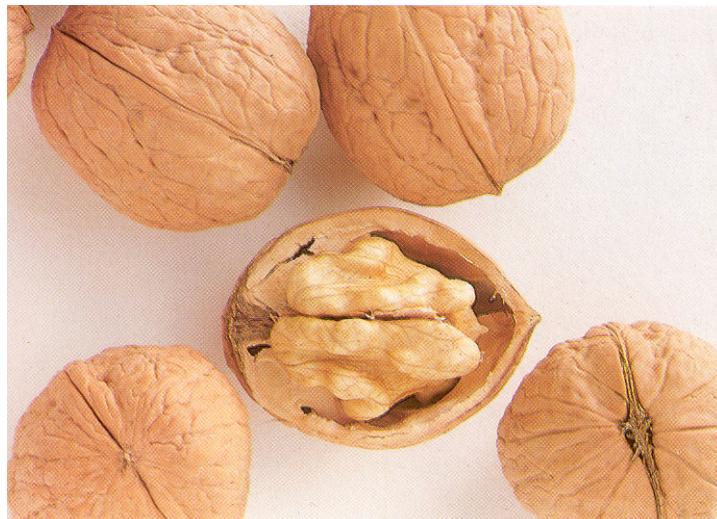
Poznamo številne orehove sorte, vendar manj kot na primer pri jablani in nekaterih drugih sadnih vrstah. Po nekaterih podatkih je v svetu okoli 3000 orehovih sort. Največ jih je nastalo z naravno selekcijo, v zadnjem času pa je vse več vzgojenih križancev, ki so plod dolgoletnega dela strokovnjakov.

Slovenske domače selekcije so nastale iz domače populacije orehov z metodo pozitivne množične selekcije. Doslej so se nekatere izkazale kot uspešne in ne zaostajajo veliko za priznanimi tujimi sortami.

2.2.3.1 Elit

Elit je selekcija Biotehniške fakultete Ljubljana, izpostava Maribor, avtorice Tatjane Hlišič. Nastala je iz semena neke francoske sorte. Drevo je bujno, razmeroma razvejano, v mladosti je precej pokončno. Odganja in cveti pozno, 10-14 dni za drugimi sortami, zato zelo redko pozebe. Rodi redno in zadovoljivo.

Plod je težak 10 g, je jajčaste oblike in srednje velik. Luščina je nekoliko debelejša, hrapava, svetlo rjave barve in je dobro zaprta. Svetlo rumena jedrca, ki so dobrega okusa, se zlahka izluščijo. Dobit jedrc je 46 %. Jedrca imajo 67 % maščobe in 15 % odstotkov beljakovin.



Slika 2: Oreh sorte Elit (Ocepek, 1995)

2.2.3.2 Geisenheim

Je nemška selekcija, odbrali so jo v Geisenheimu, izvira pa iz Veinheima. Vegetacija je razmeroma kratka. Drevo raste srednje močno, odžene in cveti zgodaj.

Plod je širok ovalne oblike, velik, težek okoli 12 g, luščina je srednje debela, skoraj gladka, svetlo rjava in dobro zaprta. Jedrca se srednje lahko izluščijo. So rumene barve, z vidnimi rjavimi žilami in dobrega okusa. Dobit je 48 %. Dozoreva v začetku oktobra.



Slika 3: Oreh sorte Geisenheim (Ocepek, 1995)

2.2.3.3 Petovio

Je selekcija Biotehniške fakultete v Ljubljani, izpostava Maribor, avtorice Tatjane Hlišič. Ta selekcija izvira iz Ptujске gore. Drevo je srednje bujne rasti. Sorta petovio je zelo rodna, odžene in cveti prav zgodaj.

Plod je okroglast, srednje velik, težak 10,5 g. Luščina je svetlo rjave barve, sorazmerno gladka tanka in dobro zaprta. Jedrca, ki so rumene barve, se zlahka izluščijo in so zelo dobrega okusa. Dobit je 50 %. Jedrca vsebujejo 66 % maščobe in 15 % beljakovin.



Slika 4: Oreh sorte Petovio (Ocepek, 1995)

2.3 POMEN OREHA V PREHRANI

Orehi, tako kot drugi oreški, vsebujejo olje in so izjemno kakovosten vir prehrane za odrasle, predvsem pa za otroke in mladostnike. Večji del njihovih maščob, vsebujejo jih dobre 60 %, sestavljajo dragocene esencialne nenasičene maščobne kisline, ki nižajo raven holesterola v krvi in zmanjšujejo možnost razvoja obolenj ožilja (Cortese, 2000; Pigozzi, 2002).

Pomembni gradbeni kamni njihove hranilnosti in zdravja pa so še beljakovine (15 %), sladkorji (13 %) in nekateri vitamini. Zaradi sorazmerno velike vsebnosti aminokisline triptofana, ki v telesu sprošča serotonin, hormon ugodja in sreče, pomirjajo (Cortese, 2000; Pigozzi, 2002).

Bogati so tudi z rudninskim snovmi, kot so fluor, baker, selen in drugimi mikroelementi. Pomembna sestavina orehov in nekaterih drugih oreškov je tudi elagična kislina, ki je še v grozdju in nekaterih vrstah jagodičja; vedno pogosteje jo omenjajo kot snov, ki zmanjšuje možnost pojava rakavih obolenj (Cortese, 2000).

Kot dopolnilo vsakodnevni prehrani jih priporočamo oslabelim, bolnikom, ki okrevajo po tuberkulozi ali tistim, ki trpijo zaradi črevesnih zajedalcev. Nujno potrebni so vsem, ki so se odločili za čisto vegetarijansko prehrano. So razmeroma težko prebavljivi, še zlasti, če jih uživamo ob koncu obeda ali če so obdani s testom in spečeni (Pigozzi, 2002).

2.3.1 Kemijska sestava oreha

Obstaja le nekaj živil, ki so prehransko popolna in dobra za ljudi, tako kot so orehi. Že več let ugledne raziskave potrjujejo, da so orehi bogat vir različnih hranil, ki pozitivno učinkujejo na človeško telo. V preglednici 13 smo podali energijsko vrednost in kemijsko sestavo osnovnih hranil v 100 g orehov, povzeto po različnih avtorjih.

Preglednica 13: Kemijska in energijska sestava v 100 g orehovih jedrc

| | | Kaić-Rak in Antanoić (1990) | Holland in sod. (1992) | Kulier (1996) | Morgen (1997) | Bender in Bender (1998) | Souci in sod. (2000) | USDA (2005) |
|----------------------|------|-----------------------------------|------------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|----------------------------|----------------|
| energija | kJ | 2715 | 2837 | 2913 | 2721 | 2880 | 2738 | 2738 |
| energija | kcal | 649 | 688 | 694 | 650 | 688 | 663 | 654 |
| voda | g | 5 | 2,8 | 4,38 | | 2,8 | 4,38 | 4,07 |
| beljakovine | g | 15,8 | 14,7 | 14,4 | 14,6 | 14,7 | 14,4 | 15,23 |
| maščobe | g | 61,4 | 68,5 | 62,5 | 62,5 | 68,5 | 62,5 | 65,21 |
| ogljikovi hidrati | g | 8,8 | 3,3 | 12,14 | 18,6 | 3,3 | 10,6 | 13,71 |
| vlaknine | g | 6,4 | 5,9 | 4,6 | 5 | 5,9 | 6,14 | |
| pepel | g | | | | 1,98 | | 1,98 | 1,78 |

2.3.1.1 Maščobnokislinska sestava

Orehovo jedro vsebuje približno 60 % maščob, vendar varirajo med 52 % in 70 %, odvisno od sorte. Večino maščob predstavljajo trigliceridi. Proste maščobne kisline, digliceridi, monoglyceridi, steroli, sterolni estri, fosfolipidi in vitamini predstavljajo le manjši del (Prasad, 2003).

En del trigliceridov je mešanica trinenasičenih in nesimetričnih dinenasičenih gliceridov, ki predstavljajo 83-95 % celotne frakcije. Na drugem mestu v triacilgliceridih je zaestrena glavna linolna kislina (Prasad, 2003).

V preglednici 14 smo podali količine osnovnih maščobnih kislin, ki so prisotne v trigliceridih v 100 g orehov, povzete po različnih avtorjih.

Maščobne kisline, ki prevladujejo v orehih, so v glavnem večkrat nenasičene in znano je, da so nenasičene maščobne kisline povezane z ugodnimi učinki na serumske lipide. V primerjavi z večino ostalih oreškov, ki vsebujejo v glavnem enkrat nenasičene maščobne kisline, so orehi edinstveni, ker so zelo bogati z n-6 (linolna) in n-3 (α -linolenska) večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami. Epidemiološki in klinični poskusi omenjajo, da imajo n-3 nenasičene maščobne kisline pomembno vlogo pri preprečevanju srčno žilnih bolezni (Amaral in sod., 2003).

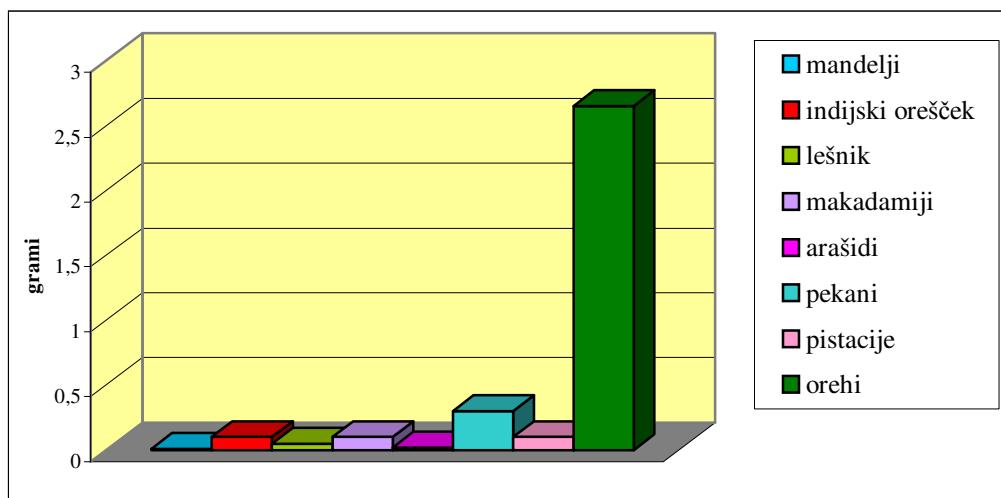
Preglednica 14: Vsebnost maščobnih kislin v 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000; Ruggeri in sod., 1998)

| maščobne kisline | enota | USDA (2005) | Souci in sod. (2000) | Feldman (2002) |
|----------------------------------|-------|---------------|----------------------|----------------|
| skupne nasičene | g | 6,126 | 6,831 | 6,126 |
| C14:0 miristinska | g | 0,0 | 0,69 | 0,00 |
| C16:0 palmitinska | g | 4,404 | 4,373 | 4,404 |
| C18:0 stearinska | g | 1,659 | 1,347 | 1,659 |
| C20:0 arahidinska | g | 0,063 | 0,421 | 0,063 |
| skupne enkrat nenasičene | g | 8,933 | 10,935 | 8,933 |
| C16:1 palmitoleinska | g | 0,0 | 0,135 | 0,0 |
| C18:1 oleinska | g | 8,799 | 10,8 | 8,799 |
| C20:1 gadoleinska | g | 0,134 | | 0,134 |
| skupne večkrat nenasičene | g | 47,174 | 41,687 | 47,176 |
| C18:2 linolna | g | 38,093 | 34,2 | 38,095 |
| C18:3 α -linolenska | g | 9,080 | 7,487 | 9,081 |

V preglednici 15 smo podali vsebnost maščobnih kislin na 100 g lipidne frakcije, povzeto po različnih avtorjih.

Preglednica 15: Vsebnost maščobnih kislin na 100 g lipidne frakcije (Ruggeri in sod., 1998; Amaral in sod., 2003; Maguire in sod., 2004)

| maščobne kisline | enota | Ruggeri in sod. (1998) | Amaral in sod. (2003) | Maguire in sod. (2004) |
|----------------------------------|-------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| skupne nasičene | g | 10,665 | 9,67 | |
| C14:0 miristinska | g | 0,035 | 0,03 | 0,13 |
| C16:0 palmitinska | g | 8,35 | 6,98 | 6,70 |
| C18:0 stearinska | g | 2,08 | 2,51 | 2,27 |
| C20:0 arahidinska | g | 0,2 | 0,07 | 0,08 |
| skupne enkrat nenasičene | g | 16,78 | 17,85 | |
| C16:1 palmitoleinska | g | 0,09 | 0,06 | 0,23 |
| C18:1 oleinska | g | 16,48 | 16,30 | 21,00 |
| C20:1 gadoleinska | g | 0,21 | 0,19 | / |
| skupne večkrat nenasičene | g | 72,6 | 72,46 | |
| C18:2 linolna | g | 58,62 | 60,31 | 57,46 |
| C18:3 α-linolenska | g | 13,98 | 12,03 | 11,58 |



**Slika 5: Vsebnost n-3 maščobnih kislin v nekaterih oreščkih v g MK/unčo orehov
(1 unča = 28,35 g)**

Orehi so med vsemi oreški edini, ki imajo pomembno vsebnost n-3 maščobnih kislin, kar je tudi prikazano na sliki 5.

Orehovo olje vsebuje približno 0,9-1,3 % fosfolipidov. Od skupnih fosfolipidov vsebuje 18-20,4 % fosfatidil holina, 28,5-45 % fosfatidil inozitola, 15-30,5 % fosfatidiletanolamina, 0-20,4 % cardiolipina, 0-5 % fosfatidil serina, 0-7 % fosforne kisline, lisofosfatidil holin se nahaja v sledovih do 2 % in lisofosfatidiletanol amin tudi v sledovih vse do 2 % (Prasad, 2003).

