

UNIVERZA V LJUBLJANI  
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA  
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Viktor KURE

**VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V SVEŽIH IN KONZERVIRANIH  
MORSKIH RIBAH**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**FATTY ACID COMPOSITION OF FRESH AND CANNED SEA FISH**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2006

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Priprava vzorcev za maščobnokislinsko sestavo ter statistična obdelava podatkov je bila opravljena na Katedri za tehnologijo mesa Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Določanje maščobnokislinske sestave je potekalo na Katedri za tehnologije rastlinskih živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Božidar Žlender in za recezentko prof. dr. Terezijo Golob.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Recezentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Viktor Kure

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ŠD | Dn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| DK | UDK 637.56:597.3:543.635.3(043)=863                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| KG | ribe/sveže ribe/konzervirane ribe/tuna/sardina/maščobne kisline/ n-3<br>nenasičene maščobne kisline /EPK/DPK/DHK/ISTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| AV | KURE, Viktor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| SA | ŽLENDER, Božidar (mentor)/GOLOB, Terezija (recezentka)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| KZ | SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| ZA | Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| LI | 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| IN | VSEBNOST MAŠČOBNIH KISLIN V SVEŽIH IN KONZERVIRANIH<br>MORSKIH RIBAH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| TD | Diplomsko delo (univerzitetni študij)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| OP | X, 71 str., 27 pregl., 17 slik, 3 pril., 64 vir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| IJ | sl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| JJ | sl/en                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| AI | <p>Namen raziskave je bil določiti maščobnokislinsko sestavo svežih morskih rib in ribjih konzerv. Skupno je bilo analiziranih 75 vzorcev, od tega 20 svežih rib in 55 vzorcev konzerviranih morskih rib (47 vzorcev tune v nalivih in 8 vzorcev sardine). Konzerve tune so bile z naslednjimi nalivi: lastnim sokom, oljčnim oljem, rastlinskim oljem, sardine pa v sončničnem olju. Maščobnokislinsko sestavo smo določili za 45 maščobnih kislin (MK) z metodo in situ transesterifikacije in s plinskim kromatografom. Izračunali smo utežne deleže posameznih MK in nato z uporabo internega standarda (19:0) vsebnost MK na 100 g vzorca. Podatke smo obdelali v programu Excel XP in s programskim paketom SAS/STAT. Tako sveže kot tudi konzervirane ribe so vsebovale največ večkrat nenasičenih maščobnih kislin (VNMK) (sveže ribe povprečno 40,8 %, konzervirane ribe od 36,8-56,0 %). Pri večini svežih rib in konzervirani tuni v lastnem soku je od VNMK prevladovala dokozaheksanojska kislina (DHK). 100 g mesa večine svežih rib, tune v konzervi in sardine preseže spodnjo mejo dnevnih potreb (200 mg) po dolgoverižnih n-3 VNMK. Ribe konzervirane v oljčnem olju (OO), rastlinskem olju (RO) in sončničnem olju (SO) so vsebovale od VNMK največ linolne kisline (18:2, n-6). Razmerje P/S je pri svežih ribah znašalo povprečno 1,40, pri konzerviranih ribah pa od 0,66 (tuna v OO) do 3,55 (tuna v RO), razmerje n-6/n-3 je znašalo za sveže ribe povprečno 0,62, pri konzerviranih ribah pa od 0,14 (tuna, lastni sok) do 8,97 (tuna v RO).</p> |

## KEY WORDS DOCUMENTATION

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DN | Dn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| DC | UDK 637.56:597.3:543.635.3(043)=863                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| CX | fish/fresh fish/canned fish/tuna/sardina/fatty acids/n-3 unsaturated fatty acids/EPA/DPA/DHA/ISTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| AU | KURE, Viktor                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| AA | ŽLENDER, Božidar (supervisor)/GOLOB, Terezija (reviewer)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| PP | SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| PB | University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| PY | 2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| TI | FATTY ACID COMPOSITION OF FRESH AND CANNED SEA FISH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| DT | Graduation thesis (University studies)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| NO | X, 71 p., 27 tab., 17 fig, 3 ann., 64 ref                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| LA | sl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| AL | sl/en                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| AB | <p>The main purpose of this research was to determine the fatty acid composition of specific fresh and canned sea fish. The analyses were performed on 75 samples as follows: 20 samples of different fresh fish and 55 samples of canned sea fish (47 samples of tuna fish and 8 samples of sardines). The products of canned tuna were with different gravies: own gravy, olive oil, sunflower oil and vegetable oil; canned sardines were with added sunflower oil and seed oil. The fatty acid composition was determined with method in situ transesterification and Gas Chromatography procedure. The mass share of specific fatty acid and then the amount of fatty acid in 100 g of samples by means of internal standard (19:0) were determined. The results were treated with Excel XP and program package SAS/STAT. Both fresh and canned fish contained mostly poly unsaturated fatty acids (PUFA) (fresh fish on average 40,8 % and canned fish 36,8 to 56,0 %). Among fresh fish and canned tuna in own gravy the docosahexaenoic acid (DHA) fatty acid was the main part of PUFA. 100 g of fresh fish, canned tuna or sardines excess the lower boundary daily intake (200 mg) amount of long chained n-3 fatty acid. Canned fish in olive oil, vegetable oil or in sunflower oil contained among PUFA mainly linoleic acid (18:2, n-6). The indeks P/S of fresh fish was on average 1,40 and of canned fish from 0,66 (tuna in olive oil) to 3,55 (tuna in vegetable oil). Indeks n-6/n-3, for fresh fish is on average 0,62 and of canned fish from 0,14 (tuna in own gravy) to 8,97 (tuna in vegetable oil).</p> |

## KAZALO VSEBINE

|                                                                                                                           |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....</b>                                                                           | <b>III</b> |
| <b>KEY WORDS DOCUMENTATION.....</b>                                                                                       | <b>IV</b>  |
| <b>KAZALO VSEBINE .....</b>                                                                                               | <b>V</b>   |
| <b>KAZALO PREGLEDNIC .....</b>                                                                                            | <b>VII</b> |
| <b>KAZALO SLIK .....</b>                                                                                                  | <b>IX</b>  |
| <b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI .....</b>                                                                                         | <b>X</b>   |
| <b>1 UVOD .....</b>                                                                                                       | <b>1</b>   |
| 1.1 DELOVNE HIPOTEZE .....                                                                                                | 1          |
| <b>2 PREGLED OBJAV.....</b>                                                                                               | <b>2</b>   |
| 2.1 PORABA RIBJEGA MESA NEKOČ IN DANES .....                                                                              | 2          |
| 2.2 ZAUŽIVANJE IN PORABA MAŠČOB.....                                                                                      | 2          |
| 2.3 SESTAVA RIBJEGA MESA .....                                                                                            | 4          |
| 2.3.1 Beljakovine.....                                                                                                    | 4          |
| 2.3.2 Vitamini in minerali.....                                                                                           | 5          |
| 2.3.3 Ogljikovi hidrati .....                                                                                             | 5          |
| 2.3.4 Maščobe.....                                                                                                        | 5          |
| 2.3.4.1 Razgradnja maščob med skladiščenjem .....                                                                         | 6          |
| 2.4 MAŠČOBNE KISLINE .....                                                                                                | 6          |
| 2.4.1 Označevanje maščobnih kislin .....                                                                                  | 7          |
| 2.4.2 Pomen nekaterih maščobnih kislin v telesu .....                                                                     | 9          |
| 2.4.3 Esencialne maščobne kisline .....                                                                                   | 9          |
| 2.4.4 Priporočeni dnevni vnosi maščobnih kislin .....                                                                     | 11         |
| 2.4.5 Najpomembnejše n-3 maščobne kisline in njihov prehranski pomen.....                                                 | 11         |
| 2.4.6 Trans maščobne kisline .....                                                                                        | 14         |
| 2.4.7 Konjugirane maščobne kisline.....                                                                                   | 14         |
| 2.4.8 Razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami .....                                                                  | 14         |
| 2.4.9 Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (indeks P/S) in indeks aterogenosti (IA) ..... | 15         |
| 2.4.10 Posebnost maščobnih kislin ribjih maščob.....                                                                      | 15         |
| 2.4.11 Prehranske tablice o sestavi mesa .....                                                                            | 16         |
| 2.4.12 Podatki za maščobnokislinsko sestavo različnih olj iz literature.....                                              | 17         |
| 2.4.13 Literaturni podatki za maščobnokislinsko sestavo posameznih rib.....                                               | 17         |
| 2.5 VRSTE RIB.....                                                                                                        | 19         |
| 2.5.1 Tuna.....                                                                                                           | 19         |
| 2.5.1.1 Modroplavuta tuna .....                                                                                           | 19         |
| 2.6 POSTOPKI PRI PREDELAVI TUNE.....                                                                                      | 20         |
| 2.6.1 Prezem surovin .....                                                                                                | 20         |
| 2.6.2 Pranje in selekcija .....                                                                                           | 21         |
| 2.6.3 Nadaljnji postopki.....                                                                                             | 21         |
| 2.6.4 Sterilizacija ribjih konzerv.....                                                                                   | 22         |
| 2.6.5 Termostatiranje.....                                                                                                | 22         |
| 2.7 MEŠANJE RAZLIČNIH RIB V KONZERV.....                                                                                  | 22         |
| 2.8 PROIZVODNJA PLOČEVINK .....                                                                                           | 23         |
| 2.8.1 Zaščita pločevink.....                                                                                              | 23         |
| 2.8.2 Izdelava pločevink.....                                                                                             | 24         |
| 2.8.3 Kemijske reakcije med vsebino in pločevinko .....                                                                   | 24         |