Orehovo olje vsebuje najmanj 29 vrst hlapnih sestavin, kot so terpeni, alkoholi, karbonili in različne arome, ki so mešanica različnih komponent (Prasad, 2003).

2.3.1.2 Ogljikovi hidrati v orehih

Ogljikovi hidrati igrajo pomembno vlogo pri aromi praženih orehov (Škof, 1992). Skupna vsebnost ogljikovih hidratov v orehih varira glede na sorto med 12,1 in 18,3 g na 100 g jedrc. Vsebnost vlaknin se v orehovih sortah giblje med 1,7 in 6,5 g v 100 g jedrc. Feldman (2002) pa poroča o vsebnosti 9,79 g vlaknin v 100 g orehov. Nekatere sorte orehov vsebujejo velike količine sladkorjev (Prasad, 2003).

Ros in sod. (2004) pripisujejo bistven pomen prehranski vlaknini v orehih, kot bioaktivni sestavini s potencialno ugodnim učinkom na tveganje za kardiovaskularne bolezni.

Feldman (2002) poroča tudi o visoki vsebnosti fitatov v oreških in da jih orehi vsebujejo 982 mg/100 g.

2.3.1.3 Beljakovinska sestava

Orehova jedrca vsebujejo od 14,5 do 24 % beljakovin. Ni veliko razpoložljivih podatkov o naravi beljakovin v orehih. Vendar je molekulska masa treh glavnih beljakovin ocenjena na 43.000, 39.000 in 25.000. Med beljakovinami orehov prevladujejo sulfohidrilne in disulfidne vezi. Orehi vsebujejo več arginina kot lizina. Orehova jedrca vsebujejo 18 aminokislín, glavna aminokislina je glutaminska kislina (2,809 g/100 g jedrc), sledi ji arginin (2,103 g/100 g jedrc) (Prasad, 2003).

V preglednici 16 smo podali amino kislinsko sestavo orehovih jedrc, povzeto po različnih avtorjih.

Preglednica 16: Vsebnost aminokislin v 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000)

| amino kislina | enota | Souci in sod. (2000) | USDA (2005) | Prasad ¹ (2003) |
|---------------------|-------|----------------------|-------------|----------------------------|
| alanin | mg | 714 | 696 | / |
| arginin | mg | 2080 | 2278 | 2103-3661 |
| aspartinska kislina | mg | 1688 | 1829 | / |
| cistin | mg | 250 | 208 | / |
| glutaminska kislina | mg | 3137 | 2816 | / |
| glicin | mg | 814 | 816 | / |
| histidin | mg | 360 | 391 | 359-680 |
| izolevcin | mg | 670 | 625 | 566-978 |
| leucin | mg | 1140 | 1170 | 992-1704 |
| lizin | mg | 440 | 424 | 285-721 |
| metionin | mg | 220 | 236 | 247-473 |
| fenilalanin | mg | 660 | 711 | 628-1107 |
| prolin | mg | 898 | 706 | / |
| serin | mg | 898 | 934 | / |
| treonin | mg | 540 | 596 | 230-589 |
| triptofan | mg | 170 | 170 | 175-321 |
| tirozin | mg | 640 | 406 | / |
| valin | mg | 770 | 753 | 723-1286 |

¹- podana je sestava le esencialnih aminokislin

Poleg osnovnih aminokislin orehova jedrca vsebujejo tudi taurin, aminokislino ki vsebuje žveplo (2-aminoetansulfonska kislina) v koncentraciji med 15 in 46 nmol/g, odvisno od sorte. Pri človeku lahko pomanjkanje taurina povzroči znižanje elektroretinogramskega (ERG) odziva očesa in z akumulacijo pigmenta degenerira očesno mrežnico. Zato so orehova jedrca lahko potencialni nadomestek mesa, kot prehranski vir taurina (Prasad, 2003).

Orehove beljakovine imajo tudi druge ugodne učinke, kot omenja Feldman (2002), nizko razmerja lizin: arginin.

Rastlinske beljakovine se razlikujejo v svoji aminokislinki sestavi od živalskih beljakovin; vsebujejo več arginina in malo lizina. Prehrana bogata z rastlinskimi beljakovinami, nasprotno od živalskih beljakovin, zmanjšujejo tveganje za aterosklerozo, poleg deloma ugodnega vpliva lipidnega profila. Razmerje lizin: arginin je bilo vpleteno pri povišanem holesterolu in aterosklerozi v zgodnjih študijah na živalih in ima prav tako poseben pomen, ko pride do hipertenzije. Še nedavno, z razvojem našega razumevanja o pomembnosti dušikovega oksida v biologiji žil, se je arginin pojavil z novo vplivnostjo kot njegov predhodnik (prekurzor). Dušikov oksid pomaga obdržati notranje stene krvnih žil glatke in omogoča krvnim žilam, da se sprostijo (Feldman, 2002). O precejšnji vsebnosti L-arginina v oreških in njegovih ugodnih učinkih poročajo tudi Ros in sod. (2004).

Številne študije podpirajo hipotezo, da rastlinske beljakovine, še posebno arginin ali nizko razmerje arginin:lizin, zmanjšujejo pojav ateroskleroze. Orehi imajo razmerje arginin:lizin 0,16. Za primerjavo sojine beljakovine imajo razmerje 0,58-1, kazein 1,89 in mleko 2,44 (Feldman, 2002).

Arginin lahko tudi poveča število semenčic v semenski tekočini (v njej je kar 80 odstotkov te AK) in zato lahko pomaga pri zdravljenju moške neplodnosti. Poleg tega lahko poveča odpornost telesa, saj deluje na priželjc, v katerem so shranjeni limfociti T (celice, ki nas branijo pred boleznimi). Raziskave kažejo, da arginin lahko poveča število limfocitov T in celo spodbudi tvorbo naravnih uničevalnih celic, kar lahko prispeva k obrambi telesa pred rakom (Mindell, 2000).

2.3.1.4 Vitamini v orehih

Orehova jedrca so bogat vir vitaminov. Orehi vsebujejo približno 30-300 IU vitamina A, 0,22-0,45 mg tiamina, 0,10-0,16 mg riboflavina in 0,7-1,105 mg niacina na 100 g jedrc. Najbogatejši vir vitamina C so nezreli plodovi ali zelena lupina in listje orehova. Nedozorel oreh vsebuje zelo veliko vitamina C (2400-3700 mg/100 g), kar je 40 do 50-krat višja vsebnost kot v pomaranči ali limoni. Vendar suha dozorela orehova jedrca vsebujejo samo 0,4-8,5 mg/100 g. Poročila o visoki vsebnosti vitamina C v zelenih orehih so že popolnoma potrjena (Prasad, 2003).

Orehi vsebujejo približno od 7,3 do 28,7 µg α-tokoferola, od 1,0 do 8,2 µg β-tokoferola, od 205 do 375,8 µg γ-tokoferola in od 28,0 do 62,1 µg δ-tokoferola na gram olja (Prasad, 2003). Podobne ugotovitve je predstavil tudi Maguire in sod. (2004) v svoji raziskavi, ki jo je opravil na več vrstah oreškov. Orehi so bili edini oreški, ki vsebujejo γ-tokoferol (300,5 µg/g olja) v višjih koncentracijah kot α-tokoferol (20,6 µg/g olja). Nekatera poročila omenjajo, da je imel γ-tokoferol v modelnih sistemih više antioksidativne sposobnosti kot α-tokoferol (Maguire in sod., 2004) in da lahko zaustavi rast rakastih celic pljuč in prostate (Jiang in sod., 2004). Čeprav je γ-tokoferol raziskovan precej manj kot α-tokoferol, je pa vedno bolj prepoznaven kot ustrezna antiaterogenska molekula (Ros in sod., 2004). Nekatere raziskave omenjajo medsebojen učinek med α-tokoferolom in γ-tokoferolom na tak način, da γ-tokoferol pospešuje celično dviganje α-tokoferola (Gao in sod., 2002).

Orehova jedrca vsebujejo tudi vitamin K (0,9-1,1 mg/100 g) (Prasad, 2003).

Ros in sod. (2004) omenjajo orehe kot bogat vir folne kisline, kot potencialno biaktivno sestavino z ugodnim učinkom na tveganje za kardiovaskularne bolezni. Folati imajo pomembno vlogo pri zniževanju koncentracije homocisteina v krvi. Homocistein je aminokislina, ki je stranski produkt prebavljanja beljakovin, njegova vloga pri boleznih srca in ožilja pa je zelo velika. Visoka raven homocisteina je značilna za srčno-žilne bolezni in za bolezni očesnih žil (Pratt in Matthews, 2004).

V preglednici 17 smo podali vsebnost nekaterih vitaminov v 100 g orehovih jedrc, povzeto po različnih avtorjih.

Preglednica 17: Vsebnost vitaminov na 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000)

| vitamin | enota | Souci in sod. (2000) | USDA (2005) |
|--------------------------------------|-------|----------------------|-------------|
| retinol | µg | 8 | 0 |
| A, IU | IU | / | 20 |
| A, RAE | µg | / | 1 |
| karatenoidi | µg | 48 | / |
| beta-karoten | µg | 48 | / |
| E aktivni | mg | 6,0 | / |
| skupni tokoferoli | mg | 44 | / |
| alfa-tokoferol | mg | 1,9 | 0,7 |
| beta-tokoferol | mg | / | 0,15 |
| gama-tokoferol | mg | 41 | 20,83 |
| delta-tokoferol | µg | 200 | 1890 |
| K | µg | 2,0 | 2,7 |
| B ₁ (tiamin) | µg | 340 | 341 |
| B ₂ (riboflavin) | µg | 120 | 150 |
| B ₃ (nikotinamid, niacin) | mg | 1,0 | 1,125 |
| pantotenska kislina | µg | 820 | 570 |
| B ₆ (piridoksin) | µg | 870 | 537 |
| folna kislina | µg | 77 | 98 |
| C | mg | 2,6 | 1,3 |

/ - ni podatkov

2.3.1.5 Anorganske snovi v orehih

Orehi se smatrajo kot zelo dober vir prehranskih mineralov. Kalij, fosfor, magnezij in železo se nahajajo v večjih količinah (Prasad, 2003). Pszczola (2000) omenja še cink in baker kot pomembna minerala v orehih.

Več avtorjev dajejo poseben poudarek orehu, kot zelo dobremu viru magnezija in bakra. Ta dva minerala sta bistvena kofaktorja v številnih pomembnih encimih, ki sodelujejo pri antioksidativni obrambi. Na primer ključni oksidativni encim superoksid dizmutaza, ki ublaži produkte prostih radikalov znotraj celične citoplazme in v mitohondrijih, potrebuje oba minerala, baker in magnezij.

V preglednici 18 smo podali vsebnost nekaterih mineralov v 100 g orehovih jedrc, povzeto po različnih avtorjih.

Preglednica 18: Vsebnost mineralov na 100 g orehovih jedrc (USDA, 2005; Souci in sod., 2000; Prasad, 2003)

| mineral | enota | Souci in sod. (2000) | USDA (2005) | Prasad (2003) |
|---------------|-------|----------------------|-------------|---------------|
| natrij (Na) | mg | 2,4 | 2 | 1-16,5 |
| kalij (K) | mg | 544 | 441 | 328-687 |
| magnezij (Mg) | mg | 129 | 158 | 131-169 |
| kacij (Ca) | mg | 87 | 98 | sled-108 |
| mangan (Mn) | mg | 2,0 | 3,414 | 2,4-2,9 |
| železo (Fe) | mg | 2,5 | 2,91 | 2,1-7,6 |
| kobalt (Co) | µg | 9,5 | | |
| baker (Cu) | µg | 880 | 1586 | 310-3200 |
| cink (Zn) | mg | 2,7 | 3,09 | 2,3-3,6 |
| nikelj (Ni) | µg | 132 | | |
| fosfor (P) | mg | 409 | 346 | 309-570 |
| klor (Cl) | mg | 23 | | |
| fluor (F) | µg | 680 | | |
| iod (I) | µg | 3,0 | | |
| bor (B) | µg | 760 | | |
| selen (Se) | µg | 5,5 | 4,9 | |
| žveplo (S) | mg | | | 104-140 |

2.3.1.6 Druge sestavine v orehih

Razen makro hranil orehi vsebujejo tudi mikro hranila kot so elagična kislina, kvercetin in mnoga druga, ki lahko preprečujejo različne bolezni (Pszczola, 2000).

Elagična kislina je antioksidant, ki blokira metabolične poti, ki pripeljejo do nastanka raka. Elagična kislina ne pomaga samo zaščititi zdrave celice od poškodb prostih radikalov, ampak pomaga tudi odstraniti (razstrupiti) potencialne substance, ki povzročajo raka in pomaga preprečiti razmnoževanje rakastih celic. V študiji v kateri je sodelovalo 1271 starejših oseb, so ugotovili, da tisti, ki so jedli največ jagod (jagode tudi vsebujejo elagično kislino), so imeli trikrat manjšo verjetnost za razvoj raka, kot pa tisti, ki so jedli malo jagod ali pa sploh ne.

Orehi vsebujejo v sledovih tudi fitosterole in skvalen. Fitosteroli se nahajajo v rastlinskih živilih in so strukturno in funkcionalno podobni holesterolu v vretenčarjih. β -sitosterol, kampesterol in stigmasterol so najpogosteji fitosteroli in predstavljajo 95 % vseh fitosterolov v prehrani. Dodajanje fitosterolov v prehrano, in njegov učinek na nivo serumskega holesterola pri ljudeh, je bilo obsežno preiskovano s strani različnih avtorjev. V splošnem se dodatek fitosterolov, nagiba k zniževanju serumskega nivoja celokupnega in LDL holesterola in nima znatnega učinka na serumski nivo HDL holesterola in trigliceride. Orehi vsebujejo 51,0 µg kampesterola, 55,5 µg stigmasterola in 1129,5 µg β -sitosterola na gram olja. Razen orehov tudi ostali oreški vsebujejo podobne količine fitosterolov (Maguire in sod., 2004).

Skvalen je ogljikohidratni steroidni prekurzor z ravno verigo 30 ogljikov, ki ga izdelajo tako živalske kot rastlinske celice. Skvalen se pretvori v fitosterole v rastlinskih celicah. Številna poročila omenjajo, da ima skvalen antioksidativne funkcije. V primerjavi z ostalimi oreški, orehi vsebujejo manjše količine skvalena le 9,4 µg na gram olja (Maguire in sod., 2004).

2.3.2 Vpliv uživanja orehov na zdravje

Ameriška agencija za prehrano in zdravila (FDA) je na temelju desetletnih dokazov, ki potrjujejo zdravstvene prednosti orehov, marca 2004 potrdila kvalificirano trditev o koristnosti orehov za zdravje. V skladu z ameriškimi prehrambenimi napotki, so orehi odlična rešitev za manjši vnos nasičenih maščob in holesterola. Kot rastlinski vir hranil, orehi vsebujejo esencialne maščobne kisline in so brez holesterola in trans maščobnih kislin.

2.3.2.1 Vpliv na bolezni srca in ožilja

V vse bolj obsežnih raziskavah se je pokazalo, da igrajo orehi pomembno vlogo v zmanjševanju tveganja za bolezni srca in žilja. Uživanje orehov vpliva na znižanje holesterola, zmanjšanje vnetij in izboljševanje arterijskih funkcij.

Oreški vsebujejo veliko maščob, ampak imajo tako maščobnokislinsko sestavo, ki ima ugodno delovanje proti tveganju za srčne bolezni. Vendar pa je vedno več dokazov, da zmanjšano tveganje ni povezano izključno z maščobnokislinskim profilom, ampak tudi s prisotnostjo drugih bioaktivnih sestavin, ki se v sledeh nahajajo v oreških, kot so na primer fitosteroli, tokoferoli, skvalen (Maguire in sod., 2004), vitamin B, magnezij, polifenoli in kalij (Pratt in Matthews, 2004). Podobno kot aspirin tudi n-3 maščobne kisline "redčijo" kri ter tako veliko pripomorejo k prostem pretoku krvi saj zmanjšujejo možnost nastajanja strdkov in njihovo oprijemanje na stene krvnih žil. n-3 maščobne kisline delujejo tudi protivnetno in tako varujejo pred vnetjem krvnih žil – stanje, ki ovira krvni pretok. Znižan krvni tlak je še en dobrodejni učinek n-3 maščobnih kislin, zmanjševanje visokega krvnega tlaka pa je odličen način za zmanjševanje tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja (Pratt in Matthews, 2004).

Kris-Etherton in sod. (2001, cit. po Maguire in sod., 2004) je povzel izsledke iz 11 kliničnih raziskav, ki se ukvarjajo z odnosom skupnega holesterola in lipoproteinskega holesterola pri vključitvi oreškov v različne diete. Z uporabo napovedovanih enačb, so primerjali dejansko spremembo v tveganju za koronarno srčne bolezni in ocenjen odziv na osnovi maščobnokislinskoga profila. Rezultati kažejo, da je bila dejanska sprememba tveganja koronarno srčnih bolezni večja od ocenjenega odziva na osnovi maščobnokislinskoga profila v večini primerov v vseh stopnjah uživanja oreškov. Ti rezultati so pokazali, da tudi druge bioaktivne snovi, ki so poleg maščobnih kislin prisotne v oreških, dodatno zmanjšajo tveganje za koronarno srčne bolezni.

Klinična raziskava, ki jo je opravil Ros in sod. (2004) je pokazala, da je zamenjava enkratneno nasičenih maščob v mediteranski dieti z orehi izboljšala in celo popravila endotelialno funkcijo (elastične lastnosti arterij ob razširitvi, ko se srečamo s povečano potrebo po krvi) za približno 64 %. Endotelijalna disfunkcija, ki je zgodnja stopnja v razvoju žilnih bolezni, je povezana z aterosklerozo in z dejavniki tveganja za srčne bolezni. Raziskava je tudi pokazala, da so orehi zaustavili in celo za 20 % zmanjšali tvorbo molekul, ki povezujejo celice pri nastajanju ateroskleroze in povzročajo utrjevanje arterij. Ta dva učinka izboljšanja obtočnega sistema pomagata v preprečevanju srčnih bolezni. Glede na raziskave so orehi prva celostna prehrana, ki kaže take ugodnosti za srce in ožilje.

2.3.2.2 Vpliv na znižanje holesterola

Splošno znano je, da vrsta maščob v prehrani vpliva na stopnjo plazemskega holesterola v večji meri, kot pa skupni vnos maščob. Tako je lahko zamenjava nasičenih maščob z nenasicičenimi maščobami bolj učinkovita za znižanje tveganja za koronarno srčne bolezni, kot pa zmanjševanje skupnega vnosa maščob. Prehrana z veliko enkrat nenasicičenih maščobnih kislin ima ugoden učinek na razmerje med skupnim holesterolom in HDL holesterolom. To razmerje je bolj natančen pokazatelj tveganja za koronarno srčne bolezni kot pa sam nivo skupnega holesterola. Prehrana, ki vsebuje veliko enkrat nenasicičenih maščobnih kislin, znižuje nivo LDL holesterola ne da bi nasprotno vplivala na del HDL holesterola in na tak način zmanjšuje tveganje za koronarno srčne bolezni (Maguire in sod., 2004). Rezultati raziskave, ki so jo opravili Morgan in sod. (2002) kažejo, da je eden od ugodnih učinkov uživanja orehov zmanjšanje nivoja skupnega in LDL holesterola, ki se je pokazal pri zamenjavi nasičenih maščob z nenasicičenimi, kljub njihovi energijski enakovrednosti.

Do podobnih dejstev so prišli tudi Ros in sod. (2004) v svoji raziskavi, v kateri je dieta, ki je vključevala orehe znižala nivo skupnega in LDL holesterola v plazmi. Ugotovili so, da je znižanje holesterola z orehovo dieto obratno sorazmerno z povišanjem nivoja α -linolenske kisline. To ni bilo nepričakovano, saj so poskusi s celičnimi kulturami pokazali, da LDL holesterol obogaten z α -linolensko kislino, ki sledi orehovi dieti, pospeši receptorsko posredovanje odpravljanje LDL holesterola.

2.3.2.3 Orehi kot ugodna hrana za ljudi z diabetesom tipa II

Nedavna študija, ki so jo opravili Tapsell in sod. (2004), za paciente z diabetesom tipa II kaže, da dieta z nepredelano hrano vključno z orehi, lahko zniža LDL "slabi" holesterol za 10 %. Raziskovalci študije pravijo, da je to ena od prvih študij, ki usmerja pozornost na učinek večkrat nenasicičenih maščobnih kislin na urejanje diabetesa. Orehi so enostaven in primeren način pridobivanj večkrat nenasicičenih n-3 maščobnih kislin v hrano. Zlasti so pomembni za ljudi z diabetesom, ker so enostaven prigrizek, ki je popoln sestavni del vodilne diete pri diabetesu. Avtorji menijo, da dieta, ki vključuje orehe lahko pomaga telesu pri spopadanju z enim od problemov povezanih z zgodnjim stadijem diabetesa tipa II, insulinsko rezistenco, ki ovira absorpcijo glukoze iz krvi v celice.

Poznejša raziskava (Gillen in sod., 2005) je potrdila, da je na račun uživanja orehov kot del spremenjene diete z malo maščobami, dosežen večji srčno zaščitni maščobnokislinski profil pri pacientih z diabetesom, bolj kot ga lahko dosežemo z enostavno dieto, ki ima samo znižano vsebnost maščob. Vsi udeleženci z diabetesom tipa II so bili postavljeni v dieto z malo maščobami, ampak samo skupina, ki je jedla orehe (30 g na dan) je dosegla maščobnokislinski profil, ki ščiti srce.

Ateroskleroza je ena od večjih komplikacij pri pacientih z diabetesom tipa II (Simopoulos, 2002).

2.3.2.4 Orehi in melatonin

Melatonin je hormon, ki ga proizvaja žleza češarika in je vključen pri induciranju in regulaciji spanja, je prav tako močan antioksidant, in je bil odkrit v orehih v bio-razpoložljivi obliki. V študiji, ki jo je opravil Reiter in sod. (2005), je bila določena prisotna količina melatonina v orehih med 2,5 ng in 4,5 ng/g. Dokazal je tudi, da uživanje orehov za trikrat poveča nivo melatonina v krvi pri poskusnih živalih in da poveča antioksidativni učinek v krvnem obtoku. Melatonin se je pokazal kot ustrezna pomoč za izboljšanje spanja pri delavcih v nočnih izmenah in ljudeh, ki trpijo za jet-lagom.

Proizveden melatonin je neposredno povezan s spalnimi vzorci pri živalih in ljudeh. Proizvaja se iz aminokisline triptofan. Triptofan, ki ga zaužijemo čez dan, se spremeni v serotonin - spojino, ki je udeležena pri uravnavanju razpoloženja. Serotonin se nato lahko pretvori v melatonin in obratno, s čimer se lahko ohranja ravnotežje (Melatonin -..., 2000).

Ohranjanje ustreznega nivoja tega hormona je še zlasti pomembno za ljudi, ki so starejši od 40 let. Po tem letu starosti se količina melatonina proizvedena v človeškem telesu značilno zniža, tako kot se staramo. To znižanje melatonina je povezano tudi z znižanjem antioksidativne zaščite pred prostimi radikali, kar ima lahko za posledico razvoj nekaterih bolezni povezanih s prostimi radikali pozneje v življenju. Reiter in sod. (2005) menijo, da orehi lahko zmanjšajo tveganje za nastanek raka, lahko preprečijo ali zmanjšajo resnost kardiovaskularnih bolezni in lahko zmanjšajo tveganje za nevro degenerativne bolezni kot sta Parkinsonova in Alzheimerjeva demenca.

2.3.2.5 Orehi in mentalno zdravje

Orehi se pogosto smatrajo kot "hrana za možgane" ne samo zaradi zunanjosti njihove lupine, ki je podobna možganom, ampak tudi zaradi njihove visoke vsebnosti n-3 maščobnih kislin. Naši možgani so sestavljeni iz več kot 60 % strukturnih maščob. Da bi naše možganske celice funkcionirale pravilno je potrebno, da so te strukturne maščobe sestavljene iz n-3 maščobnih kislin, ki so prisotne v orehih, lanenem semenu in ribah. Celične membrane v vseh naših celicah, vključno z možganskimi celicami ali nevroni, so sestavljene iz maščob. Vse kar želi vstopati ali izstopati iz celice mora skozi celično membrano. n-3 maščobne kisline, ki so posebej tekoče in prilagodljive, olajšajo celotni del procesa na ta način, da do skrajnosti povečajo celično sposobnost prepuščanja hranil.

Linolna in α -linolenska kislina ter njuni dolgoverižni derivati so pomembne komponente v živalskih in rastlinskih celičnih membranah (Simopoulos, 2002).

Epidemiološke študije v različnih državah, vključno z ZDA, omenjajo povezavo med povečanim odstotkom depresije in zmanjšanim uživanjem n-3 maščobnih kislin.

V študiji, ki so jo opravili Stevens in sod. (1996) se je pokazalo, da so otroci, ki uživajo premalo n-3 esencialnih maščobnih kislin značilno bolj hiperaktivni, se učijo bolj zmedeno in kažejo vedenjske probleme. V študiji so opisali večje število vedenjskih problemov, razpoloženja jeze (slabe volje) in probleme s spanjem pri subjektih z znižano koncentracijo skupnih n-3 maščobnih kislin. Več problemov z učenjem in zdravstvenih problemov so odkrili tudi pri otrocih, ki so imeli nizko koncentracijo skupnih n-3 maščobnih kislin. Raziskovalci verjamejo, da okrog 60 % Američanom primanjkuje n-3 maščobnih kislin in okrog 20 % jih ima zelo malo, ker jih z analiznimi metodami niso mogli niti dokazati v njihovi krvi.

2.3.2.6 Orehi in uravnavanje teže

Najnovejše raziskave so še enkrat potrdile, da uživanje orehov v takih količinah, ki so ugodne za zdravje ne pripeljejo do zviševanja telesne teže. Znanstveniki so v številnih študijah o orehih omenili, da ni prišlo do zvišanja teže, ko so orehi nadomestili druge maščobe v predpisani dieti. Sabate in sod. (2005) so v svoji študiji tekom 6 mesecev ugotovili, da vsakodnevno uživanje orehov (12 % energijskega vnosa) nima značilnega vpliva na povišanje teže. Preiskovana skupina je imela odmerjeno količino 28-65 g na dan, medtem ko kontrolna skupina orehov ni smela uživati. Povečanje telesne teže, ki je bila posledica dodajanja orehov v dieto, je bilo manjše, kakor zmanjšanje telesne teže po koncu diete, v primerjavi s kontrolno skupino. Končni sklep študije je, da je povečanje teže (0,4 kg) kot posledica rednega uživanja orehov, mnogo manjša od pričakovanega (3,1 kg) in, z upoštevanjem korekcije na zaužite kalorije, nepomembna.

Podobne ugotovitve so zabeležili tudi McManus in sod. (2001). V svoji študiji so ugotovili, da prehrana z malo maščobami, ki vsebuje tudi oreške omogoča bolj uravnoteženo hujšanje. Tudi do poznejšega zviševanja teže prihaja bolj poredko. Ljudje poročajo, da se počutijo bolj zadovoljno: mnogi pravijo, da se z vključenimi orehi lažje držijo predpisane diete. Eden od razlogov je ta, da orehi dajejo občutek sitosti.