|          |                                                                                            |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3</b> | <b>MATERIALI IN METODE DELO.....</b>                                                       | <b>25</b> |
| 3.1      | MATERIAL .....                                                                             | 25        |
| 3.1.1    | Certificiran referenčni vzorec .....                                                       | 26        |
| 3.1.2    | Interni standard .....                                                                     | 26        |
| 3.2      | METODE DELO .....                                                                          | 26        |
| 3.2.1    | Priprava vzorcev .....                                                                     | 26        |
| 3.2.2    | Določanje maščobnokislinske sestave .....                                                  | 26        |
| 3.2.2.1  | Priprava internega standarda .....                                                         | 26        |
| 3.2.2.2  | Priprava metilnih estrov maščobnih kislin .....                                            | 27        |
| 3.2.2.3  | Plinska kromatografija .....                                                               | 27        |
| 3.2.2.4  | Faktor odzivnosti detektorja (Rf) .....                                                    | 28        |
| 3.2.2.5  | Konverzijski faktor za posamezne maščobne kisline (FA).....                                | 28        |
| 3.2.2.6  | Določanje vsebnosti maščobnih kislin v vzorcu .....                                        | 30        |
| 3.3      | STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV .....                                                        | 31        |
| <b>4</b> | <b>REZULTATI.....</b>                                                                      | <b>32</b> |
| 4.1      | MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB .....                                                        | 32        |
| 4.1.1    | Ponovljivost meritev plinskega kromatografa (GC).....                                      | 32        |
| 4.1.2    | Ponovljivost metode določanja maščobnih kislin .....                                       | 32        |
| 4.1.3    | Maščobnokislinska sestava svežih rib .....                                                 | 35        |
| 4.1.3.1  | Določitev najbolj zastopanih maščobnih kislin v svežih ribah .....                         | 38        |
| 4.1.4    | Maščobnokislinska sestava tune v lastnem soku .....                                        | 39        |
| 4.1.5    | Maščobnokislinska sestava tune v različnih nalivih .....                                   | 43        |
| 4.1.6    | Primerjava v maščobnokislinske sestave tune in sardine v rastlinskem olju .....            | 48        |
| 4.1.7    | Ocenitev prehranske vrednosti posamezne ribe .....                                         | 52        |
| <b>5</b> | <b>RAZPRAVA IN SKLEPI.....</b>                                                             | <b>53</b> |
| 5.1      | RAZPRAVA .....                                                                             | 53        |
| 5.1.1    | Sveže ribe .....                                                                           | 53        |
| 5.1.2    | Ribje konzerve.....                                                                        | 56        |
| 5.1.2.1  | Tuna v lastnem soku.....                                                                   | 56        |
| 5.1.2.2  | Tuna in sardina v različnih nalivih .....                                                  | 57        |
| 5.2      | SKLEPI .....                                                                               | 58        |
| <b>6</b> | <b>POVZETEK .....</b>                                                                      | <b>59</b> |
| <b>7</b> | <b>VIRI .....</b>                                                                          | <b>61</b> |
| <b>8</b> | <b>ZAHVALA .....</b>                                                                       | <b>66</b> |
| <b>9</b> | <b>PRILOGA.....</b>                                                                        | <b>67</b> |
| 9.1      | MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA SVEŽIH RIB V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA.....                | 67        |
| 9.2      | MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA TUNE V LASTNEM SOKU V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA .....      | 70        |
| 9.3      | MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA TUNE V RAZLIČNIH NALIVIH V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA ..... | 71        |

**KAZALO PREGLEDNIC**

|                                                                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 1: Ulov rib v svetu, Evropski uniji in Sloveniji (FAOSTAT, 2005) .....                                                                                                         | 2  |
| Preglednica 2: Proizvodnja maščob v svetu (Plestenjak in Golob, 2000: 40).....                                                                                                             | 3  |
| Preglednica 3: Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije za količino zaužitja posamezne skupine maščob pri prehrani odraslih (FAO/WHO, 1994: 19) .....                                 | 3  |
| Preglednica 4: Okvirna sestava ribjega mesa (Ackman, 1994: 38 ).....                                                                                                                       | 4  |
| Preglednica 5: Kemijska in trivialna imena ter položaj dvojne vezi šteto od metilne skupine (n-položaj) in cis oziroma trans oblika za posamezno maščobno kislino (Field, 2003: 2318)..... | 8  |
| Preglednica 6: Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir, 2000: 126) .....                                                            | 9  |
| Preglednica 7: Priporočila za uživanje esencialnih maščobnih kislin pri odraslih (Simopoulos, 2000: 964) .....                                                                             | 11 |
| Preglednica 8: Vpliv diete s povečanim deležem n-3 maščobnih kislin in oleinske kisline na umrljivost v petletnem obdobju po prvem srčnem infarktu (de Lorgeril in sod., 1994: 1456).....  | 13 |
| Preglednica 9: Podatki za maščobnokislinsko sestavo (mg/100 g živila) svežih rib (Vojtaščakova in sod., 2001; Souci in sod., 2000; Hands, 1996; Ackman, 1994) .....                        | 18 |
| Preglednica 10: Podatki za maščobnokislinsko sestavo olj (delež od vseh MK) (Caponino in sod., 2002).....                                                                                  | 17 |
| Preglednica 11: Razvrščanje tune glede na težo in s tem na velikostne razrede (Kariš, 2003: 13) .....                                                                                      | 19 |
| Preglednica 12: Seznam vzorcev vključenih v določanje maščobnokislinske sestave. ....                                                                                                      | 25 |
| Preglednica 13: Konverzijski faktorji (FA) za preračun metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) v maščobne kisline (AOAC..., 1998: 18).....                                                 | 29 |
| Preglednica 14: Ponovljivost meritev plinskega kromatografa (ut. % od vseh MK).....                                                                                                        | 33 |
| Preglednica 15: Ponovljivost metode za določanje maščobnokislinske sestave (ut. % od vseh MK).....                                                                                         | 34 |
| Preglednica 16: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK) .....                                                                                                              | 35 |
| Preglednica 16: Nadaljevanje: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK) .....                                                                                                | 36 |
| Preglednica 16: Nadalevanje: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK) .....                                                                                                 | 37 |
| Preglednica 17: Povprečni deleži najbolj zastopanih MK ter njihova prisotnost v analiziranih svežih ribah .....                                                                            | 39 |
| Preglednica 18: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo konzervirane tune štirih različnih proizvajalcev .....                                                                     | 40 |
| Preglednica 19: Maščobnokislinska sestava tune v lastnem soku štirih različnih proizvajalcev (ut. % od vseh MK) (Duncan test, $\alpha = 0,05$ ) .....                                      | 41 |

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Preglednica 20: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo konzervirane tune v štirih različnih nalivih.....                                    | 44 |
| Preglednica 21: Delež posamezne maščobne kisline (ut. % od vseh MK) v tuni z različnimi nalivi (Duncan test, $\alpha = 0,05$ ).....                  | 47 |
| Preglednica 22: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo sardine in tune v rastlinskem olju .....                                             | 49 |
| Preglednica 23: Primerjava med maščobnokislinsko sestavo sardine in tune v rastlinskem olju (ut. % od vseh MK) (Duncan test, $\alpha = 0,05$ ) ..... | 50 |
| Preglednica 24: Rangiranje rib (1-25) glede na prehranski pomen.....                                                                                 | 52 |
| Preglednica 25: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah.....                                                                | 67 |
| Preglednica 25: Nadaljevanje: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah .....                                                 | 68 |
| Preglednica 25: Nadaljevanje: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah .....                                                 | 69 |
| Preglednica 26: Maščobnokislinska sestava tune konzervirane v lastnem soku štirih proizvajalcev (mg/100 g) .....                                     | 70 |
| Preglednica 27: Maščobnokislinska sestava tune in sardine konzerviranih v štirih različnih nalivih (mg/100 g).....                                   | 71 |

## KAZALO SLIK

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Slika 1: Tuna v lastnem soku .....                                                                                                                     | 4  |
| Slika 2: Prikaz molekul n-3 ( $\alpha$ -linolenske) in n-6 (linolne) maščobnih kislin (Tolonen, 1994) .....                                            | 7  |
| Slika 3: Podaljševanje verige glavnih maščobnih kislin iz prehrane ali sinteza v telesu .....                                                          | 10 |
| (Field, 2003: 2319).....                                                                                                                               | 10 |
| Slika 4: Modroplavuta tuna (Vrste rib na Jadranu, 2004: 86) .....                                                                                      | 19 |
| Slika 5, 6: Razrez tune (Brecelj, 2004) .....                                                                                                          | 20 |
| Slika 7: Shematski prikaz proizvodnje ribjih konzerv .....                                                                                             | 21 |
| Slika 9: Deleži nekaterih prehransko pomembnih maščobnih kislin v tuni v lastnem soku<br>(ut. % od vseh MK).....                                       | 42 |
| Slika 10: Povprečni delež posameznih skupin MK v vzorcih tune v lastnem soku .....                                                                     | 42 |
| Slika 11: Deleži prehransko pomembnih MK v tuni v različnih nalivih (ut. % od vseh MK) .....                                                           | 45 |
| Slika 12: Deleži posameznih skupin MK v tuni z nalivi: lastnem soku (LS), oljčnem<br>olju (OO), rastlinskem olju (RO) in sončničnem olju (SO) .....    | 46 |
| Slika 13: Primerjava nekaterih MK v tuni in sardini (% od vseh MK) .....                                                                               | 51 |
| Slika 14: Indeks P/S za sveže ribe, ribe v konzervah ter goveje (Verbič, 2001), prašičje<br>(Rhee, 1992) in piščančje meso (Polak, 1999).....          | 53 |
| Slika 15: Indeks aterogenosti (IA) za sveže ribe (povprečna vrednost) in ribje konzerve .....                                                          | 54 |
| Slika 16: Delež n-3 maščobnih kislin za sveže ribe (povprečje) in ribje konzerve ter za goveje<br>(Verbič, 2001) in piščančje meso (Polak, 1999) ..... | 54 |
| Slika 17: Razmerje n-6/n-3 za sveže ribe (povprečje) in ribe v konzervah ter goveje<br>(Verbič, 2001) in piščančje meso (Polak, 1999) .....            | 55 |

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

|                      |                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| c .....              | cis izomera                                                                                                                                           |
| DHK .....            | dokozaheksaenojska kislina (DHA – Docosaheenoic Acid)                                                                                                 |
| ENMK .....           | enkrat nenasičene maščobne kisline (MUFA – Monounsaturated Fatty Acids)                                                                               |
| EMK .....            | esencialne maščobne kisline (FA - Essential Fatty Acids)                                                                                              |
| EPK.....             | eikozapentaenojska kislina (EPA – Eicosapentaenoic Acid)                                                                                              |
| FID.....             | plamensko ionizacijski detektor (Flame Ionisation Detector)                                                                                           |
| HDL .....            | lipoproteini visoke gostote (High Density Lipoproteins)                                                                                               |
| IA .....             | indeks aterogenosti                                                                                                                                   |
| ISTE.....            | in situ transesterifikacija                                                                                                                           |
| IUPAC .....          | Mednarodna zveza za čisto in uporabno kemijo (The International Union of Pure and Applied Chemistry)                                                  |
| k MK.....            | konjugirana maščobna kislina                                                                                                                          |
| KV .....             | koeficient variabilnosti                                                                                                                              |
| LDL .....            | lipoproteini nizke gostote (Low Density Lipoproteins)                                                                                                 |
| LS .....             | lastni sok                                                                                                                                            |
| MEMK.....            | metilni ester maščobne kisline (FAME - Fatty Acid Methyl Ester)                                                                                       |
| MK.....              | maščobna kislina (FA - Fatty Acid)                                                                                                                    |
| NMK.....             | nasičene maščobne kisline (SFA - Saturated Fatty Acids)                                                                                               |
| OO .....             | oljčno olje                                                                                                                                           |
| P .....              | statistična značilnost                                                                                                                                |
| P/S.....             | razmerje med vsoto vseh večkrat nenasičenih maščobnih kislin in vsoto nasičenih maščobnih kislin (Polyunsaturated fatty acid / Saturated Fatty Acids) |
| R <sub>f</sub> ..... | faktor odzivnosti detektorja (Response Factor)                                                                                                        |
| RO.....              | rastlinsko olje                                                                                                                                       |
| SO .....             | standardni odklon                                                                                                                                     |
| SO .....             | sončnično olje                                                                                                                                        |
| SD .....             | standardna deviacija                                                                                                                                  |
| t .....              | trans izomera                                                                                                                                         |
| VNMK.....            | večkrat nenasičene maščobne kisline (PUFA – Poly Unsaturated Fatty Acids)                                                                             |
| WHO.....             | Svetovna zdravstvena organizacija (World Health Organization)                                                                                         |

## 1 UVOD

Maščobe so zelo pomembna sestavina naše prehrane. So vir energije (energijska vrednost 1 g maščobe je 39 kJ oz. 9,3 kcal) in esencialnih maščobnih kislin, so nosilci v maščobah topnih vitaminov, izboljšujejo okus, vonj, teksturo in sočnost hrane, vendar pa so že desetletja tudi v središču nasprotujočih si mnenj o njihovi toksičnosti in vplivu na debelost ter različne bolezni (Foegeding, 1997; Salobir, 2000).