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 VZORCI ZA ANALIZO

Za analize smo izbrali štiri sorte orehov, ki so razširjene v Sloveniji:

- Geisenheim, letnik 2002, ki smo ga dobili z območja Radencev,
- Elite, letnik 2002, ki je tudi z območja Radencev,
- Petovio, letnik 2002, smo dobili s poskusnega posestva Gačnik pri Mariboru in
- domačo (neznana) sorto, letnik 2002, z območja Trebnjega.

3.1.1 Priprava vzorcev za analizo

Pred začetkom analize smo orehe strli in ločili jedrca od luščine in olesenelih pregrad med polovičkama. Tako pripravljena orehova jedrca smo na drobno zmleli v kuhinjskem mlinčku. Sledile so posamezne analize, v katerih smo zmlete orehe uporabili kot začetni vzorec.

3.2 ANALITSKE METODE

3.2.1 Določanje vsebnosti vode (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Sušenje vzorca zmletih orehov v sušilniku pri temperaturi 105 °C do konstantne teže.

Postopek:

V predhodno posušen (v sušilniku pri temperaturi 105 °C), ohlajen (v eksikatorju) ter stehtan tehtič, smo odtehtali od 2-5 g ($\pm 0,1$ mg) zmletih orehov in jih sušili v sušilniku pri temperaturi 105 °C do konstantne teže. Po sušenju smo tehtič z vzorcem ohladili v eksikatorju, stehtali in izračunali vsebnost vode v orehih.

Račun:

$$\% \text{ suhe snovi} = b/a \times 100$$

$$\% \text{ vode} = 100 - \% \text{ suhe snovi}$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa vzorca po sušenju (g)

3.2.2 Določanje pepela (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Sežig vzorca zmletih orehov pri temperaturi 550 °C.

Postopek:

V predhodno prežarjen, ohlajen in stehtan žarilni lonček smo odtehtali 3 g ($\pm 0,1$ mg) zmletih orehov. Žarilni lonček z vzorcem smo najprej previdno žarili nad gorilnikom do pojava konstantnega belega dima. Nato smo žarenje nadaljevali v žarilni peči pri temperaturi 550 °C dokler pepel ni postal svetlo sive barve. Žarilni lonček smo ohladili v eksikatorju ter stehtali.

Račun:

$$\% \text{ pepela} = b/a \times 100$$

a = odtehta vzorca (g)

b = masa pepela (g)

3.2.3 Določanje maščob (Plestenjak in Golob, 2003)

Princip:

Hidroliza vzorca zmletih orehov s HCl, filtriranje, sušenje in ekstrakcija v Soxhletovem aparatu.

Postopek:

V 250 ml čašo smo odtehtali 5 do 10 g vzorca zmletih orehov, dodali smo 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCl. Pomešali smo s stekleno palčko, nato smo čašo postavili na kuhalnik, pokrili z urnim stekлом in pustili 30 min rahlo vreti. Še vroče smo razredčili z vodo, sprali urno steklo in takoj filtrirali skozi naguban vlažen filtrirni papir. Sprali smo z vročo vodo (do negativne reakcije na Cl⁻ ion). Filtrirni papir z vsebino smo položili na urno steklo in sušili 2-4 ure pri 105 °C.

Suh filtrirni papir z vsebino smo dali v ekstrakcijski tulec in pokrili z vato. Tulec smo vstavili v ekstrakcijski nastavek Soxhletovega aparata, namestili še čisto, stehtano bučko in prelili s topilom (petroleter). Topila mora biti dovolj, da se v ekstraktorju lahko pretaka. Ekstrahirali smo 3-4 h in nato topilo oddestilirali. Ostanek v bučki smo sušili eno uro v sušilniku pri 105 °C, ohladili in stehtali.

Račun:

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

b = masa bučke z ostankom (g)

c = masa prazne bučke (g)

a = odtehta vzorca (g)

3.2.4 Določanje beljakovin (metoda po Kjeldahlu) (Plestenjak in Golob, 2003)

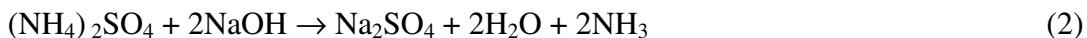
Princip:

Metoda temelji na določanju beljakovin posredno preko dušika (ob upoštevanju, da je ves dušik, prisoten v orehovih jedrcih, beljakovinski). Za preračunavanje dušika v beljakovine uporabljamo ustrezne faktorje.

$$\% \text{ beljakovin} = \% \text{ N} \times F$$

Vzorec razklopimo z mokrim sežigom s pomočjo mešanice kislin ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$), vodikovega peroksida, katalizatorja in visoke temperature. Z destilacijo z vodno paro ob dodatku močne baze sprostimo NH_3 , ki ga lovimo v prebitek borne kisline in nato titriramo amonijev borat s standardno klorovodikovo kislino.

Kemizem:



če enačbi (3) in (4) združimo dobimo:



Postopek:

Delo smo razdelili na tri faze:

- mokri sežig pripravljenega homogeniziranega vzorca,
- destilacija,
- titracija.
- V sežigno epruveto smo odtehtali cca 0,5 g vzorca zmletih orehov, dodali smo eno selensko tableto, 6 ml mešanice konc. $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4$ in 3 ml H_2O_2 . Epruvete smo postavili v Tecator blok, pokrili s steklenimi zvonci ter postopno (cca 2 h) dvigovali temperaturo do 370 °C. Z vodno črpalko smo odvajali zdravju škodljive hlape. Sežig je bil končan, ko je postala tekočina bistra (približno po 5 urah).

- Vzorec smo ohladili na sobno temperaturo, razredčili s 75 ml destilirane vode in vstavili v Kjeltec destilacijsko aparaturo. Dodali smo bazo, odprli dovod pare ter destilirali 5 min v predložko – 250 ml erlenmajerico, v kateri smo imeli 20 ml nasičene raztopine borne kisline in 5 kapljic Tashiro indikatorja. Po 5 min smo zaprli dovod pare, počakali, da destilat odteče in odstavili podložko. Vsebino epruvete smo zavrgli in jo sprali z večjo količino vode.
- Raztopino nastalega amonborata v predložki smo titrirali z 0,1 M HCl do preskoka barve iz zelene v vijoličasto. Zabeležili smo porabo kisline.

Račun:

$$\% \text{ beljakovin} = [\text{ml } 0,1 \text{ M HCl} \times 1,4] / [\text{mg (odtehta)}] \times 100 \times 5,3$$

ml HCl = poraba ml 0,1 M HCl za vzorec – ml 0,1 M HCl za slepi poskus

1,4 = ekvivalent (1 ml 0,1 M HCl 1,4 mg N)

5,3 = empirični faktor za preračun dušika v beljakovine oreha

3.2.5 Določanje maščobnih kislin kot metilnih estrov (Garces in Mancha, 1993)

Princip:

Maščobe istočasno ekstrahiramo (iz zmletih orehov) in zaestrimo ob prisotnosti mešanice: metanol, heptan, benzen, 2,2 dimetoksi propan, H_2SO_4 (37:36:20:5:2 vol./vol.) pri 80 °C. Metilni estri so po končani reakciji prisotni le v heptanski plasti na vrhu raztopine, ki jo analiziramo na plinskem kromatografu.

Postopek:

Zatehtali smo 50 mg zmletih orehovih jedrc v vialo (večjo) ter 100 µl (zatehtali smo) raztopine internega standarda (~ 3 mg heptadecanojske kisline C:17) in dodali 3,2 ml mešanice: metanol, benzen, 2,2 dimetoksi propan in H_2SO_4 v razmerju (37:20:5:2) ter 1,8 ml heptana. Vialo smo prepihalo z dušikom, jo neprodušno zaprli in jo segrevali 120 min na vodni kopeli pri 80 °C. Zmes smo ohladili in iz heptanske plasti na vrhu vzeli 1 ml raztopine, ki smo jo prenesli v manjšo vialo. Potem smo vialo postavili na avtomatski podajalnik 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.

Račun:

$$C (\text{mg}/100\text{g}) = (A_i \times F_{Ai} \times m_{17} \times 100) / (A_{17} \times F_{Ai17} \times m_{vz.})$$

C = koncentracija posamezne VMK (mg/100g);

A_i = površina posamezne VMK;
F_{Ai} = koeficient posamezne VMK (molska masa VMK/molsko maso metilnega estra VMK);
m₁₇ = masa internega standarda (C17:0);
A₁₇ = površina internega standarda;
F_{Ai17} = koeficient internega standarda (molska masa C17:0/molsko maso metilnega estra hepta dekanojske kisline C17) = 0,9508;
m_{vz.} = masa vzorca.

Pogoji na plinskem kromatografu:

Plinski aparat: Agilent Technologies 689 N;

- kolona: SUPELCO – SPB PUFA; 30 m × 0,25 mm × 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: 1 ml/min;
- pretok N₂: 45 ml/min;
- pretok H₂: 40 ml/min;
- pretok zraka: 450 ml/min;
- volumen injiciranja: 1,0 µl;
- program za obdelavo podatkov: GC Chem Station.

3.2.6 Določanje anorganskih snovi

Princip:

Za določevanje vsebnosti Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb smo opravili razklop organske snovi po sežigu pri 550 °C (SIST ISO 5516:1995). V nadaljevanju smo jih določali na principu absorpcije (Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Pb) in emisije (Na in K).

Postopek:

Po določitvi koncentracije pepela smo naredili razklop pepela. Pepel smo prelili s 3 ml raztopine klorovodikove kisline 1:1 in 2 ml destilirane vode ter izparevali do suhega na vodni kopeli. Dodali smo 5 ml dušikove kisline 1:1, segrevali 15 minut in kvantitativno prenesli v 100 ml merilno bučko in dopolnili do oznake.

Magnezij, kalcij, železo, baker, cink, mangan, kadmij in svinec so bili določeni s plamensko tehniko atomske absorpcijske spektroskopije na aparatu Perkin – Elmer 1100B. Natrij in kalij pa sta bila določena na plamenskem fotometru FLAPO 40.

3.3 STATISTIČNA ANALIZA

Rezultati poskusa so bili statistično obdelani z računalniškim programom SAS (SAS Software. Version 8.01, 199) s proceduro GLM (General Linear Models).

Statistični model za fizikalno-kemične parametre sort orehov je vključeval vpliv sorte (S) (model 1).

$$y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij} \quad (\text{model 1})$$

kjer je

y_{ij} = ijk - to opazovanje,

μ = povprečna vrednost,

S_i = vpliv sorte (i=1 Elite, i=2 Geisenheim, i=3 Petovio, i=4 domača),

e_{ij} = ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncan procedure in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 KEMIJSKA SESTAVA

Preglednica 19: Rezultati kemijske analize štirih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

| parameter (%) | n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|---------------|----|-----------|-------|-------|------|--------|
| beljakovine | 6 | 13,47 | 10,78 | 16,13 | 2,06 | 15,31 |
| voda | 12 | 3,20 | 3,05 | 3,38 | 0,11 | 3,43 |
| maščobe | 12 | 68,78 | 66,51 | 72,35 | 1,49 | 2,16 |
| pepel | 12 | 2,00 | 1,80 | 2,25 | 0,16 | 8,26 |

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

V preglednici 19 so prikazani rezultati kemijskih analiz opravljenih na različnih sortah orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. V analizo so bile vključene štiri sorte orehov slovenskega izvora.

Na osnovi rezultatov analiz ugotavljamo, da vsebujejo orehova jedrca v povprečju 13,47 g beljakovin, 3,20 g vode, 68,78 g maščob in 2,00 g pepela na 100 g živila. Količinsko največji delež predstavljajo maščobe in sicer med 66,5 g in 72,4 g/100 g živila. Najmanjši delež pa predstavlja vsebnost pepela, ki se giblje med 1,80 g in 2,25 g/100 g živila. Največje razlike so v vsebnosti beljakovin, ki se gibljejo med 10,78 g in 16,13 g/100 g živila, kar je razvidno tudi iz višjega koeficiente variabilnosti, ki je 15,31 %. Najnižji koeficient variabilnosti imamo pri maščobah, in znaša 2,16 %.

Preglednica 20: Rezultati kemijske analize različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri preračunano na suho snov

| parameter (%) | n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|---------------|----|-----------|-------|-------|------|--------|
| beljakovine | 6 | 13,91 | 11,15 | 16,65 | 2,12 | 15,27 |
| maščobe | 12 | 71,03 | 68,65 | 74,79 | 1,53 | 2,15 |
| pepel | 12 | 2,06 | 1,86 | 2,32 | 0,17 | 8,17 |

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

V preglednici 20 so podani analizirani kemijski parametri orehov preračunani na suho snov. Iz preglednice je razvidno da vsebujejo orehi povprečno 13,91 g beljakovin, 71,03 g maščob in 2,06 g pepela na 100 g suhe snovi.

Preglednica 21: Vpliv sorte na kemijske parametre orehov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| parameter (%) | sorta | | | | vpliv sorte (P-vrednost) |
|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | domača | |
| beljakovine | 10,78 | 12,99±0,05 | 12,24 | 15,92±0,30 | - |
| voda | 3,26±0,09 ^{ab} | 3,09±0,04 ^b | 3,29±0,10 ^a | 3,18±0,10 ^{ab} | 0,1342 |
| maščobe | 69,73±2,33 ^a | 69,38±0,04 ^a | 68,07±0,09 ^a | 67,96±1,76 ^a | 0,4600 |
| pepel | 2,02±0,01 ^b | 2,24±0,01 ^a | 1,88±0,03 ^c | 1,84±0,04 ^d | <0,0001 |

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; $P \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; $P > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Preglednica 21 kaže statistično zelo visoko značilen vpliv sorte le na en kemijski parameter t.j. pepel ($P < 0,0001$). Sorta na ostale analizirane kemijske parametre orehovih jedrc nima značilnega statističnega vpliva.

Iz preglednice je razvidno, da ima najvišjo vsebnost beljakovin domača (neznana) sorta ($15,92 \pm 0,30$ g/100 g) in najnižjo sorta Elit (10,78 g/100 g).

Najvišji delež vode vsebuje sorta Petovio ($3,29 \pm 0,10$ g/100 g), najnižji pa sorta Geisenheim ($3,09 \pm 0,04$ g/100 g). Povprečne vrednosti z enako črko v indeksu se statistično značilno ne razlikujejo med sabo. Sorti Elit, Geisenheim in domača sorta ter sorti Elit, Petovio in domača sorta se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Sorta Elit vsebuje najvišji delež maščob ($69,73 \pm 2,33$ g/100 g), najnižji delež maščob pa domača sorta ($67,96 \pm 1,76$ g/100 g). Vse štiri sorte se med seboj v vsebnosti maščob statistično značilno ne razlikujejo.

V vsebnosti pepela se vse štiri sorte orehov med seboj statistično značilno razlikujejo. Najvišja vsebnost pepela ima sorta Geisenheim ($2,24 \pm 0,01$ g/100 g), najnižjo pa domača sorta ($1,84 \pm 0,04$ g/100 g).

Preglednica 22: Vpliv sorte na kemijske parametre orehov preračunane na suho snov (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| parameter (%) | sorta | | | | vpliv sorte (P-vrednost) |
|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | domača | |
| beljakovine | 11,15 | 13,39±0,05 | 12,66 | 16,43±0,31 | - |
| maščobe | 72,07±2,40 ^a | 71,52±0,05 ^a | 70,39±0,10 ^a | 70,15±1,81 ^a | 0,4717 |
| pepel | 2,09±0,01 ^b | 2,31±0,01 ^a | 1,95±0,03 ^c | 1,90±0,04 ^d | <0,0001 |

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; $P \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; $P > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

V preglednici 22 smo podali povprečne vrednosti analiziranih kemijskih parametrov v orehih preračunane na 100 g suhe snovi. Iz preglednice je razviden tudi vpliv sorte na posamezne kemijske parametre. Sorta ima statistično zelo visoko značilen vpliv na vsebnost pepela.

4.2 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA

4.2.1 Vsebnost maščobnih kislin v svežem vzorcu

Pri določitvi maščobno kislinske sestave orehov smo določali pet maščobnih kislin in sicer: 2 nasičeni, 1 enkrat nenasicičeno in 2 večkrat nenasicičeni.

Preglednica 23: Rezultati maščobnikislinske sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (g/100 g orehov)

| maščobna kislina | n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|------------------------------------|----|-----------|-------|-------|------|--------|
| C16:0 palmitinska kislina | 24 | 3,94 | 3,29 | 4,56 | 0,41 | 10,45 |
| C18:0 stearinska kislina | 24 | 1,38 | 1,07 | 1,60 | 0,16 | 11,26 |
| C18:1 oleinska kislina | 24 | 10,83 | 7,74 | 14,05 | 1,91 | 17,67 |
| C18:2 linolna kislina | 24 | 33,26 | 30,48 | 35,36 | 1,12 | 3,37 |
| C18:3 α -linolenska kislina | 24 | 6,31 | 4,87 | 7,55 | 0,77 | 12,25 |

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

V preglednici 23 so zbrani rezultati povprečne maščobnikislinske sestave štirih sort orehov v mg maščobne kisline na 100 g svežega vzorca z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Iz preglednice je razvidno, da vsebujejo orehova jedrca v povprečju 3,94 g palmitinske kisline, 1,38 g stearinske kisline, 10,83 g oleinske kisline, 33,26 g linolne in 6,31 g α -linolenske kisline na 100 g živila. Količinsko predstavlja največji delež linolna kislina s povprečno vrednostjo 33,26 g/100 g in se giblje med 30,48 g in 35,36 g/100 g živila. Maščobna kislina, ki ima najmanjši delež v orehih je stearinska kislina, s povprečno vrednostjo 1,38 g/100 g živila in se giblje med 1,07 g in 1,60 g/100 g.

Najvišjo variabilnost podatkov imamo pri oleinski kislini (C18:1), ki se giblje med 7,74 g in 14,05 g/100 g živila, kar je razvidno tudi iz višjega koeficiente variabilnosti, ki je 17,67 %. Najnižji koeficient variabilnosti imamo pa pri linolni kislini, in je 3,37 %.

Preglednica 24: Vpliv sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov (g/100 g orehov)
(Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| maščobna kislina | sorta | | | | vpliv sorte (P-vrednost) |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | domača | |
| C16:0 palmitinska kislina | 4,08±0,07 ^b | 4,51±0,06 ^a | 3,54±0,15 ^c | 3,62±0,17 ^c | <0,0001 |
| C18:0 stearinska kislina | 1,30±0,06 ^b | 1,53±0,03 ^a | 1,49±0,08 ^a | 1,18±0,07 ^c | <0,0001 |
| C18:1 oleinska kislina | 13,27±0,48 ^a | 9,87±0,18 ^c | 11,76±0,49 ^b | 8,43±0,39 ^d | <0,0001 |
| C18:2 linolna kislina | 33,17±0,15 ^a | 32,92±0,44 ^a | 33,10±1,54 ^a | 33,86±1,60 ^a | 0,5454 |
| C18:3 α -linolenska kislina | 6,04±0,27 ^c | 7,30±0,18 ^a | 6,56±0,32 ^b | 5,33±0,24 ^d | <0,0001 |

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; $P \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz - $P > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Vpliv sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov prikazuje preglednica 24. Sorta ima statistično zelo visoko značilen vpliv na vse analizirane maščobne kisline razen na linolno kislino (C18:2).

4.2.2 Vsebnost maščobnih kislin kot utežni delež skupnih maščobnih kislin

Preglednica 25: Rezultati maščobnokislinske sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri – utežni % od skupnih maščobnih kislin

| maščobna kislina | n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|------------------------------------|----|-----------|-------|-------|------|--------|
| C16:0 palmitinska kislina | 24 | 7,06 | 5,95 | 8,11 | 0,65 | 9,27 |
| C18:0 stearinska kislina | 24 | 2,47 | 2,14 | 2,78 | 0,23 | 9,39 |
| C18:1 oleinska kislina | 24 | 19,36 | 15,89 | 24,06 | 2,78 | 14,36 |
| C18:2 linolna kislina | 24 | 59,79 | 56,60 | 64,82 | 2,89 | 4,84 |
| C18:3 α -linolenska kislina | 24 | 11,31 | 10,02 | 13,38 | 1,18 | 10,46 |

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

V preglednici 25 so predstavljene povprečne vrednosti rezultatov maščobnokislinske sestave štirih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Rezultati so podani kot delež (ut. %) posamezne maščobne kisline glede na vse analizirane maščobne kisline v orehih.

Pri vseh sortah izmed vseh določenih maščobnih kislin predstavlja daleč največji delež linolna kislina (C18:2), povprečno 59,79 %. Sledi ji oleinska kislina (C18:1) s povprečnim deležem 19,36 % ter α -linolenska kislina (C18:3) s povprečnim deležem 11,31 %. Manj je palmitinske kisline (C16:0), povprečno 7,06 %, še manj stearinske kisline (C18:0), povprečni delež le 2,47 %.

Koefficient variabilnosti se giblje od 14,36 % pri oleinski kislini in 4,84 % pri linolni kislini, kar je v sprejemljivih mejah.

Preglednica 26: Vpliv sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov v utežnih % od skupnih maščobnih kislin (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| maščobna kislina | Sorta | | | | vpliv sorte (P-vrednost) |
|------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | domača | |
| C16:0 palmitinska kislina | 7,05±0,13 ^b | 8,03±0,07 ^a | 6,27±0,21 ^c | 6,91±0,10 ^b | <0,0001 |
| C18:0 stearinska kislina | 2,25±0,09 ^c | 2,73±0,04 ^a | 2,64±0,09 ^b | 2,26±0,04 ^c | <0,0001 |
| C18:1 oleinska kislina | 22,93±0,76 ^a | 17,58±0,34 ^c | 20,83±0,44 ^b | 16,08±0,15 ^d | <0,0001 |
| C18:2 linolna kislina | 57,33±0,44 ^c | 58,65±0,26 ^b | 58,63±0,49 ^b | 64,58±0,22 ^a | <0,0001 |
| C18:3 α -linolenska kislina | 10,44±0,45 ^c | 13,01±0,31 ^a | 11,63±0,31 ^b | 10,17±0,02 ^c | <0,0001 |

P≤0,001 statistično zelo visoko značilen vpliv; P≤0,01 statistično visoko značilen vpliv; P≤0,05 statistično značilen vpliv; nz - P>0,05 statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Iz preglednice 26 je razvidno, da pri analizi vpliva sorte na maščobnokislinsko sestavo orehov v ut.% od skupnih maščobnih kislin obstaja statistično zelo visoko značilen vpliv sorte na vse analizirane maščobne kisline. V preglednici so podane tudi povprečne vrednosti s standardnim odklonom. Oznake posameznih kislin z enako črko v eksponentu se po vrednosti med seboj statistično značilno ne razlikujejo. Eksponent a pomeni sorto z najvišjo vsebnostjo določene maščobne kisline, ostale količine so označene z eksponenti po abecedi glede na najvišjo vsebnost.

Največji delež linolne kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi sortami vsebuje domača sorta (64,58 %), najmanjši pa sorta Elit (57,33 %). Domača sorta se statistično značilno razlikuje od sort Elit, Geisenheim in Petovio. Sorta Elit se pa statistično značilno razlikuje od sort Geisenheim, Petovio in domače. Sorti Geisenheim in Petovio se med seboj statistično značilno ne razlikujeta.

Največji delež oleinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi sortami vsebuje sorta Elit (22,93 %), najmanjši pa domača sorta (16,08 %). Vse štiri sorte se med seboj statistično značilno razlikujejo.

Največji delež α -linolenske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi sortami vsebuje sorta Geisenheim (13,01 %), najmanjši pa domača sorta (10,17 %). Sorta Geisenheim se statistično značilno razlikuje od sort Elit, Petovio in domače. Sorti Elit in domača se med seboj statistično značilno ne razlikujeta.

Največji delež palmitinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi sortami vsebuje sorta Geisenheim (8,03 %), najmanjši pa sorta Petovio (6,27 %). Sorta Geisenheim se statistično značilno razlikuje od sort Elit, Petovio in domače. Sorti Elit in domača se med seboj statistično značilno ne razlikujeta.

Največji delež stearinske kisline v skupni maščobnokislinski sestavi med analiziranimi sortami vsebuje sorta Geisenheim (2,73 %), najmanjši pa sorta Elit (2,25 %). Sorta Geisenheim se statistično značilno razlikuje od sort Elit, Petovio in domače. Sorti Elit in domača se med seboj statistično značilno ne razlikujeta.

Preglednica 27: Povprečni delež (ut. %) nasičenih, enkrat nenasicičenih in večkrat nenasicičenih maščobnih kislin od skupnih MK v orehih

| maščobne kisline | povprečni delež maščobnih kislin od skupnih MK v orehih (%) |
|----------------------|--|
| nasičene | 9,53 |
| enkrat nenasicičene | 19,36 |
| večkrat nenasicičene | 71,10 |

V preglednici 27 so podane povprečne vrednosti skupnih nasičenih, enkrat nenasicičenih in večkrat nenasicičenih maščobnih kislin v orehovih jedrcih.

Iz preglednice je razvidno, da v analiziranih sortah orehov prevladujejo večkrat nenasicičene maščobne kislin, v povprečju 71,10 %. Daleč za njimi so enkrat nenasicičene maščobne kisline s povprečnim deležem 19,36 %. Najmanjši delež predstavljajo nasičene maščobne kisline, povprečno le 9,53 %.

Iz preglednice 28 so razvidne povprečne vrednosti skupnih nasičenih, enkrat nenasicičenih in večkrat nenasicičenih maščobnih kislin v posameznih sortah orehov.

Preglednica 28: Delež (ut. %) nasičenih, enkrat nenasicičenih in večkrat nenasicičenih maščobnih kislin v posameznih sortah orehov

| maščobne kisline | povprečni delež maščobnih kislin od skupnih MK v orehih (%) | | | |
|----------------------|--|-------|------------|---------|
| | sorta | Elit | Geisenheim | Petovio |
| nasičene | 9,3 | 10,76 | 8,91 | 9,17 |
| enkrat nenasicičene | 22,93 | 17,58 | 20,83 | 16,08 |
| večkrat nenasicičene | 67,77 | 71,66 | 70,26 | 74,75 |

V vseh štirih analiziranih sortah orehov prevladujejo večkrat nenasicičene maščobne kisline. Največji povprečni delež vsebuje domača sorta, v povprečju 74,75 %, najmanjši pa sorta Elit, v povprečju 67,77 %. Največ enkrat nenasicičenih maščobnih kislin vsebuje sorta Elit, v povprečnem deležu 22,93 %, najmanj pa jih vsebuje domača sorta, v povprečnem deležu 16,08 %. Največji delež nasičenih maščobnih kislin je prisoten v sorti Geisenheim, v

povprečnem deležu 10,76 %, najmanj jih pa vsebuje sorta Petovio, v povprečnem deležu 8,91 %.