Priporočila zaužitja celokupnih maščob so med 15 in 30 % dnevnih energijskih potreb. V priporočeni zdravi prehrani naj ne bilo več kot 10 % nasičenih maščob in 3 do 7 % večkrat nenasičenih maščobnih kislin glede na celodnevno količino zaužite energije (FAO/WHO, 1994). Slovenci zaužijemo v povprečju nad 40 % celokupnih maščob in nad 10 % nasičenih maščob (Koch, 1997).

Meso rib ima velik prehranski pomen zaradi zelo ugodne sestave. To je predvsem primerna tekstura, meso rib ima tudi visoko biološko vrednost beljakovin, je dobre senzorične kakovosti, vsebuje razmeroma malo maščob vendar velik odstotek prehransko pomembnih maščobnih kislin. To so predvsem n-3 maščobne kisline, ki imajo status koristnih, saj preprečujejo nastanek bolezni srca in ožilja, znižujejo nivo celokupnega krvnega holesterola. V ribah sta od teh MK posebej pomembni eikozapentanojska in dokozaheksanojska kislina (Connor, 2000; Foegeding, 1997).

V Sloveniji nimamo podatkov za vrednosti posameznih maščobnih kislin za ribe na naših prodajnih policah. Ker te podatke potrebujemo pri sestavljanju jedilnikov, določanju prehranske vrednosti mesa rib in podobno, uporabljamo podatke iz različne tuje literature. Vrednosti, ki so v teh preglednicah navedene, so pogosto netočne zaradi vrste razlogov.

Dandanes je poraba mesa tune v konzervi v porastu, saj nekateri ponudniki vlagajo ogromno energije in kapitala v povečanje trga. Veliko potrošnikov tako zanima sestava te vrste mesa in reklamirana koristnost za zdravje. Tako je bil cilj diplomskega dela ugotoviti razliko v maščobnokislinski sestavi pri svežih in konzerviranih morskih ribah in jih tudi primerjati z maščobami domačih živali ter z podatki iz literature. Rezultati diplomskega dela bodo prispevek k oblikovanju nacionalnih prehranskih tablic.

### 1.1 DELOVNE HIPOTEZE

Pri svežih ribah pričakujemo med ribami velike razlike v maščobnokislinski sestavi. Indeksi, ki opredeljujejo prehransko kakovost maščob bodo po pričakovanjih ugodni, le razmerje n-6/n-3 maščobnih kislin bo verjetno nižje od optimalnih, saj pričakujemo velik delež n-3 MK in ne višji delež n-6 MK kakor v maščobah kopenskih živali. Pričakujemo, da bodo različni izdelki imeli različno maščobno kislinsko sestavo do take stopnje, da se bo sestava značilno razlikovala.

Pri konzerviranih ribah pričakujemo statistično neznačilne razlike pri primerjanju tune v lastnem soku, ter velike razlike pri tuni v različnih nalivih. Tako kakor pri svežih ribah pričakujemo ugodne indekse, ki opredeljujejo prehransko kakovost maščob.

## 2 PREGLED OBJAV

### 2.1 PORABA RIBJEGA MESA NEKOČ IN DANES

Ribe in druga morska hrana so že od nekdaj pomembna v prehrani ljudi živečih poleg morja. Nasprotno pa se uživanje te vrste hrane ni zelo razširilo po kontinentu, saj je morska hrana neobstoja in se brez učinkovitega hlajenja preprosto ni dala ponuditi končnemu potrošniku senzorično sprejemljiva in zdravstveno neoporečna. Šele razvoj hlajenega transporta in za tem še ohlajanja na ribiških ladjah je izboljšal kakovost in obstojnost rib (Vouk, 2001).

Preglednica 1: Ulov rib v svetu, Evropski uniji in Sloveniji (FAOSTAT, 2005)

|           | LETNI UL OV (ton) |             |             |             |             |
|-----------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|           | 1980              | 1998        | 1999        | 2000        | 2001        |
| SVET      | 72.417.418        | 118.110.682 | 127.082.153 | 130.782.342 | 129.942.647 |
| EU (15)   | 7.423.722         | 7.963.458   | 7.528.196   | 7.356.977   | 7.410.420   |
| SLOVENIJA | /                 | 3.137       | 3.233       | 3.037       | 3.089       |

V Evropski uniji v zadnjih letih precej upada ulov rib. Razlog je v prevelikem ulovu in porušeni naravnem ravnotežju med naravnim prirastkom in ribolovom ter v onesnaženosti voda.

V evropskih držav je bila poraba ribjega mesa leta 2002 med 59,3 in 7,6 kg na prebivalca. Portugalci so letno zaužili 59,3 kg rib in morske hrane, Norvežani 54,7 kg, Španci 47,5 kg, Švedi 33,7 kg, Finci 32,6 kg, Nemci so zaužili le 14,9 kg in na koncu seznama Slovenci s 7,6 kg letno zaužitih rib in morske hrane na prebivalca (FAOSTAT, 2005). Glede na dejstvo, da imajo ribe zelo velik pomen pri varovanju zdravja, je poraba ribjega mesa v Sloveniji veliko prenizka (Čepin in sod., 1996).

### 2.2 ZAUŽIVANJE IN PORABA MAŠČOB

V zadnjih nekaj letih je postalo jasno, da maščobe niso samo vir energije. Predvsem večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK) so pomemben regulator številnih bioloških procesov, vplivajo na počutje in zdravje oziroma preprečujejo nekatere bolezni (Field, 2003).

V Aziji ljudje v povprečju zaužijejo okoli 15 do 22 % celotne dnevne energije v obliki maščob, v razvitih državah Evrope in Severne Amerike pa med 30 in 45 %, kar pomeni 75-150 g maščob na dan. Nasičenih maščob najmanj zaužijejo v Afriki in Aziji, od 5 do 7 % celotne zaužite energije (Food ..., 1977; Field, 2003).

Prehrana z veliko celokupnimi maščobami (nad 30 %) poveča tveganje za nastanek pljučnega, črevesnega raka in raka na dojki ter prostati; hrana z veliko nasičenimi (živalskimi) maščobami pa pospešuje nastanek raka na pljučih, debelem črevesu, prsih, endometriju in prostati (Pokorn, 2000).

Preglednica 2: Proizvodnja maščob v svetu (Plestenjak in Golob, 2000: 40)

|                    | LETNI ULOV (milijoni ton) |      |      |
|--------------------|---------------------------|------|------|
|                    | 1970                      | 1980 | 1990 |
| RASTLINSKE MAŠČOBE | 26,1                      | 43,2 | 60,5 |
| ŽIVALSKÉ MAŠČOBE   | 12,6                      | 16,1 | 18,6 |
| RIBJE MAŠČOBE      | 1,3                       | 1,2  | 1,4  |

Iz preglednice 2 je razvidno, da je proizvodnja celokupnih maščob v dvajsetih letih občutno narasla, vendar predvsem na račun rastlinskih maščob. Količina ribjih maščob je le v rahlem porastu. Raziskave so pokazale, da zmanjšuje porabo rib predvsem cena, kosti v ribi, slabši ekonomski položaj, tudi velike družine z veliko otroci zaužijejo manj rib (Plestenjak in Golob, 2000).

Preglednica 3: Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije za količino zaužitja posamezne skupine maščob pri prehrani odraslih (FAO/WHO, 1994: 19)

| VRSTA MAŠČOBE         | (% od skupno zaužite energije) |                |
|-----------------------|--------------------------------|----------------|
|                       | MIN. VREDNOST                  | MAKS. VREDNOST |
| SKUPNE MAŠČOBE        | 15                             | 30             |
| NASIČENE MK           | 0                              | 10             |
| VEČKRAT NENASIČENE MK | 3                              | 7              |

Preglednica 3 nam prikazuje optimalne deleže energije, ki naj bi jih pridobili z zaužitjem posameznih maščob. Od celotne zaužite energije naj bi zaužili vsaj 15 % maščob. Imajo namreč visoko energijsko in prehransko vrednost, ki je ne moremo nadoknaditi z drugimi hranili. Poleg tega so tudi zelo koristne komponente celične stene.

Če zaužijemo preko 30 % maščob, pokažejo le te svojo temno plat in tako negativno vplivajo na zdravje zaradi previsokega vnosa energije.

Nasičene maščobne kisline zvišujejo nivo vsebnosti holesterola in jih je zato priporočljivo uživati manj kot 10 % od celotnega vnosa energije.

Zgornja meja za večkrat nenasičene maščobne kisline (7 % celote energije) je postavljena zaradi nastajanja prostih radikalov v človeškem telesu ob zaužitju maščobnih kislin, ki se hitro oksidirajo.

Preostali delež naj bi zajemal enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK), ki se ne oksidirajo tako hitro, znižujejo nivo skupnega in LDL holesterola, ter zvišujejo nivo HDL holesterola in imajo tako pozitiven prispevek na zdravje. V največjih količinah je izmed teh MK prisotna oleinska kislina (18:1, n-9) (FAO/WHO, 1994; Salobir, 1997).

## 2.3 SESTAVA RIBJEGA MESA

V človekovi prehrani ima ribje meso pomembno vlogo, ker je bogat vir biološko visoko vrednih in lahko prebavljivih beljakovin, nenasičenih maščobnih kislin, vitaminov in mineralov.

Preglednica 4: Okvirna sestava ribjega mesa (Ackman, 1994: 38)

|                 |          |
|-----------------|----------|
| VODA (%)        | 62 – 75  |
| BELJAKOVINE (%) | 14 – 24  |
| MAŠČOBE (%)     | 0,1 – 30 |
| MINERALI (%)    | 0,8 – 2  |

Iz preglednice 4 je razvidno, da vsebnost osnovnih komponent ribjega mesa zelo niha. Vzrok je v obilju ali pomanjkanju prehrane rib, odvisno pa je tudi od reprodukcijskega ciklusa. To pomeni, da gre za sezonske spremembe. Stradanje rib povzroči gobasto, elastično in vodeno teksturo mesa. Med drstenjem se zmanjša vsebnost maščob in beljakovin. V tem času je meso ženskih živali praviloma bolj mehko, oziroma bolj testaste in kosmičaste teksture (Exler in sod., 1975).



Slika 1: Tuna v lastnem soku

### 2.3.1 Beljakovine

Po beljakovinski sestavi je ribje meso zelo podobno mesu klavnih živali. Beljakovine so najpomembnejša in po količini najbolj konstantna hranilna sestavina ribjega mesa.

Sestava ribjih mišičnih beljakovin:

- 75 % miofibrilarne,
- 16 % sarkoplazemske,
- 3 do 10 % kolagena.

Razlika med beljakovinami ribjega mesa in klavnih živali je v ribjem kolagenu, ki ga je v ribah manj in je toplotno neobstojeen že pri temperaturi nad 35 °C (goveji in prašičji kolagen hidrolizira šele pri 60–70 °C). Beljakovine ribjega mesa tudi zelo hitro zorijo

(fermentirajo), kar poleg mehkoobe žal spremeni vonj in okus v nezaželeno smer. Vse to so razlogi, zakaj je ribje meso tako mehko in pri pretirani toplotni obdelavi prične razpadati (Žlender, 2000).

### **2.3.2 Vitamini in minerali**

Vsebnosti večine vitaminov B kompleksa so nižje kot v mesu klavnih živali, z izjemo vitamina B6. Kljub temu so ribe pomemben vir v vodi topnih vitaminov. Meso mastnih rib vsebuje več vitaminov B kompleksa kot meso belih rib. Prav tako je z vitamini A in D, čeprav na splošno vitaminov topnih v maščobah v ribjem mesu ni veliko. Količine mineralov so prav tako nizke, z uživanjem manjših koščic se poveča vrednost kalcija. Ribe, posebno tiste ki dosežejo višjo starost, lahko akumulirajo velike količine škodljivih snovi, kot so živo srebro in ostale toksične kovine. Zato uživanje preveč takih rib ni priporočljivo (Advice..., 2004).

Kljub majhni vsebnosti posameznih vitaminov in mineralov, navajajo avtorji, da imajo nekatere sestavine morske hrane varovalni učinek za zdravje. Take sestavine so: kalcij, fosfor, magnezij, selen, železo, baker, jod ter od vitaminov predvsem A, D in B. Morske živali tako koncentrirajo jod, zato je priporočljiva uporaba morske hrane pri malo slanih dietah (Pokorn, 2000).

### **2.3.3 Ogljikovi hidrati**

Prav tako kot v drugih vrstah mesa, tudi ribe vsebujejo majhen delež ogljikovih hidratov (okoli 1 %). Vendar le ti kljub temu predstavljajo pomembno vlogo v procesu anaerobne glikolize. Mišični glikogen se po smrti rib spreminja v mlečno kislino. Ker je glikogena v ribah manj kot v mišicah kopenskih živali, poteče postopek glikolize razmeroma hitro. Zato nastane tudi manj mlečne kisline in končni pH je višji (6,4 – 6,8). Nizka zakisanost ribjega mesa je razlog za njegovo slabo mikrobiološko stabilnost oz. hitro pokvarljivost (Žlender, 2000).

### **2.3.4 Maščobe**

Za razliko od drugih vrst mesa vsebuje meso rib maščobo, ki je s prehranskega stališča sprejemljiva zaradi ugodne maščobnokislinske sestave.

Delež maščob v ribah je odvisen od vrste ribe, prehrane, spola, sezone in geografskega področja (Polak, 2000). Nanjo poleg vrste in življenjskih okoliščin vpliva predvsem reprodukcijski cikel. Med drstenjem se vsebnost maščob v ribjem mesu lahko zmanjša na manj kot 1 %. Maščoba se pri ribah nalaga v mesu, jetrih in drobovju. Ribje maščobe imajo v svoji sestavi veliko število maščobnih kislin (več kot 50) med njimi je malo nasičenih in veliko število nenasičenih s 16 do 22 ogljikovimi atomi v molekuli in z 2 do 6 dvojnimi vezmi. Med nasičenimi je največ miristinske (14:0) in palmitinske (16:0), zelo malo pa je stearinske (18:0) maščobne kisline (Plestenjak in Golob 2000). Na splošno

velja, da vsebujejo maščobe rib in drugih morskih živali veliko večkrat nenasičenih dolgoveržnih n-3 maščobnih kislin. So manj obstojne kot rastlinska olja, in sicer prav zaradi velike količine nenasičenih maščobnih kislin. Jedno število tako znaša okoli 140 (Foegeding, 1997).

Kot je razvidno iz preglednice 4, je meso rib zelo variabilno v količini maščob. To je tudi merilo za razvrščanje rib in sicer:

- puste: do 5 % maščob,
- srednje mastne: 5 do 8 % maščob,
- mastne: nad 8 % maščob (Weihrauch in sod, 1977).

Ribje maščobe sestavljajo predvsem nevtralni triacilgliceroli, ki se v obliki oljnih kapljic nalagajo v mišičnini, jetrih in okrog prebavil ter polarni fosfolipidi v celičnih membranah mišičnega tkiva in mitohondrijih. S pomočjo maščob je absorpcija v maščobah topnih vitaminov boljša in hitrejša. Maščobe prispevajo k okusu in tudi energijsko zgostijo hrano (Field, 2003).

#### 2.3.4.1 Razgradnja maščob med skladiščenjem

Do občutnih sprememb videza, arome in teksture mesa rib pride med počasnim hlajenjem rib po ulovu in med transportom do primernih skladišč. Tudi predolgo shranjevanje pri previsoki temperaturi in v neprimerni embalaži povzroča poslabšanje kakovosti rib. Pri tem pride do oksidativnih, encimskih (lipolitičnih, proteolitičnih) in bakterioloških sprememb na močno občutljivih sestavinah ribjega mesa (maščobah, beljakovinah).

Med pomembnejšimi mehanizmi razgradnje maščob je prav gotovo oksidacija. V osnovi ločimo dva procesa:

- avtooksidacijo, to je proces nastanka prostih radikalov,
- encimsko oksidacijo, to je delovanje lipoksigenaz.

Oksidativne spremembe so pri ribah pogoste, saj predstavljajo oksidacijo nenasičenih maščobnih kislin, ki jih je v ribah sorazmerno veliko. Te maščobne kisline so predvsem linolna,  $\alpha$ -linolenska in oleinska. Reakcija poteče tako pri sobni temperaturi kot tudi pri toplotni obdelavi (Salobir, 1997).

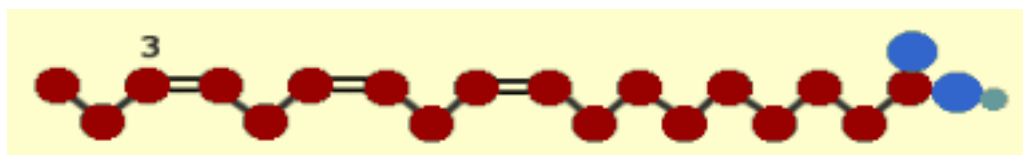
## 2.4 MAŠČOBNE KISLINE

Naravne maščobe gradijo maščobne kisline z večinoma nerazvejano verigo in sodim številom ogljikovih atomov (4-24 C-atomov). V živilih so najpogostejše maščobne kisline s 16, 18, 20 in 22 ogljikovimi atomi. Alkilna veriga kisline je lahko popolnoma nasičena, vsebuje samo enojne vezi, ali pa je nenasičena in vsebuje eno ali več dvojnih vezi. V večini nenasičenih kislin je dvojna vez med devetim in desetim ogljikovim atomom. Če pa vsebuje molekula maščobne kisline več dvojnih vez, potem se te nahajajo med končno metilno skupino in devetim ogljikovim atomom (Klofutar, 1992). Stopnjo nenasičenosti

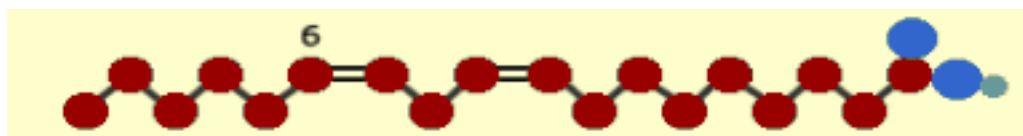
maščobne kisline in s tem tudi maščobe določa število dvojnih vezi v molekuli. Nasičene maščobe imajo tališče pri višji temperaturi kot nenasičene maščobe z enakim številom ogljikovih atomov v molekuli (Plestenjak in Golob, 2000).

#### 2.4.1 Označevanje maščobnih kislin

Maščobne kisline označujemo na tri načine: s trivialnimi imeni, s kemijskimi imeni ali s simboli. Po IUPAC-ovi nomenklaturi poimenujemo maščobne kisline na podlagi števila ogljikovih atomov v verigi ter položaja in števila nenasičenih vezi glede na karboksilno skupino. V praksi pa se zaradi dolgih imen večinoma uporablja trivialno poimenovanje, ki je izšlo iz poimenovanja kislin glede na vir, iz katerega pretežno izhajajo, nimajo pa nič skupnega s strukturo maščobne kisline. V prehrani, medicini in biologiji pa uporabljamo sistem n oz.  $\omega$ , pri čemer pomeni n oznako položaja dvojne vezi glede na metilno skupino. Npr. simbol za arahidonsko kislino je 20:4, n-6, kar pomeni, da ima kislina 20 ogljikovih atomov v molekuli, štiri dvojne vezi; prva je na šestem ogljikovem atomu in tako računamo od končne metilne skupine (Plestenjak in Golob, 2000; Lobb in Chow, 1992).



$\alpha$ -linolenska kislina (n-3)



linolna kislina (n-6)

Slika 2: Prikaz molekul n-3 ( $\alpha$ -linolenske) in n-6 (linolne) maščobnih kislin (Tolonen, 1994)

Naravne nenasičene maščobne kisline imajo običajno cis konfiguracijo. Izjema je maščoba prežvekovalcev, ki vsebuje okrog 1 % trans maščobnih kislin in do 3 % maščobnih kislin z razvejano verigo (Plestenjak in Golob, 2000).

Preglednica 5: Kemijska in trivialna imena ter položaj dvojne vezi šteto od metilne skupine (n-položaj) in cis oziroma trans oblika za posamezno maščobno kislino (Field, 2003: 2318)