4.3 MINERALNA SESTAVA

Preglednica 29: Rezultati mineralne sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (mg/100g orehov)

| minerali n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|------------|-----------|--------|--------|--------|-------------|
| Pb | 7 | 0,27 | 0,00 | 0,68 | 0,24 88,07 |
| Cu | 7 | 1,67 | 1,39 | 1,92 | 0,21 12,64 |
| Cd | 7 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | 0,00 0,23 |
| Zn | 7 | 2,85 | 2,54 | 3,37 | 0,31 10,91 |
| Mg | 7 | 174,19 | 139,39 | 216,54 | 25,95 14,90 |
| Ca | 7 | 44,91 | 42,38 | 47,68 | 1,89 4,20 |
| Na | 7 | 5,82 | 1,43 | 13,72 | 5,20 89,39 |
| K | 7 | 468,59 | 434,54 | 499,93 | 25,03 5,34 |
| Fe | 7 | 1,67 | 1,36 | 2,16 | 0,26 15,47 |
| Mn | 7 | 2,97 | 0,90 | 5,36 | 2,14 71,88 |

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

V preglednici 29 so podane povprečne vrednosti desetih mineralov v različnih sortah orehov. Iz preglednice je razvidno, da med vsemi analiziranimi minerali orehi vsebujejo največ kalija (468,59 mg/100 g) in najmanj kadmija (<0,17 mg/100 g) ter svinca (0,27 mg/100 g). Ni zanemarljiva niti vsebnost magnezija, ki znaša 174,19 mg/100 g.

Koeficient variabilnosti je najvišji pri natriju in znaša 89,39 %, sledita mu svinec 88,07 % in mangan 71,88 %. Najmanjši koeficient variabilnosti imata kalcij 4,20 % in kalij 5,34 %.

Preglednica 30 predstavlja povprečne vrednosti 10 analiziranih mineralov v orehih, preračunane na 100 g suhe snovi.

Preglednica 30: Rezultati mineralne sestave različnih sort orehov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri (mg/100 g suhe snovi)

| minerali | n | \bar{x} | min | max | so | KV (%) |
|----------|---|-----------|--------|--------|-------|--------|
| Pb | 7 | 0,28 | 0,00 | 0,70 | 0,25 | 88,02 |
| Cu | 7 | 1,73 | 1,44 | 1,99 | 0,22 | 12,61 |
| Cd | 7 | <0,17 | <0,17 | <0,17 | 0,00 | 0,29 |
| Zn | 7 | 2,94 | 2,62 | 3,48 | 0,32 | 10,95 |
| Mg | 7 | 179,81 | 144,14 | 223,82 | 26,79 | 14,90 |
| Ca | 7 | 46,36 | 4,75 | 49,14 | 1,92 | 4,15 |
| Na | 7 | 6,01 | 1,48 | 14,19 | 5,38 | 89,46 |
| K | 7 | 483,70 | 448,53 | 515,33 | 25,62 | 5,30 |
| Fe | 7 | 1,73 | 1,41 | 2,23 | 0,27 | 15,48 |
| Mn | 7 | 3,07 | 0,92 | 5,53 | 2,21 | 71,83 |

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

Preglednica 31: Vpliv sorte na mineralno sestavo orehov (mg/100 g orehov) (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| minerali | sorta | | | vpliv sorte | |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|--------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | domača | (P-vrednost) |
| Pb | 0,50 ^a | 0,45±0,32 ^a | 0,15 ^a | 0,12±0,15 ^a | 0,2913 |
| Cu | 1,92 ^a | 1,87±0,06 ^a | 1,58 ^a | 1,49±0,08 ^a | 0,2654 |
| Cd | <0,17 ^a | <0,17 ^a | <0,17 ^a | <0,17 ^a | 0,6619 |
| Zn | 2,54 ^a | 2,59±0,06 ^a | 3,11 ^a | 3,04±0,29 ^a | 0,5727 |
| Mg | 216,54 ^a | 182,92±0,00 ^a | 139,39 ^a | 165,85±18,39 ^a | 0,3760 |
| Ca | 43,64 ^a | 46,95±1,02 ^a | 45,80 ^a | 43,68±1,58 ^a | 0,7087 |
| Na | 1,43 ^a | 2,37±0,28 ^a | 13,72 ^a | 6,94±5,15 ^a | 0,2744 |
| K | 493,04 ^a | 494,42±7,80 ^a | 451,36 ^a | 448,96±12,51 ^a | 0,1283 |
| Fe | 1,67 ^a | 1,66±0,14 ^a | 1,76 ^a | 1,66±0,43 ^a | 0,9337 |
| Mn | 4,96 ^a | 5,33±0,05 ^a | 2,26 ^b | 0,98±0,10 ^c | 0,0149 |

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; $P \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; $P > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

Iz preglednice 31, v kateri so podane povprečne vrednosti mineralov v posameznih sortah, je razviden vpliv sorte na mineralno sestavo orehov. Ugotovili smo, da ima sorte statistično neznačilen vpliv na vse analizirane minerale z izjemo mangana.

Na vsebnost mangana ima sorte statistično značilen vpliv. Sorti Elit in Geisenheim se med seboj statistično značilno ne razlikujeta, medtem ko se sorte Petovio in domača med seboj, in s sortama Geisenheim in Elit, statistično značilno razlikujejo. Največ mangana vsebuje

sorta Geisenheim (5,33 mg/100 g orehov), najmanj pa domača sorta (0,98 mg/100 g orehov).

Preglednica 32: Vpliv sorte na mineralno sestavo orehov (mg/100 g suhe snovi) (Duncanov test, $\alpha=0,05$)

| minerali | sorta | | | vpliv sorte (P-vrednost) |
|----------|---------------------|--------------------------|---------------------|----------------------------------|
| | Elit | Geisenheim | Petovio | |
| Pb | 0,52 ^a | 0,47±0,33 ^a | 0,15 ^a | 0,12±0,15 ^a 0,2907 |
| Cu | 1,99 ^a | 1,93±0,06 ^a | 1,64 ^a | 1,54±0,08 ^a 0,2660 |
| Cd | 0,17 ^a | 0,17±0,00 ^a | 0,17 ^a | 0,17±0,00 ^a 0,5313 |
| Zn | 2,62 ^a | 2,67±0,06 ^a | 3,22 ^a | 3,14±0,30 ^a 0,5705 |
| Mg | 223,82 ^a | 188,56±0,00 ^a | 144,14 ^a | 171,19±18,98 ^a 0,3761 |
| Ca | 45,11 ^a | 48,40±1,05 ^a | 47,36 ^a | 45,09±1,63 ^a 0,7161 |
| Na | 1,48 ^a | 2,45±0,29 ^a | 14,19 ^a | 7,17±5,32 ^a 0,2740 |
| K | 509,63 ^a | 509,64±8,04 ^a | 466,72 ^a | 463,41±12,91 ^a 0,1296 |
| Fe | 1,72 ^a | 1,71±0,14 ^a | 1,82 ^a | 1,71±0,45 ^a 0,9328 |
| Mn | 5,13 ^a | 5,49±0,05 ^a | 2,33 ^b | 1,02±0,10 ^c 0,0149 |

$P \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; $P \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; $P \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; $P > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; skupine z enako črko v indeksu se med seboj statistično značilno ne razlikujejo.

V preglednici 32 smo podali povprečne vrednosti analiziranih mineralov v posameznih sortah preračunane na 100 g suhe snovi. Iz preglednice je razviden tudi vpliv sorte na mineralno sestavo orehov, ki se ne razlikuje od vpliva podanega v tabeli 31.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Strokovnaki za prehrano vedo, da so nekatera hranila bistvenega pomena za naše zdravje in dobro počutje. Na osnovi številnih študij, ki potrjujejo vsebnost nekaterih pomembnih prehranskih komponent v orehih, ki ugodno vlivajo na človeško telo, smo se odločili analizirati vsebnost le-teh v sortah, ki uspevajo v Sloveniji.

5.1.1 Kemijska sestava

V raziskovalno nalogu smo vključili štiri sorte orehov, ki so razširjene v Sloveniji in sicer Geisenheim, Elit, Petovio in domačo sorto neznanega porekla.

Eksperimentalno smo ugotovili, da analizirane sorte orehov vsebujejo od 10,78 % do 15,92 % beljakovin. Najnižjo vrednost smo določili pri sorti Elite, najvišjo pa pri domači sorti. Izračunana povprečna vrednost vsebnosti beljakovin je 13,47 %. Vsebnost beljakovin smo izračunali s pomočjo empiričnega faktorja 5,3 za preračun dušika v beljakovine. Isti empirični faktor so uporabil tudi Ruggeri in sod.(1998) v svoji raziskavi.

Orehom smo določili tudi vsebnost vode, ki se giblje med 3,09 % in 3,29 %. Najmanj vode vsebuje sorta Geisenheim, največ pa sorta Petovio. Povprečna vrednost vsebnosti vode znaša 3,20 %.

Maščobo v orehih smo določali z metodo po Soxhletu. Kot ujemanje s prej objavljenimi raziskavami, naši podatki kažejo, da je vsebnost maščob v vseh štirih sortah visoka, in se giblje med 67,96 % in 69,73 %. Najnižjo vsebnost maščob ima domača sorta, najvišjo pa sorta Elit. Povprečna vrednost skupnih maščob v orehih je 68,78 % v svežih orehih.

Med analiziranimi parametri orehi vsebujejo najmanj pepela. V splošnem je bila količina pepela v skladu s prejšnjimi raziskavami. Njegova vsebnost se giblje med 1,84 % in 2,24 %. Najmanj pepela je v domači sorti, največ pa v sorti Geisenheim. Povprečna vrednost vsebnosti pepela v orehih je 2,00 %.

5.1.2 Maščobnokislinska sestava

Maščobne kisline smo določili kot metilne estre s pomočjo plinske kromatografije (GC).

Orehi so odličen vir večkrat nenasičenih maščobnih kislin, tako linolne (n-6) kot tudi α -linolenske (n-3) maščobne kisline. Vnos obeh s hrano je življensko pomemben saj ju telo ne more izdelati samo, sta pa nujno potrebni za izdelavo drugih večkrat nenasičenih maščobnih kislin z daljšimi verigami.

Visoko vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin v štirih slovenskih sortah smo tudi mi potrdili z rezultati lastne raziskave. Od skupnih maščobnih kislin smo izračunali, da večkrat nenasičene maščobne kisline predstavljajo 71,10 ut. %. Iz dobljenih rezultatov je

razvidno, da ima linolna (C18-2, n-6) kislina največji delež v orehih, povprečno 59,79 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Vrednosti se gibljejo od 57,33 ut. % do 64,58 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Če zaužijemo 100 g orehov, dobimo od 32,92 g do 33,86 g linolne kisline. Povprečna vrednost linolne kisline znaša 33,26 g/100 g orehov. Nekaj manj je α -linolenske (C18:3, n-3) kislina, povprečno jo je 11,31 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Njene vrednosti se gibljejo od 10,17 ut. % do 13,01 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Vsebnost α -linolenske kisline v 100 g orehov znaša od 5,33 g do 7,30 g. Njena povprečna vrednost znaša 6,31 g/100 g orehov.

Večkrat nenasičenim maščobnim kislinam sledijo enkrat nenasičene maščobne kisline z 19,36 ut. % od skupnih analizirnih maščobnih kislin. V naši raziskavi smo določili le oleinsko (C18:1) kislino, za katero tudi velja omenjeni delež. Delež oleinske kisline v analiziranih sortah orehov se giblje med 16,08 ut. % do 22,93 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Vrednosti oleinske kisline v 100 g orehov se gibljejo med 8,43 g in 13,27 g. Povprečna vrednost oleinske kisline v orehih znaša 10,83 g/100 g.

Ugotovili smo, da orehi vsebujejo precej manj nasičenih maščobnih kislin. Njihov delež znaša 9,53 ut. % od skupnih analiziranih maščobnih kislin. Med analiziranimi nasičenimi maščobnimi kislinami predstavlja palmitinska (C16:0) kislina povprečno 7,06 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Njene vrednosti se gibljejo med 6,27 ut. % in 8,03 ut. %. V 100 g orehov imamo od 3,54 g do 4,51 g palmitinske kisline. Njena povprečna vrednost znaša 3,94 g/100 g orehov. Najmanjši delež v orehih ima stearinska (C18:0) kislina in znaša povprečno 2,47 ut. % od skupnih analiziranih maščobnih kislin. Sicer so njene vrednosti od 2,25 ut. % do 27,73 ut. %. Vsebnost stearinske kisline se giblje med 1,18 g in 1,53 g v 100 g orehov. Povprečna izračunana vrednost stearinske kisline v 100 g orehov znaša 1,38 g.

S statistično analizo smo ugotovili, da ima sorta statistično zelo visoko značilen vpliv na maščobnokislinsko sestavo orehov. Podobne ugotovitve omenjajo tudi drugi viri. Ruggeri in sod.(1998) pravijo, da je sestava oreha, zlasti maščobnokislinska sestava, pogojena s sorte, letino oz. letom pridelave, predvsem pa s pokrajino pridelovanja.

Lastne rezultate smo primerjali z rezultati različnih virov, ki so bili objavljeni v drugih literaturah. Uporabljene vire smo podali v preglednici 33.

Preglednica 33: Primerjava lastnih rezultatov maščobnokislinske sestave z rezultati iz literature (ut. % od skupnih maščobnih kislin)

| maščobna kislina | lastni rezultati | Ruggeri in sod. (1998) | Amaral in sod. (2003) | Maguire in sod. (2004) |
|----------------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------------|
| C16:0 palmitinska | 7,06 | 8,35 | 6,98 | 6,70 |
| C18:0 stearinska | 2,47 | 2,08 | 2,51 | 2,27 |
| C18:1 oleinska | 19,36 | 16,48 | 16,30 | 21,00 |
| C18:2 linolna | 59,79 | 58,62 | 60,31 | 57,46 |
| C18:3 α -linolenska | 11,31 | 13,98 | 12,03 | 11,58 |

S primerjavo smo ugotovili, da se naši rezultati precej ujemajo z dosedanjimi izsledki na tem področju. Ugotavljamo celo, da so večje razlike med posameznimi analiziranimi sortami pri posameznem avtorju, kot med podanimi povprečnimi vrednosti med avtorji. Enako velja tudi za naše rezultate.