| ŠT. C<br>ATOMOV | n-POLOŽAJ | CIS/TRANS         | KEMIJSKO IME                       | TRIVIALNO IME       |
|-----------------|-----------|-------------------|------------------------------------|---------------------|
| C12:0           |           |                   | dodekanojska                       | lavrinska           |
| C14:0           |           |                   | tetradekanojska                    | miristinska         |
| C14:1           | n-5       | t 9               | tetradekaenojska                   |                     |
| C14:1           | n-5       | c 9               | tetradekaenojska                   | miristooleinska     |
| C15:0           |           |                   | pentadekanojska                    |                     |
| C15:1           | n-5       | c 10              | pentadekaenojska                   |                     |
| C16:0           |           |                   | heksadekanojska                    | palmitinska         |
| C16:1           | n-7       | t 9               | heksadekaenojska                   | palmitoelaidinska   |
| C16:1           | n-7       | c 9               | heksadekaenojska                   | palmitooleinska     |
| C17:0           |           |                   | heptanojska                        | margarinska         |
| C17:1           | n-7       | t 10              | heptaenojska                       |                     |
| C17:1           | n-7       | c 10              | heptaenojska                       |                     |
| C18:0           |           |                   | oktadekanojska                     | stearinska          |
| C18:1           | n-9       | t 9               | oktadekaenojska                    | elaidinska          |
| C18:1           | n-11      | c 7               | oktadekaenojska                    |                     |
| C18:1           | n-9       | c 9               | oktadekaenojska                    | oleinska            |
| C18:1           | n-7       | c 11              | oktadekaenojska                    |                     |
| C18:2           | n-6       | t 9,12            | oktadekadienojska                  |                     |
| C18:2           | n-6       | t 9, c 12         | oktadekadienojska                  |                     |
| C18:2           | n-6       | c 9,12            | oktadekadienojska                  | linolna             |
| C18:3           | n-6       | c 6,9,12          | oktadekatrienojska                 | γ-linolenska        |
| C18:3           | n-3       | c 9,12,15         | oktadekatrienojska                 | α-linolenska        |
| C20:0           |           |                   | eikozanojska                       |                     |
| C20:1           | n-11      | t 9               | 9-eikozaenojska                    |                     |
| C20:1           | n-11      | c 9               | 9-eikozaenojska                    |                     |
| C18:2           | n-7k      | c 9, t 11         | oktadekadienojska                  |                     |
| C18:2           | n-6k      | t 10, c 12        | oktadekadienojska                  |                     |
| C18:4           | n-3       | c 6,9,12,15       | oktadekatetraenojska               | stearidonska        |
| C20:2           | n-9       | c 11              | 11-eikozadienojska                 |                     |
| C20:3           | n-9       | c 11              | 11-eikozatrienojska                |                     |
| C20:3           | n-6       | c 14              | 14-eikozatrienojska                | dihomo γ-linolenska |
| C20:4           | n-6       | c 5,8,11,14       | eikozatetraenojska                 | arahidonska         |
| C20:5           | n-3 EPA   | c 5,8,11,14,17    | eikozapentaenojska                 | EPA (EPK)           |
| C22:0           |           |                   | dokozanojska                       | behenska            |
| C22:1           | n-11      | c 11              | 11-dokozaenojska                   |                     |
| C24:1           | n-9       | c 15              | 15-tetrakozanojska                 | nevronska           |
| C22:3           | n-6       | c 10,13,16        | 10,13,16-dokozatrienojska          |                     |
| C22:4           | n-6       | c 7,10,13,16      | 7,10,13,16-dokozatetraendiojska    |                     |
| C22:4           | n-3       | c 10,13,16,19     | 10,13,16,19-dokozatetraendiojska   |                     |
| C22:5           | n-3 DPA   | c 7,10,13,16,19   | 7,10,13,16,19-dokozapentaendiojska | DPA (DPK)           |
| C23:0           |           |                   | trikozanojska                      |                     |
| C22:6           | n-3 DHA   | c 4,7,10,13,16,19 | 4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenojska | DHA (DHK)           |

c...cis, t...trans, k...konjugirana

## 2.4.2 Pomen nekaterih maščobnih kislin v telesu

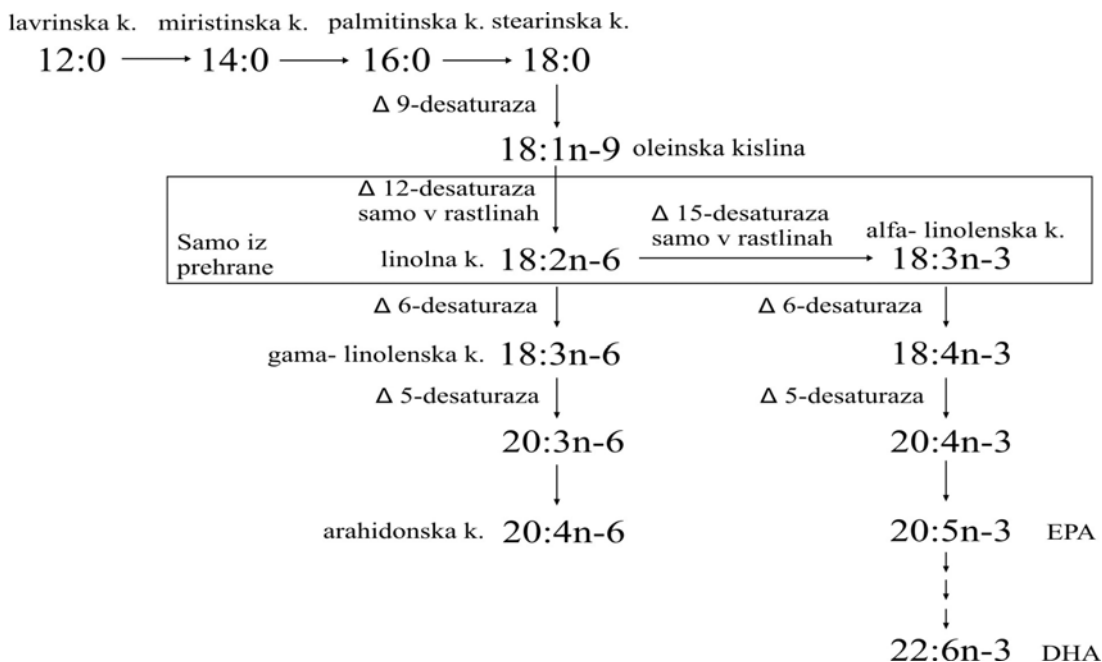
Preglednica 6: Količinsko in fiziološko pomembne maščobne kisline, njihov fiziološki učinek in vloga (Salobir, 2000: 126)

| VSAKDANJE IME                  | KRATKA OZNAKA | UČINEK, VLOGA                                                                            |
|--------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| NMK                            |               |                                                                                          |
| - lavrinska                    | 12:0          | zvišuje raven holesterola v krvi                                                         |
| - miristinska                  | 14:0          | najbolj aterogena                                                                        |
| - palmitinska                  | 16:0          | aterogena                                                                                |
| - stearinska                   | 18:0          | trombogena – pospešuje strjevanje krvi                                                   |
| ENMK                           |               |                                                                                          |
| - palmitooleinska              | 16:1, n-7     | znižuje raven holesterola, ni podvržena peroksidaciji                                    |
| - oleinska (oljna)             | 18:1, n-9     | znižuje raven holesterola, ni podvržena peroksidaciji                                    |
| VNMK                           |               |                                                                                          |
| - linolna                      | 18:2, n-6     | esencialna MK, predstopnja arahidonske, varuje organizem pred povečanjem LDL holesterola |
| - $\alpha$ -linolenska         | 18:3, n-3     | esencialna MK, predstopnja EPA, DHA                                                      |
| - $\gamma$ -linolenska         | 18:3, n-6     | funkcionalna pri multipli sklerozi                                                       |
| - dihomog $\gamma$ -linolenska | 20:3, n-6     | predstopnja tkivnih hormonov n-6 vrste                                                   |
| - arahidonska                  | 20:4, n-6     | predstopnja tkivnih hormonov n-6 vrste                                                   |
| - EPA                          | 20:5, n-3     | predstopnja tkivnih hormonov n-3 vrste                                                   |
| - DHA                          | 22:6, n-3     | gradnik možganov, živčevja, očesne mrežnice                                              |

V prehrambeni preventivi debelosti, bolezni srca in ožilja, raka in tudi drugih bolezenskih stanj ima zlasti pomen zmanjšanje nasičenih maščobnih kislin in povečanje n-3 maščobnih kislin v dnevni prehrani. Trans maščobne kisline močno povečajo razmerje LDL/HDL in so zato močan dejavnik tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja (Katan in sod., 1995).

## 2.4.3 Esencialne maščobne kisline

Esencialne maščobne kisline so tiste, ki jih telo samo ne more sintetizirati in jih moramo zato vnesti s hrano. Človeško telo lahko iz nemaščobnih substratov sintetizira dvojno vez na mestu n-9 in n-7, ne pa tudi na mestu  $\Delta$ -12 in  $\Delta$ -15. To pomeni, da so n-3 in n-6 maščobne kisline esencialne. Vendar pa je telo sposobno sintetizirati n-3 in n-6 maščobne kisline pri daljših verigah (več kot C18) in sicer iz linolne (18:2, n-6) in  $\alpha$ -linolenske (18:3, n-3) kisline (Field, 2003).



Slika 3: Podaljševanje verige glavnih maščobnih kislin iz prehrane ali sinteza v telesu (Field, 2003: 2319)

Linolna (18:2, n-6) in α-linolenska kislina (18:3, n-3) sta prekursorja za nastanek ostalih VNMK. Tako se linolna kislina v telesu lahko pretvori v γ-linolensko (18:3, n-6), eikozatrienojsko (20:3, n-6) in arahidonsko kislino (20:4, n-6). Iz α-linolenske kisline lahko nastane stearidonska (18:4, n-3), eikotapentanojska (EPA 20:5, n-3) in dokozaheksanojska kislina (DHA 22:6, n-3) (Nelson in Cox, 2005) (slika 3).

Palmitinska (16:0) in stearinska kislina (18:0) sta prekursorja za dve najbolj pogosti ENMK v živalskih tkivih; to sta palmitooleinska (16:1, n-7) in oleinska kislina (18:1, n-9) (Nelson, 1992).

Obe esencialni maščobni kislini oziroma vse večkrat nenasičene maščobne kisline so potrebne za izgradnjo in normalno delovanje celičnih membran. Fosfolipidi, ki v glavnem sestavljajo celično membrano, so sestavljeni predvsem iz nenasičenih maščobnih kislin z dolgo verigo C atomov (18-26 C-atomov). Sestava membrane pa je pogojena z vnosom posameznih maščobnih kislin v telo s hrano (Field, 2003).

Linolna in α-linolenska kislina imata funkcijo pri nastajanju tako imenovanih »lokalnih hormonov«, ki uravnavajo nekatere fiziološke procese, kot so prepustnost membran, zlepljanje trombocitov, krčljivost gladkih mišičnih vlaken, krvni tlak, procese pri vnetjih, krčenje in širjenje žil, živčna prevodnost (Field, 2003).

Pomemben faktor pri nastajanju tkivnih hormonov je uravnoteženost, to je razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami (Simopoulos, 2000; Connor, 2000). Tako naj bi bilo ugodno razmerje med n-6 in n-3 MK 5 : 1 do 10 : 1 (FAO/WHO, 1994).

#### 2.4.4 Priporočeni dnevni vnosi maščobnih kislin

Glede potrebne količine esencialnih in drugih maščobnih kislin v dnevni prehrani ni enotnih meril. V prehranskih priporočilih RDA (1998) se še niso opredelili do potreb po esencialnih maščobnih kislinah. Menijo, da bo to mogoče šele takrat, ko bo problem boljše raziskan. Različni avtorji navajajo različne količine. Za orientacijo navajam podatke po Simopoulou, 2000.

Preglednica 7: Priporočila za uživanje esencialnih maščobnih kislin pri odraslih (Simopoulos, 2000: 964)

| MAŠČOBNA KISLINA      | g/DAN<br>(PRI 2000 KCAL/DAN) | % ENERGIJE |
|-----------------------|------------------------------|------------|
| LINOLNA               | 4,44                         | 2,0        |
| LINOLNA – GORNJA MEJA | 6,67                         | 3,0        |
| $\alpha$ -LINOLENSKA  | 2,22                         | 1,0        |
| DHA + EPA             | 0,65                         | 0,3        |
| DHA NAJMANJ           | 0,22                         | 0,1        |
| EPA NAJMANJ           | 0,22                         | 0,1        |

Tudi drugi avtorji (Chapkin, 1992; Connor in Albert, 1998) navajajo podobne vrednosti. Le za  $\alpha$ -linolensko kislino Chapkin (1992) navaja nekoliko nižjo vrednost, in sicer med 0,2 in 0,5 % dnevno zaužite energije.

Epidemiološke in klinične raziskave priporočajo dnevni vnos od 200 do 650 mg dolgoveržnih n-3 MK in 18 g VNMK (6 do 7 % dnevnega vnosa energije) (Connor, 2000).

Premajhen vnos esencialnih maščobnih kislin s hrano lahko privede do različnih bolezenskih stanj, ki se kažejo kot poslabšano delovanje imunskega sistema, povečana dovzetnost za razne infekcije, slaba rast otrok, izguba las, diareja in slabše celjenje ran (Field, 2003).

V zadnjih 60 letih se je v Angliji povečala poraba VNMK za 25 %, kljub zmanjšanju zaužite celokupne maščobe v glavnem na račun margarine in rastlinskih olj (Field, 2003).

Zadostno količino esencialnih MK naj bi zagotovili z uživanjem vsaj dveh obrokov rib na teden (en obrok je 140 g sveže ribe), pri tem naj bo en obrok iz mastnih rib (Advice..., 2004).

#### 2.4.5 Najpomembnejše n-3 maščobne kisline in njihov prehranski pomen

V smislu funkcionalnega živila je gotovo fiziološko najpomembnejša sestavina maščob skupina večkrat nenasičenih n-3 maščobnih kislin. Tri najpomembnejše n-3 maščobne kisline so  $\alpha$ -linolenska kislina (ALA 18:3, n-3), eikosapentanojska kislina (EPA 20:5, n-3) in dokosaheksanojska kislina (DHA 22:6, n-3) (Salobir, 2000).

V zadnjih dvajsetih letih so bile opravljene številne raziskave glede n-3 maščobnih kislin. Ugotovili so, da imajo te MK zelo ugoden vpliv na splošno počutje, zdravje in zdravljenje številnih bolezni.

Pomen n-3 MK za preprečevanje nastanka srčno žilnih obolenj je bil sprva opažen, ko je Dyerberg (1979) objavil zanimivo študijo o Eskimih. To ljudstvo skoraj ne pozna srčno žilnih bolezni, kljub temu, da zaužijejo presenetljivo veliko maščob, in sicer v glavnem z morskoro hrano; tjułnji, kiti in ostale ribe. Temu bi lahko rekli kar »paradoks pri Eskimih«. Eskimi namreč zaužijejo velike količine dolgoverižnih večkrat nenasičenih maščobnih kislin (5, 6 dvojnih vezi) z velikim številom C atomov (20, 22). To so eikozapentanojska kislina (EPA 20:5, n-3) in dokozaheksanojska kislina (DHA 22:6, n-3). Ti maščobni kislini sta prisotni v velikih deležih v ribah, lupinarjih – školjkah, rakcih, in v morskih sesalcih. Nasprotno pa sta v kopenskih živalih in rastlinah prisotni le v sledovih ali pa jih sploh ni. Sintetizirani sta v rastlinah v vodi in sta osnovi za prehransko verigo v morju (Dyerberg, 1979).

Znanstveniki so nato v številnih primerih ugotovili obratno sorazmerje med količino zaužitih n-3 maščobnih kislin s hrano in njihovo prisotnostjo v krvi in tkivih ter pojavom koronarnih srčnih bolezni.

Obširna Chicago Western Electric Study (Daviglus in sod., 1997) je dokazala, da uživanje nad 35 g rib dnevno zmanjšuje tveganje za smrt pri bolnikih po preživelem srčnem infarktu. 11 letni študija na 20.000 moških je pokazala, da uživanje enega obroka rib na teden občutno zmanjša smrtnost zaradi vseh srčno žilnih bolezni (Albert in sod., 1998). Takšen pozitiven učinek imajo n-3 maščobne kisline zaradi sposobnosti zmanjševanja koagulacije trombocitov, znižujejo raven plazemskih lipidov, posebno VLDL in trigliceridov, zadržujejo rast aterosklerotičnih oblog in s tem povezanim zmanjšanim tveganjem za nastanek krvnih strdkov. Ugotovili so tudi izboljšanje srčnega utripa pri aritmijah, pretoka krvi in kemijskih reakcij v srčnih žilah, vse to pa vpliva na cirkulacijo krvi v srcu (Connor, 2000).

Zaradi pozitivnega učinka uživanja morske hrane na preprečitev srčnožilnih bolezni, priporočajo strokovne institucije in organizacije poleg sadja in zelenjave, polnozrnatih žitih in stročnicah tudi uživanje morske hrane. Morska hrana je pomembno živilo pri oblikovanju zdravih prehranskih navad. Poleg svežih so priporočljive tudi tehnološko obdelane, npr. konzerve tune, lososa in tudi sardin, saj predstavljajo lahek dostop in razširjen vir beljakovin in n-3 maščobnih kislin.

Ena najzanimivejših in najpogosteje citiranih študij v zvezi s pogostostjo srčne bolezni je Lionska. Na pacientih, ki so že enkrat preživeli srčni infarkt, so preizkusili bogat mediteranski tip diete, ki se je od navadne diete za preprečevanje koronarne bolezni razlikovala v tem, da je vsebovala živila bogata z n-3 maščobnimi kislinami (predvsem  $\alpha$  - linolensko). Tako je dieta vsebovala manj energije, manj skupnih maščob in nasičenih maščobnih kislin ter več n-3 maščobnih kislin. Kljub razmeroma majhni razliki med dietama, in kljub temu, da je dieta preizkusne skupine vsebovala meso, je učinek presenetljiv in se kaže predvsem v spremembi vsebnosti maščobnih kislin v plazemskih lipidih ter v pogostosti srčnih infarktov s smrtnim izidom in takih, ki so jih pacienti preživeli. V štirih letih raziskav se je pokazal tudi statistično značilen vpliv na pogostost raka, kot to kaže preglednica 8 (de Lorgeril in sod., 1998).

Preglednica 8: Vpliv diete s povečanim deležem n-3 maščobnih kislin in oleinske kisline na umrljivost v petletnem obdobju po prvem srčnem infarktu (de Lorgeril in sod., 1994: 1456)

| PARAMETER                                                 | KONTROLNA<br>SKUPINA | SKUPINA Z<br>VEČ n-3 MK | P VRED. |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------|---------|
| ŠTEVILO PACIENTOV                                         | 303                  | 302                     | 0,05    |
| PRIMERI RAKA                                              | 17                   | 7                       | 0,03    |
| SKUPNO UMRLO                                              | 24                   | 14                      | 0,01    |
| UMRLI OD SRČNEGA INFARKTA                                 | 19                   | 6                       | 0,01    |
| SKUPNO UMRLO + NEFATALNI RAK                              | 35                   | 18                      | 0,01    |
| SKUPNO UMRLO + NEFATALNI RAK +<br>NEFATALNI SRČNI INFARKT | 60                   | 26                      | 0,001   |

Povezava med uživanjem morske hrane in rakom prostate je bila dokazana v študiji na Švedskem, kjer je tradicionalna visoka poraba mastnih rib iz hladnih morij, kot so lososi, skuše, sledi. Po tridesetih letih spremljanja so podatki pokazali, da je prehrana, ki je vključevala višji delež hrane iz morja, občutno zmanjšala pogostnost nastanka raka na prostati. Pri moških, ki niso jedli morske hrane, je bila pojavnost te vrste raka od dva do trikrat večja kot pri moških, ki so uživali morsko hrano v zmernih ali večjih količinah (Terry in sod., 2001).

n-3 maščobne kisline so pomembne strukturne komponente fosfolipidne membrane v celotnem telesu. V možganih, očesni mrežnici in spermijih je vsebnost teh maščobnih kislin še posebno visoka. DHA (22:6, n-3) je tako potrebna pri razvoju in delovanju možganov ter ima pomembno vlogo pri komunikaciji med možganskimi celicami. Ta maščobna kislina pomaga pri gradnji možganskega tkiva pri dojenčkih in vpliva na razvoj živčnega sistema. DHA je lahko prisotna v teh predelih tudi do 36,4 % od vsebnosti vseh maščobnih kislin. Vemo, da si membrano celice lahko predstavljamo kot tekoči mozaik, katerega togost je odvisna predvsem od razmerja nasičenih in nenasičenih maščobnih kislin. Tekočnost celične membrane je za nekatera tkiva posebno pomembna. Na primer v očesni mrežnici lahko pomanjkanje n-3 maščobnih kislin zmanjša sposobnost oči in tako sčasoma slabše vidimo (Neuringer in sod., 1986). Ugotovili so, da frekvenca uživanja morske hrane vpliva na razvoj bolezni v poznem stadiju. Pri ljudeh, ki so uživali morsko hrano 1-3 krat mesečno, se je za polovico zmanjšalo tveganje za napredovanje bolezni kot pri ljudeh, ki so jedli morsko hrano manj kot enkrat mesečno. Največji učinek je bil opažen pri ljudeh, ki so uživali morsko hrano enkrat na teden. Ni pa še dokazov, da bi morska hrana vplivala na razvoj bolezni v začetni fazi (Smith in sod., 2000).

Pozitivni učinki uživanja hrane, bogate z n-3 maščobnimi kislinami, so bili opaženi tudi pri bolnikih s Chronovo boleznijo, kjer so se zmanjšale gastrointestinalne težave.

n-3 MK imajo posebno vlogo med nosečnostjo in v mladosti. Vendar ni znano, če v telesu lahko potekajo pretvorbe iz recimo  $\alpha$ -linolenske kisline (18:3, n-3) v večkrat nenasičeno DHA. V času nosečnosti DHA vedno prehaja do zarodka. Tudi v mleku matere je vedno prisotna ta maščobna kislina z ostalimi n-3 (Ruyle in sod., 1990).

n-3 maščobne kisline, predvsem dokosaheksanojsko kislino (DHA 22:6, n-3), ki je zaradi svojih lastnosti in učinkov na razvoj in nastanek vrste bolezni vzbudila zanimanje živilske industrije, uporabljajo kot dodatek tudi k drugim živilom, to so obogatena živila. Olje,

bogato z DHA ali mikroalge, bogate z DHA, uporabljajo v prehrani živil, npr. perutnine in svinjine. Lahko pa n-3 MK vnašajo direktno v izdelke, npr. mlekarska industrija jih je vključila v mleko, jogurt, sir, sladoled, vključujejo jih tudi v druge živilske izdelke, npr. v testenine, kekse, kruh, pijače, omake (Connor, 2000).

#### **2.4.6 Trans maščobne kisline**

V naravnih maščobah so trans izomere prisotne v majhnih količinah. V večjih količinah nastajajo pri hidrogenaciji. Trans izomere imajo status škodljivih MK, saj povzročajo številne nezaželene procese. So dejavnik tveganja za nastanek bolezni srca in ožilja, saj povečujejo količino lipoproteinov z nizko gostoto (LDL) in zmanjšujejo lipoproteine z visoko gostoto oziroma dobre lipoproteine (HDL). Zraven tega trans izomere zavirajo delovanje  $\Delta 6$ -desaturaze, ki ima funkcijo podaljševanja in krajšanja verige esencialnih MK, zmanjšujejo rojstvo maso, zvišujejo telesno težo, zmanjšujejo vključevanje drugih MK v celično membrano (Nelson in Cox, 2005).