Vsi vemo, da je pravo razmerje maščobnih kislin nujno za naše zdravje. Maščobe orehov nudijo pravo razmerje med temi maščobnimi kislinami. Referenčne vrednosti za vnos linolne (n-6) in α -linolenske kisline (n-3) so v razmerju 5:1. Rezultati naše analize kažejo, da imajo orehi izredno ugodno razmerje med linolno (n-6) in α -linolensko kislino (n-3), ki se giblje med 4,5:1 in 6,3:1. Neuravnovezeno razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami lahko zaradi tekmovanja maščobnih kislin za skupni encimski sistem negativno vpliva na maščobnokislinsko sestavo rastочih tkiv in na ravnotežje antagonistično učinkujočih eikozanoidov (Referenčne vrednosti, 2004).

Ugotovili smo, da s 100 g zaužitih orehov dobimo precejšnjo količino večkrat nenasičenih esencialnih maščobnih kislin. Glede na to, da je malo verjetno, da bi posameznik zaužil dnevno 100 g orehov, smo se odločili za manjšo količino. Zato smo upoštevali priporočila FDA, ki predlaga uživanje 1,5 unč orehov na dan (1 unča = 28,35 g) za zadostno pokrivanje dnevnih potreb po esencialnih maščobnih kislinah. Povzeli smo priporočila za dnevno oskrbo z esencialnimi maščobnimi kislinami, ki jih podaja Salobir K. (2001 a). Vrednosti naj bi ustrezale za normalno fiziološko delovanje odraslih ljudi, pri katerih se skupen vnos energije giblje okoli 2000 kcal/dan. V preglednici 34 so v % podani izračunani deleži pokritja potreb po esencialnih maščobnih kislin z zaužitjem 40 g orehov.

Preglednica 34: Delež pokritja potreb po esencialnih maščobnih kislinah (%) pri uživanju 40 g orehov

| esencialne maščobne kisline | linolna (C18:2, n-6) | α -linolenska (C18:3, n-3) |
|---|-------------------------|--------------------------------------|
| vsebnost esencialnih MK v g/100 g orehov | 33,26 | 6,31 |
| vsebnost esencialnih MK v g/40 g orehov | 13,3 | 2,52 |
| priporočila za dnevni vnos MK (g/dan) (Salobir K., 2001a) | 4,44 – 6,67 | 2,22 |
| pokritje potreb po MK (%) z 40 g orehov | 199-300 | 114 |

Iz preglednice 34 je razvidno, da je pest orehov (približno 40 g) več kot dovolj za pokritje dnevnih potreb po teh dveh pomembnih maščobnih kislinah. Kar je še izredno pomembno za orebove maščobe, je njihov zelo nizek indeks aterogenosti, ki znaša 0,08. Višji kot je indeks aterogenosti večje je tveganje za nastanek arterioskleroze. Ulbricht in sod. (1991) ugotavljajo, da je indeks aterogenosti primernejši za merjenje aterogenosti živil kot razmerje večkrat nenasičene/nasičene maščobne kisline (P/S), ki je v našem primeru 7,5. Wood in sod. (2001) priporočajo P/S višji od 0,4. Indeks aterogenosti smo izračunali po naslednji enačbi (Ulbricht in sod., 1991):

indeks aterogenosti = $(C12 + 4 \times C14 + C16 + \text{trans MK}) / (\text{VNMK} + \text{C18:1} + \text{druge enkrat nenasičene MK})$

MK – maščobna kislina; VNMK – večkrat nenasičene maščobne kisline.

5.1.3 Mineralna sestava

Med drugim so orehi bogat vir tudi nekaterih prehransko pomembnih mineralov. V naši raziskavi smo določali vsebnost 10 mineralov v štirih sortah orehov. Ugotovili smo, da orehi vsebujejo največ kalija (468,59 mg/100 g), sledi mu magnezij (174,19 mg/100 g). Glede na priporočene ali ocenjene vrednosti za dnevni vnos nekaterih mineralov, ki jih podajajo Referenčne vrednosti (2004), ugotavljamo, da so orehi zelo bogati z bakrom, manganom, magnezijem in cinkom. Iz preglednice 35 je razvidno, da z zaužitjem 100 g orehov dosežemo od 111 % do 167 % dnevnega pokritja po bakru, od 59,4 % do 148,5 % dnevnega pokritja po manganu, od 43,5 % do 58 % dnevnega pokritja po magneziju in od 28,5 % do 40,7 % dnevnega pokritja po cinku.

Pokritje dnevnih potreb po ostalih analiziranih mineralih je precej manjše. Iz preglednice je razvidno, da če zaužijemo 100 g orehov pokrijemo le 23 % dnevnih potreb po kaliju, in od 11,1 % do 16,7 % dnevnih potreb po železu. Zanemarljivo je dnevno pokritje po kalciju (od 3,7 % do 4,5 %) in natriju (1,1 %), ki ga lahko dosežemo z uživanjem 100 g orehov dnevno.

Svinec in kadmij se prištevata k ultramikroelementom (Referenčne vrednosti, 2004), katerih esencialnost je bila s pomočjo semisintetičnih obrokov eksperimentalno preverjena na večih generacijah živali in za katere so pod temi ekstremnimi pogoji odkrili pojave pomanjanja, ne da bi bile znane njihove specilane funkcije. Znano je, da vse anorganske sestavine telesa, če se zaužijejo v velikem obsegu, lahko sprožijo zastrupitve, s tem ko blokirajo učinkovanje esencialnih substanc, vstopajo v interakcije z drugimi elementi ali sprožijo prerazporejanje esencialnih snovi v telesu, in s tem povzročajo bolezni. V dosedanjih objavah v literaturi nismo zasledili podatkov o maksimalno dovoljeni količini kadmija in svinca v orehih. Sklepamo, da količina orehov, ki se lahko dnevno zaužije ne more pripeljati do morebitnih zastrupitev s temi elementi.

V preglednici 35 je podana tudi primerjava med rezultati lastne raziskava in podatki iz literature. Primerjali smo s podatki iz dveh virov, in sicer Souci in sod. (2000) in USDA (2005). Ugotavljamo, da se nekateri podatki razlikujejo tudi med posameznimi viri. Količina bakra se precej ujema s podatki, ki jih podaja USDA (2005), a se precej razlikuje od količine, ki jo podaja Souci in sod. (2000). Analizirane vrednosti cinka, mangana in kalija se v precejšnji meri ujemajo z vrednostmi, ki so podane v literaturi. V naši lastni raziskavi smo določili višje količine magnezija in natrija, kot jih podajata vira in manjše količine kalcija in železa v primerjavi z viri.

Preglednica 35: Primerjava lastnih rezultatov mineralne sestave z rezultati iz literature (mg/100 g orehov) in delež pokritja (%) dnevnih potreb po mineralih

| minerali | lastni rezultati (mg/100 g oreh) | Souci in sod. (2000) (mg/100 g oreh) | USDA (2005) (mg/100 g oreh) | priporočeni vnos (Referenčene vrednosti, 2004) (mg/dan) | pokritje potreb po mineralih (%) z 100 g orehov |
|----------|-------------------------------------|--|--------------------------------|---|---|
| Pb | 0,27 | / | / | / | / |
| Cu | 1,67 | 0,88 | 1,59 | 1,0-1,5 | 111-167 |
| Cd | <0,17 | / | / | / | / |
| Zn | 2,85 | 2,7 | 3,09 | 7-10 | 28,5-40,7 |
| Mg | 174,19 | 129 | 158 | 300-400 | 43,5-58 |
| Ca | 44,91 | 87 | 98 | 1000-1200 | 3,7-4,5 |
| Na | 5,82 | 2,4 | 2,0 | 550 | 1,1 |
| K | 468,59 | 544 | 441 | 2000 | 23 |
| Fe | 1,67 | 2,5 | 2,91 | 10-15 | 11,1-16,7 |
| Mn | 2,97 | 2,0 | 3,41 | 2,0-5,0 | 59,4-148,5 |

/ - ni podatkov

5.2 SKLEPI

Na podlagi kemijskih analiz štirih sort orehov s Slovenskega območja smo prišli do naslednjih sklepov:

- Analizirani orehi vsebujejo v povprečju 13,47 g beljakovin, 3,20 g vode, 68,78 g maščob in 2,00 g pepela v 100 gramih živila.
- Orehi so pretežno maščobno živilo in so zelo bogat vir večkrat nenasičenih maščobnih kislin s povprečno 71,10 ut. % od skupnih maščobnih kislin.
- Med večkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami v orehih ima največji delež linolna kislina (C18:2, n-6) s povprečno 59,79 ut. % od skupnih maščobnih kislin.
- Orehi so izredno bogat vir α -linolenske kisline (C18:3, n-3), pomembne esencialne maščobne kisline, katere povprečni delež je 11,31 ut. % od skupnih maščobnih kislin.
- Vsebnost enkrat nenasičenih maščobnih kislin, oleinske kisline, v orehih znaša povprečno 19,36 ut. % od skupnih maščobnih kislin.
- Nasičene maščobne kisline prestavljajo v povprečju najmanjši delež od skupnih maščobnih kislin in znaša 9,53 %. Od tega povprečno 7,06 ut. % palmitinske kisline (C16:0) in 2,47 ut. % stearinske kisline (C18:0).
- Sorta oreha ima statistično zelo visoko značilen vpliv na maščobnokislinsko sestavo oreha.
- Razmerje esencialnih n-6 in n-3 maščobnih kislin v orehih znaša od 4,5:1 do 6,3:1, kar je izredno ugodno in ustreza sodobnim prehranskim priporočilom 5:1.
- Indeks aterogenosti v orehovih maščobah je zelo nizek in znaša 0,08.
- Z zaužitjem 40 g orehov dnevno pokrijemo od 199 do 300 % dnevnih potreb po linolni kislini in 114 % dnevnih potreb po α -linolenski kislini.
- Orehi so bogat vir prehransko pomembnih mineralov. Količinsko največji delež predstavljajo: magnezij 174,19 mg, kalij 468,59 mg in kalcij 44,91 mg v 100 g orehov. S prehranskega stališča so pomembne še vsebnosti bakra 1,67 mg, cinka 2,85 mg in mangana 2,97 mg v 100 g orehov.
- Če zaužijemo 100 g orehov dnevno, pokrijemo od 111 do 167 % dnevnih potreb po bakru, od 59,4 do 148,5 % dnevnih potreb po manganu, od 43,5 do 58 % dnevnih potreb po magneziju in od 28,5 do 40,7 % dnevnih potreb po cinku.

6 POVZETEK

Hrana, ki jo uživamo naj bi bila vir energije, ki je potrebna za normalno delovanje telesa. Oskrbuje nas tudi s hranilnimi snovmi, ki so potrebne za telesno rast in obnavljanje, ter omogočajo telesu, da tvori več različnih substanc, kot so hormoni, encimi itd., ki so bistvenega pomena za normalno delovanje telesa.

Pomen živil, ki jih uživamo danes, je pridobil povsem nove razsežnosti, v primerjavi s preteklostjo, ko so živila zagotavljala le zadostno količino energetskih in hranilnih snovi za preživetje. Bolezni, ki so posledica nepravilne prehrane, se pojavljajo vse pogosteje. Razvoj znanosti in medicine prispeva nova spoznanja o povezanosti prehrane in zdravja. Napačno prehranjevanje je glavni povzročitelj srčno-žilnih bolezni, diabetesa tipa 2, bolezni prebavil, kožnih bolezni, alergij in mnogih drugih.

Mnenja o prehrani so se zadnja leta spremenila. Še pred kratkim je veljalo vsesplošno prepričanje, da se zdravo prehranjujemo, če se izogibamo maščobam. Čeprav je še zmeraj pomembno, da zmanjšujemo čezmerno uživanje maščob, zdaj dajemo večji pomen prehrani, ki vsebuje dovolj esencialnih maščobnih kislin. Še bolj pomembno je razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami, ki naj bi bilo, po sodobnih prehranskih priporočilih 5:1. Številne študije so potrdile, da n-3 maščobne kisline pomagajo zmanjšati možnost za nastanek bolezni srca in ožilja, visokega ptitiska, raka, diabetesa, debelosti in klinične depresije.

Orehi so eno od živil, ki skoraj popolnoma ustrezajo tem zahtevam. Vsebujejo veliko maščob, ampak imajo tako maščobnokislinsko sestavo, ki zmanjša tveganje za nekatere bolezni. Orehi poleg esencialnih maščobnih kislin, vsebujejo tudi druge sestavine, ki potencialno ugodno vplivajo na naše zdravje, kot na primer elagična kislina, γ -tokoferol, nizko razmerje arginin:lizin, nekateri pomembni minerali. V zadnjem času so ugotovili celo vsebnost melatonina. Številni raziskovalci v svojih študijah, vsakodnevno odkrivajo in raziskujejo nove sestavine v orehih in njihov morebitni vpliv na naše zdravje. Nekateri znanstveniki že napovedujejo nove študije na področju ugotavljanja še drugih zdravilnih sestavin v orehih in njihovimi medsebojnimi vplivi.

V literaturi smo dobili številne objavljene študije opravljene v različnih državah, ki potrjujejo vsebnost nekaterih pomembnih prehranskih komponent v orehih. Želeli smo ugotoviti kakšna je vsebnost le-teh v sortah, ki rastejo na območji Slovenije. V raziskavo smo vključili štiri sorte: Elit, Geisenheim, Petovio in domačo sorto neznanega porekla. Želeli smo potrditi delovni hipotezi, ki smo ju postavili: orehi vsebujejo pomembne n-3 maščobne kisline in orehi so bogat vir prehransko pomembnih mineralov.

V vseh štirih sortah orehov smo določili nekatere pomembne kemijske parametre: skupno vsebnost vode, beljakovin, maščob in pepela. Na osnovi lastnih analiz smo prišli do naslednjih ugotovitev: da orehi s območja Slovenije vsebujejo v povprečju 3,20 g vode, 13,47 g beljakovin, 68,78 g maščob in 2,00 pepela v 100 gramih živila.

Analiza maščobnokislinskega profila v vseh štirih sortah orehov je pokazala visoko vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin povprečno 71,10 ut. % in enkrat nenasičenih maščobnih kislin povprečno 19,36 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Vsebnost nasičenih maščobnih kislin v naših sortah znaša povprečno 9,53 ut. % od skupnih maščobnih kislin.

Glavne nasičene maščobne kisline v vseh štirih sortah orehov predstavljata stearinska kislina (C18:0) povprečno 2,47 ut. % in palmitinska kislina (C16:0) povprečno 7,06 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Pomembni večkrat nenasičeni maščobni kislini, ki smo ju analizirali v vseh štirih sortah orehov, pa predstavljata linolna kislina (C18:2) povprečno 59,79 ut. % in α -linolenska kislina (C18:3) povprečno 11,31 ut. % od skupnih maščobnih kislin. Najbolj pomembna enkrat nenasičena maščobna kislina, ki smo jo analizirali v orehih je oleinska kislina (C18:1) povprečno 19,36 ut. % od skupnih maščobnih kislin.

Na osnovi eksperimentalnih analiz vseh štirih sort orehov smo lahko potrdili hipotezo, da so tudi orehi z območja Slovenije bogat vir esencialnih n-3 maščobnih kislin in da imajo ugodno prehransko razmerje med n-6/n-3 maščobnimi kislinami, ki znaša 5,3:1, kar je zelo zaželjeno. Ena od ugotovitev je bila tudi, da z zaužitjem le 40 gramov orehov dnevno, dosežemo pokritje od 199 % do 300 % dnevnih potreb po linolni kislini in 114 % pokritja dnevnih potreb po α -linolenski kislini.

Potrjen je bil tudi drugi del naše delovne hipoteze, da so orehi bogat vir nekaterih prehransko pomembnih mineralov. V vseh štirih analiziranih sortah smo ugotovili najvišjo vsebnost kalija, povprečno 468,59 mg, in magnezija, povprečno 174,19 mg v 100 g orehov. Orehi so s prehranskega stališča pomembni tudi zaradi vsebnosti bakra, cinka in mangana. Pomembno je dejstvo da, z zaužitjem 100 g orehov lahko pokrijemo od 111 % do 167 % dnevnih potreb po bakru, od 28,5 % do 40,7 % dnevnih potreb po cinku, od 43,5 do 58 % dnevnih potreb po magneziju in od 59,4 do 148,5 % dnevnih potreb po manganu.

Na osnovi dosedanjih raziskav v različnih literaturah in rezultatov naše lastne raziskave, lahko sklepamo, da orehi prispevajo esencialna hranila pomembna za zdravo življenje. Uživanje orehov je najmanj, kar lahko človek naredi za izboljšanje svojega zdravja. Najboljše od vsega je, da imajo odličen okus in so idealno primerni za vključitev v katerokoli dieto, kot del obrokov ali prigrizkov.

7 VIRI

- Amaral J. S., Casal S., Pereira A. J., Seabra M. R., Oliveira B. P. P. 2003. Determination of sterol and fatty acid compositions, oxidative stability, and nutritional value of six walnut (*Junglas regia* L.) cultivars grown in Portugal. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 26: 7698-7702
- Bender E. A., Bender A. D. 1998. Food tables & labelling. Oxford, University Press: 82-83
- Bulatović S. 1985. Orah, lešnjak, badem. Beograd, Nolit: 9-11, 18-22
- Connor W. E. 2000. Importance of n-3 fatty acids in helth and disease. American Journal of Clinical Nutrition, 71: 171S-175S
- Cortese D. 2000. Sadje – moč naravne hrane: prehranske in zdravilne lastnosti, shranjevanje in priprava. Ljubljana, Kmečki glas: 290-293
- Drolc H. 2002. Polna rešta orehov. Okno – glasilo društva onkoloških bolnikov Slovenije, 16, 2, : 2 str. (februar 2005)
http://med.over.net/onko/glasilo_okno/letnik16_st2_2002/za_zdravo_polna_resta_orehov.htm
- Feldman E. B. 2002. The scientific evidence for a beneficial helath relationship between walnuts and coronary heart disease. Journal of Nutrition, 132: 1062S-1101S
- Gao R., Stone W. L, Huang T., Papas A. M., Qui M. 2002. The uptake of tocopherols by RAW 264.7 macrophages. Nutrition Journal, 1, 2: 1-9
- Garces R., Mancha M. 1993. One step lipid extraction and fatty acid methyl estres prepartion from fresh plant tissues. Analytical Biochemistry, 211: 139-143
- Gillen L. J., Tapsell L. C., Patch C. S., Owen A., Batterham M. 2005. Structured dietary advice incorporating walnuts achieves optimal fat and energy balance in patients with type 2 diabetes mellitus. Journal of the American Dietetic Association, 105,7: 1087-1096
- Holland B., Welch A. A., Unwin I. D., Buss D. H., Paul A. A., Southgate D. A. T. 1992. McCance and Widdowson`s the composition of foods. Cambridge, The Royal Society of Chemistry and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: 318-319
- Jiang Q., Wong J., Fyrst H., Saba J. D., Ames B. N. 2004. Gama – tocopherol or combinations of vitamin E forms induce cell death in human prostate cancer cells by interrupting sphingolipid syntesis. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101, 51: 17825-17830
- Kaić-Rak A., Antanoić K. 1990. Tablice o sastavu namirnica i pića. Zagreb, Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske: 62-63

Kulier I. 1996. Standardne euro tablice kemijskog sastava namirnica. Zagreb, Hrvatski farmer: 259-260

Maguire L. S., O'Sullivan S. M., Galvin K., O'Connor T. P., O'Brien N. M. 2004. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut. International Journal of Food Science and Nutrition, 55, 3: 171-178

McManus K., Antinoro L., Sacks F. 2001. A randomized controlled trial of a moderate-fat, low-energy diet compared with a low fat, low-energy diet for weight loss in overweight adults. International Journal of Obesity, 25: 1503-1511

Melatonin – čudežna pot k spanju. 2000. Molekula tedna. Ljubljana, Internet center Študentskega sveta Univerze v Ljubljani, Fakultete za kemijo in kemijsko tehnologijo (oktober, 2000) <http://www.fkkt.org/molekula/melatonin.asp> (7.2.2006): 1 str

Mindell E. 2000. Vitaminska biblija za novo tisočletje. Ljubljana, Mladinska knjiga: 29-29

Morgan J. M., Horton K., Reese D., Carey C., Walker K. Capuzzi D. M. 2002. Effects of walnut consumption as part of a low-fat, low-cholesterol diet on serum cardiovascular risk factors. International Journal for Vitamin and Nutrition Research, 72, 5: 341-347

Morgen S. 1997. The wellness nutrition counter: The essential guide to complete nutritional information on over 6000 foods & products. New York, Rebus: 28

Nahtigal B. 2002. Orehi, lešniki, mandeljni ..., Moj malček, april: 2 str.

Oberbeil K. 2002. Do zdravja z zdravo hrano: Pravilna prehrana – srečnejše življenje. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga d.d.: 102-128

Ocepek R. 1995. Oreh. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 8-16, 26-33

Paš M. 2001. Minerali v funkcionalnem prehranjevanju. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi '01, Portorož, 8-9 november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 67-78

Pigozzi P. 2002. Hrana zdravi. Ljubljana, Delo revije: 46-46

Plestenjak A., Golob T. 2003. Analiza kakovosti živil. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za živilstvo: 92-98

Pokorn D. 1996. S prehrano do zdravja: hrana čudežno zdravilo II – diete in jedilniki. Ljubljana, EWO d.o.o.: 52-64

Pokorn D. 2005. Prehrana V: Interna medicina. 2. izd. Kocjančič A., Mrevlje F., Štajer D. (ur.). Ljubljana, Založba Littera Picta d.o.o.: 646-680

Pospisil E., Schwandt P., Richeter W.O. 2004. Grižljaji zdravja: Jedi z malo holesterola. Ptuj, In obs medicus: 7-19

- Požar J. 1998. Hranoslovje – Zdrava prehrana. Maribor, Obzorja: 31-44
- Prasad R. B. N. 2003. Walnuts and pecans. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol.10. 2nd ed. Caballero B., Trugo C. L., Fingals M. P. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 6071-6076
- Pristovnik D. 2000. Navadni oreh.V: Prispevki tedna gozdov od 29.5 do 4.6. 2000. Zavod za gozdove Slovenije območna enota Maribor (maj 2005): 2 str.
<http://kid.kibla.org/~zgs/P2000/drevo2k/drevo2k.html>
- Pszczola E. D. 2000. Helth and functionality in a nutshell. Products & Technologies, 54, 2: 54-59
- Referenčne vrednosti za vnos hrani. 2004. 1 izd. Ljubljana, Ministrstvo za zdravje Republike Slovenija: 29-53, 126
- Reiter R. J., Manchester L. C., Tan D. X. 2005. Melatonin in walnuts: influence on levels of melatonin and total antioxidant capacity of blood. Nutrition, 21, 9:920-924
- Ros E., Núñez I., Pérez-Heras A., Serra M., Gilabert R., Calsals E., Deulofeu R. 2004. A walnut diet improves endothelial function in hypercholesterolemic subjects: a randomized crossover trial. Circulation, 109: 1609-1614
- Ruggeri S., Cappelloni M., Gambelli L., Nicoli S., Carnovale E. 1998. Chemical composition and nutritive value of nuts grown in Italy. Italian Journal of Food Science, 10: 243-252
- Sabate J., Cordero-MacIntyre Z., Siapco G., Torabian S., Haddad E. 2005. Does regular walnut consumption lead to weight gain? British Journal of Nutrition, 94, 5: 859-864
- Salobir J. 2001. Funkcionalnost prehranske vlaknine V: Funkcionalana hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi '01, Portorož, 8-9 november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 51-65
- Salobir K., 2001 a. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi '01, Portorož, 8-9 november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-135
- Salobir K., 2001 b. Zapiski s predavanj predmeta Osnove prehrane. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, oddelek za živilstvo
- SAS/STAT Softwear. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc: software
- Simopoulos A. P., 2002. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition, 11, S6: S163-S173

- Souci S. W., Fachmann W., Kraut H., Scherz H., Senser F. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th rev. Stuttgart, CRC Press: 1030-1031
- Stevens L. J., Zentall S. S., Abate M. L. Kuczek T., Burgess J.R. 1996. Omega-3 fatty acids in boys with behavior, learning, and health problems. *Physiology & Behavior*, 59, 4/5: 915-920
- Stržinar M. 1998. Primerjava tehnoloških postopkov predelave renskega rizlinga. Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za živilstvo: 22-22
- Suwa S. M., Kodele M. 2003. Prehrana. 2. izd. Ljubljana, DZS: 17-38
- Škof D. 1992. Ocena hranične vrednosti in skladiščne stabilnosti orehov. Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 82 str.
- Tapsell L. C., Gillen L. J., Patch C. S., Batterham M., Owen A., Bare M., Kennedy M. 2004. Including walnuts in a low-fat/modified-fat diet improves HDL cholesterol to total cholesterol ratios in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 27, 12: 2777-2783
- Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet* 338: 985-992
- USDA National Nutrient database for Standard Reference. Release 18.2005. Washington, USDA – United States Department of Agriculture. (oktober 2005): 1 str.
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foofcomp/> (november 2005)
- Wood J.D., Richardson R.I., Nute G.R., Fisher A.V., Campo M.M., Kasapidou E., Sheard P.R., Enser M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Science*, 66: 21-32.

8 ZAHVALA

Za strokovno pomoč in spodbudo pri izdelavi diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorju doc. dr. Rajku Vidrihu s Katedre za tehnologijo rastlinskih živil na Biotehniški fakulteti.

Za pomoč pri statistični obdelavi podatkov in urejanju diplomske naloge se najlepše zahvaljujem recezентki doc. dr. Lei Gašperlin s Katedre za tehnologijo mesa in gotovih jedi na Biotehniški fakulteti.

Za pomoč pri iskanju in oblikovanju bibliografskih virov se zahvaljujem univ. dipl. ing. Ivici Hočevar ter univ. dipl. bibl. Barbari Slemenik z Oddelka za živilsko tehnologijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Vsem zaposlenim Katedre za tehnologijo rastlinskih živil ter Katedre za vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti, ki so pomagali pri izvedbi kemijskih analiz, najlepša hvala.

Zahvaljujem se prijateljem in sošolcem, ki so mi pomagali pri prevajanju literature iz angleškega jezika, sošolki Brigit Brumen za nasvete in spodbudo pri pisanju diplome, in iskreno hvala še ostalim sošolcem, ki so mi na kakršen koli način pomagali tekom študija.

Zahvaljujem se mojim domačim za podporo in potrpljenje tekom pisanja diplomske naloge. In ne nazadnje se iskreno zahvaljujem dolgoletnim prijateljem za vso pomoč, podporo in spodbudo, ki sem jo bila deležna tekom celotnega študija.

Vsem skupaj iskreno hvala.