#### **2.4.7 Konjugirane maščobne kisline**

Konjugirane maščobne kisline so tiste, ki imajo tako cis kot tudi trans izomero. Iz prehranskega stališča so pomembne predvsem zaradi antiaterogenega in antikancerogenega delovanja. Največ zanimanja strokovnjakov je vzbudilo dejstvo, da so uspeli dokazati pozitiven vpliv uživanja konjugirane linolne kisline predvsem na uravnavanje oziroma izgubo odvečne telesne maščobe. Pri tem še posebej preseneča dejstvo, da so strokovnjaki uspeli dokazati pozitiven učinek celo pri posameznikih, ki niso spreminjali načina svojega življenja, torej niso spreminjali niti svojih prehranskih navad, niti niso v svoj vsakdan vključili dodatnega gibanja ali različnih športnih aktivnosti. Zaradi teh lastnosti jih prištevamo k funkcionalnim živilom (Salobir, 2000).

Konjugirane MK nastajajo pri procesih oksidacije in dehidracije. V majhnih količinah se nahajajo v živalskih maščobah in semenskih oljih. V največjih količinah je prisotna konjugirana linolna kislina (18:2, n-6k); najpogosteje v izomeri cis-9, trans 11 in izomeri trans 10, cis 12 (Lobb in Chow, 1992).

#### **2.4.8 Razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami**

Razmerje med tema dvema tipoma maščobnih kislin naj bi bilo med 5 : 1 in 10 : 1, v prid n-6 MK. Pred letom 1800 je bilo to razmerje celo okoli 1 : 1. Po tem letu pa se je bistveno povečevala tako količina zaužitih celokupnih maščob kot tudi n-6 maščobnih kislin. Razmerje se je med drugim poslabšalo zaradi povečane porabe rastlinskih olj, ki so zelo bogata z n-6 maščobnimi kislinami, predvsem linolno kislino (18:2, n-6) in obenem z manjšo porabo živil bogatih z n-3 maščobnimi kislinami (ribe, ribja olja, sojino in ogrščično olje) (Connor, 1994; Salobir, 2000). Tako je v razvitih državah prišlo razmerje že na 14 : 1 do 20 : 1. Dobro razmerje imata olivno in ekstra sončnično olje, slednje vsebuje veliko oleinske in malo večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Field, 2003).

## **2.4.9 Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (indeks P/S) in indeks aterogenosti (IA)**

Razmerje P/S pomeni razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami. Pomembno je za prehransko oceno posameznega živila. Živila, ki imajo P/S razmerje nižje od 0,5, so manj primerna, saj povečujejo tveganje za kardiovaskularna in druga obolenja. Vendar pa je podatek nekoliko neuporaben, ker ne upošteva razlik med posameznimi skupinami znotraj nenasičenih oziroma nasičenih maščobnih kislin. Prav zaradi tega razloga so vpeljali drugi ključ za oceno maščob v določenem živilu, to je indeks aterogenosti (IA). Le-ta upošteva specifični vpliv posamezne maščobne kisline. V izračunu zajema naslednje okvirje:

- lavrinska (12:0), miristinska (14:0), pentadekanojska (15:0), palmitinska (16:0), heptanojska (17:0) in trans maščobne kisline povečujejo koncentracijo holesterola;
- vpliv miristinske (14:0) kisline je najmočnejši in se zato upošteva s faktorjem 4;
- večkrat nenasičene in enkrat nenasičene maščobne kisline znižujejo raven holesterola.

Tako dobimo naslednjo formulo:

$$IA = \frac{C12:0 + C13:0 + 4 * 14:0 + C15:0 + C16:0 + C17:0 + trans\ MK}{VNMK + ENMK} \quad \dots(1)$$

S prehranskega stališča so ugodne maščobe, ki imajo vrednost IA manjšo od 0,5 (Salobir, 2000).

### **2.4.10 Posebnost maščobnih kislin ribjih maščob**

Maščobnokislinska sestava rib se očitno razlikuje od MK sestave mesa toplokrvnih živali. Razlika je najbolj opazna pri seštevku NMK, ENMK in VNMK.

V ribjih maščobah se MK z manj kot 12 C atomi pojavljajo zelo redko in še takrat v zelo majhnih deležih.

Od NMK ribe vsebujejo največ palmitinske kisline (16:0), miristinske (14:0) in stearinske kisline (18:0) (Ackman, 1992).

Največji delež ENMK v ribjih maščobah predstavljata oleinska (18:1, n-9) in palmitooleinska kislina (16:1, n-7). (Lobb in Chow, 1992).

Od VNMK sta v zelo velikem deležu (20–30 %) zastopani EPA (20:5, n-3) in DHA (22:6, n-3) (Field, 2003).

Ribje meso ima zelo ugodno razmerje P/S (okoli 1) in je bistveno višje kot pri mesu klavnih živali. Goveje meso ima P/S razmerje okoli 0,20 in prašičje meso okoli 0,6 (Salobir, 1997).

Pri gojenju rib v akvakulturi so zasledili manjše vrednosti n-3 MK kot pri ribah, ki rastejo naravno v morju. Siomopolous (2002) navaja podatke za lososa. Gojeni losos vsebuje 16 % n-3 MK, divji pa 20 % MK, gojeni 3 % n-6 MK in divji 2 % n-6 MK.

#### **2.4.11 Prehranske tablice o sestavi mesa**

Namen diplomskega dela je tudi uporaba podatkov za izdelavo prehranskih tablic, zato nekaj besed o splošnih značilnostih.

Ob sestavljanju jedilnikov ali ob pojavu različnih bolezni je ključnega pomena poznavanje kemijske sestave živil. Ob poznavanju potreb organizma in obenem vpliva posameznih komponent ali skupine živil na zdravje, lahko le tako določimo primerno in obenem čimbolj optimalno dieto za neko skupino ljudi ali tudi za posameznika.

Pomembnosti zdravja se dandanes zaveda praktično vsak. Vendar samo to ni dovolj. Treba je iti še korak naprej in narediti čim več kar je v naši moči, da bomo živeli zares zdravo. Tega se vsekakor premalo zavedamo. Zelo veliko lahko namreč naredimo tudi sami. Seveda moramo imeti zadostno znanje in to znanje nato uporabiti. Prehranske tablice so ena izmed poti, da to dosežemo. Naj navedem primer. Praktično vsi smo v današnjem času seznanjeni s koristnostjo n-3 maščobnih kislin. Korak naprej je, da ugotovimo, katere maščobne kisline spadajo v to skupino. Tisti odločujoč faktor, ki lahko vpliva na naše zdravje, pa je seznanitev z živali, ki vsebujejo sorazmerno veliko količino omenjenih maščobnih kislin. Prav to lahko najdemo v prehranskih tablicah.

Poznavanje kemijske sestave hrane je lahko osnova za raziskave na področju hrane in prehrane ter za ukrepanje ob pomanjkanju posameznih hranil ali ob pojavu različnih bolezni.

Uporaba prehranskih tablic je zelo razširjena pri načrtovanju jedilnikov za večje skupine ljudi, na primer v šolah, bolnišnicah, javnih menzah. Vzemimo za primer bolnišnico, kjer je odločanje o sestavi obrokov zelo zahtevna in obenem ključna za nadaljnji potek bolezni. Tam prehrambeni strokovnjak najprej določi potrebe po hranilih za vsako ciljno skupino. Skupine so določene glede na podobnost potreb s posameznimi hranili in obenem z izključitvijo hranil, ki jih bolniki ne smejo zaužiti. Nato s pomočjo prehranskih tablic sestavi primeren obrok po sestavi in količini posameznega hranila.

Večina držav ima svoje nacionalne tablice, v katerih so zbrani rezultati le namensko opravljenih analiz, v nekaterih državah pa so tablice kombinacija lastnih podatkov in podatkov iz drugih laboratorijev in različnih virov iz literature. Nacionalne prehranske tablice so za neko državo toliko bolj zanesljive, čim manjši je delež privzetih ali izračunanih podatkov. V Sloveniji žal še nimamo združenih prehranskih tablic z analizami, opravljenimi na živilih, ki so pri nas dostopna. Vendar pa ogromno podatkov obstaja, saj se vedno znova opravljajo številne analize, ki pa zaenkrat še niso v skupni bazi.

Realizacija projekta slovenskih prehranskih tablic se je pričela novembra 2001, ko je bil v okviru CRP Konkurenčnost Slovenije 2002 – 2006 odobren projekt Prehranske tablice in baza podatkov o sestavi hrane in pijač.

Pomen lastnih prehranskih tablic je predvsem v točnosti podatkov, saj lahko podatki iz tujih virov precej odstopajo od dejanskega stanja. Vzroki za slednje so genski in klimatski dejavniki, sestava tal, način kultivacije rastlin in prehrane živali, celotni postopek rokovanja, predelave in skladiščenja materiala in nenazadnje tudi metoda za določanje posamezne sestavine (Plestenjak, 2001; Jamnik in sod., 2003).

#### 2.4.12 Podatki za maščobnokislinsko sestavo različnih olj iz literature

Preglednica 10: Podatki za maščobnokislinsko sestavo olj (delež od vseh MK) (Caponino in sod., 2002)

| MK            | RIBJE OLJE | OLJČNO OLJE | SONČNIČNO OLJE |
|---------------|------------|-------------|----------------|
| C12:0         | 0          | 0           |                |
| C14:0         | 6          | 0           | 0,05           |
| C16:0         | 13         | 13,7        | 6,81           |
| C16:1 n-7c    | /          | /           | 0,1            |
| C17:0         | /          | /           | 0,05           |
| C17:1 n-7c    | /          | /           | 0,03           |
| C18:0         | 3          | 2,5         | 4,45           |
| C18:1 n-9c    | 28         | 71,7        | 27,12          |
| C18:2 n-6cc   | 2          | 10          | 59,39          |
| C18:3 n-3c    | sledovi    | 0,6         | 0,19           |
| C18:4 n-3     | /          | /           | 0,03           |
| C20:0         | /          | /           | 0,28           |
| C20:1 n-11c   | /          | /           | 0,2            |
| C20:4 n-6c    | 4          | 0           | sledovi        |
| C20:5 n-3 EPA | 18         | 0           | 0,68           |
| C22:0         | /          | /           | 0,05           |
| C22:1 n-11c   | /          | 0           |                |
| C22:5 n-3c    | /          | /           | sledovi        |
| C22:6 n-3 DHA | 12         | 0           | 0,03           |
| C24:0         | /          | /           | 0,21           |

c...cis, /...ni podatka

#### 2.4.13 Literaturni podatki za maščobnokislinsko sestavo posameznih rib

Kot je razvidno iz preglednice 9, so v literaturi podatki za samo okoli 20 MK. Na primeru lososa, kjer smo pridobili podatke iz dveh virov, vidimo, da se pojavljajo velike razlike znotraj posamezne MK, vendar pa se pojavijo razlike tudi v vsebnosti maščob na 100 g vzorca. Bistveno večja razlika je v vrednostih posameznih maščobnih kislin, ki se v primeru dokozaenojske kisline (22:1, n-11) razlikujejo celo za več kot 100 %.



## 2.5 VRSTE RIB

Glede na življenjski prostor ribe delimo na morske in sladkovodne. Morske ribe delimo naprej na drobne (sardela, skuša, inčur, šnjur, slanik) in velike modre (tun, palamina, romb, mečarica), ter bele ribe, ki jih razdelimo na ribe najboljše kakovosti (brancin, orada, kovač, zobatec) in ribe nekoliko slabše kakovosti (oslič, cipelj, kantar, pic, bradač, girica, ugor, polenovka) (Bogut in sod., 1996).

### 2.5.1 Tuna

Preglednica 11: Razvrščanje tune glede na težo in s tem na velikostne razrede (Kariš, 2003: 13)

| VRSTA                                            | MASA<br>(kg/RIBO) | VELIKOSTNI<br>RAZRED | GEOGRAFSKO<br>OBMOČJE | MINIMALNA<br>VELIKOST |
|--------------------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| DOLGOPLAVUTA TUNA<br>( <i>Thunnus alalunga</i> ) | 1                 | 4 in več             |                       |                       |
|                                                  | 2                 | 1,5 do 4             |                       |                       |
| TUNA ( <i>Thunnus thynnus</i> )                  | 1                 | 70 in več            | Sredozemlje           | 70 cm ali 6,4 kg      |
|                                                  | 2                 | 50 do 70             |                       |                       |
|                                                  | 3                 | 25 do 50             |                       |                       |
|                                                  | 4                 | 10 do 25             |                       |                       |
|                                                  | 5                 | 6,4 do 10            |                       |                       |
| VELIKOOKA TUNA ( <i>Thunnus obesus</i> )         | 1                 | 10 in več            |                       |                       |
|                                                  | 2                 | 3,2 do 10            |                       |                       |

#### 2.5.1.1 Modroplavuta tuna



Slika 4: Modroplavuta tuna (Vrste rib na Jadranu, 2004: 86)

Modroplavutna tuna je roparica odprtega morja. Živi na severni polobli (severna modroplavutna tuna), na južni polobli pa živi njena bližnja sorodnica južna modroplavutna tuna. Obe ribi sta si zelo podobni in znanstveniki še danes niso enotni ali morda ne gre le za eno vrsto. Dejstvo je, da na severu primerki modroplavutne tune zrastejo preko 700 kg, medtem ko južna modroplavutna tuna doseže komaj čez 200 kg. Je migratorna vrsta, ki lahko prepotuje v kratkem času velike razdalje. S satelitskim sledenjem so ugotovili, da prepotujejo v 90 dneh do 1670 milj. Populaciji na vzhodnem in zahodnem atlantskem oceanu se medsebojno v manjši meri mešata. Pri migracijah tuni pomagajo receptorji za kristale magnetita, ki tako predstavljajo njen šesti čut. Njeno telo je s svojo obliko optimalno prilagojeno gibanju v vodi, tako da imajo celo njene plavuti posebne vdolbine, v katere se pogreznejo in tako ne povzročajo nepotrebne turbulence med plavanjem. Pri tem so izmerili hitrosti do 90 km/uro.

Modroplavutne tune živijo do največ 30 let in v tem času kontinuirano rastejo ter dosežejo težo do 700 kg. Spolno zrelost dosežejo pri starosti 4 do 5 let. Pri starosti 5 let lahko tuna preseže težo 130 kg. Ima ogromen apetit in dnevno poje za četrtno svoje teže. Je toplokrvna riba, ki vzdržuje svojo telesno temperaturo 4-9 °C nad temperaturo vode, v kateri plava. Zadržuje se v čisti vodi in se izogiba onesnaženih predelov. Pogosta je tudi v Jadranu, in sicer je glavna sezona za ribolov druga polovica avgusta do januarja. Jadransko morje je v svetu izjemno po tem, da se tukaj modroplavutna tuna zadržuje iz neznanega razloga celo leto ter da se kvota vsako leto dopolnjuje z novimi prišleki. Ali se drsti v Jadranu ali ne, še ni neizpodbitno dokazano, dejstvo pa je da lahko v Jadranu najdemo velike količine malih modroplavutnih tunov (od nekaj kg do 60-70 kg). Največje koncentracije modroplavute tune v Jadranu so ob hrvaški obali, na zunanji strani otokov in v pasu do 15 milj, medtem ko je te tune na italijanski obali najverjetneje precej manj (Vrste rib v Jadranu, 2004).



Slika 5, 6: Razrez tune (Brecelj s sod., 2004)

## 2.6 POSTOPKI PRI PREDELAVI TUNE

### 2.6.1 Prevzem surovin

Prevzeto ribo lahko ohranimo pri temperaturi med 0 in 4 °C in jo predelamo v končni izdelek brez zmrzovanja. V tem primeru govorimo o predelavi sveže ribe, ki se nekoliko razlikuje od predelave zmrznjene ribe. Ta med zmrzovanjem pri temperaturi nižji od 0 °C in skladiščenjem tj. s soljenjem in fermentacijo spremeni lastnosti, kot so vsebnost vode, tekstura in druge senzorične lastnosti mesa. Med predelavo sveže in zmrznjene ribe je še ena zelo pomembna razlika v procesu. Zmrznjeno ribo moramo odtajati, kar tudi vpliva na končni izdelek.

Surovina za proizvodnjo tune v konzervi je lahko zelo različna in sicer:

- sveža tuna,
- zmrznjena tuna,
- zmrznjena tuna brez repa, glave in/ali drobovine,
- bloki surove tune,
- bloki kuhane tune,
- koščki tune,
- drobci tune in
- druge oblike.

Tehnološki proces je postavljen glede na to, v kakšni obliki je surovina (Kariš, 2001).

### 2.6.2 Pranje in selekcija

Pri pranju igra glavno vlogo kakovost vode, ki mora biti temu primerno vzorčena. Tuna se pere z vodo pod pritiskom, pri čemer visijo na kavlih in se ne dotikajo površin ali tal.

Najprej so odstranjene tune, ki:

- senzorično niso ustrezne,
- niso ustrezne vrste ali
- so fizično poškodovane zaradi neustreznega ravnanja.

Zaradi tehnoloških zmožnosti se opravi selekcija glede na velikost tune.

### 2.6.3 Nadaljnji postopki

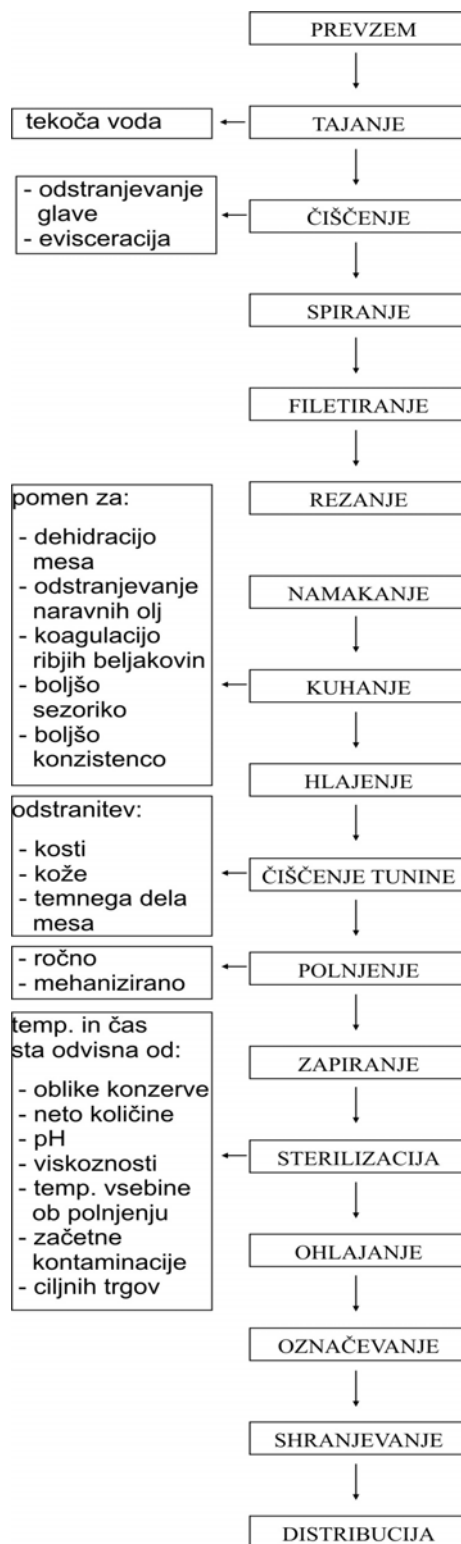
V grobem lahko tehnološki proces proizvodnje konzerv tune razdelimo v:

- priprava tunov,
- kuhanje tunine,
- polnjenje konzerv,
- zapiranje konzerv,
- sterilizacija,
- pakiranje.

Kuhanje poteka pri temperaturi med 100 in 105 °C. Čas kuhanja je odvisen od velikosti rib (1 do 10 ur). Doseči moramo središčno temperaturo med 60 in 85 °C. Pri kuhanju poteka delna dehidracija, ki je pomembna pri preprečevanju izločanja neželenih tekočin med sterilizacijo. Med kuhanjem se odstranijo tudi naravna olja, ki imajo močan in nezaželen okus in vonj.

Pri polnjenju konzerv doziramo najprej meso in nato olje, nalič ali drugi medij. Če kosi tune niso bili kuhani v slani vodi, dodamo tudi sol.

Ohlajanje in stabilizacija poteka pri temperaturi okolice čez noč ali v posebnih prezračevalnih prostorih (Kariš, 2001).



Slika 7: Shematski prikaz proizvodnje ribjih konzerv

## 2.6.4 Sterilizacija ribjih konzerv

Sterilizacija je namenjena podaljšanju obstojnosti izdelka, tako da je ribja konzerva do konca svojega roka uporabe varna za zdravje potrošnikov. Hermetično zaprte konzerve steriliziramo pri vnaprej določenih in skrbno nadzorovanih parametrih s sondami v sterilizatorjih: najkrajši čas segrevanja, najkrajši čas učinkovite sterilizacije, najkrajši čas ohlajanja, najnižja temperatura učinkovite sterilizacije, tlak učinkovite sterilizacije in najmanjša F vrednost.  $F_1$  vrednost je fizikalni parameter, ki pomeni, da izdelek sprejme količino toplote, ki ima enak učinek kot izpostavitve mikroorganizmov za 1 minuto na 121 °C.

$F_1$  vrednost pomeni letalni učinek na mikroorganizme po 1 minuti na 121 °C. Če je temperatura nižja, se čas podaljša, tako da je enak učinek dosežen pri 115 °C po 4 minutah in pri 105 °C po 40 minutah. Tako na F vrednost, ki mora za sterilen proizvod doseči vrednost med 10 in 12, vplivajo oblika in volumen konzerve, tehnološki proces ali začetna kontaminacija, uporabljena surovina, pH vrednost, % soli v izdelku in drugo. Vsekakor je potrebno vsako proizvodno serijo mikrobiološko analizirati in tako dokazati varnost ne samo sterilizacije, temveč tudi celotnega procesa (Kariš, 2001; Vidmar, 2002).

Uspešnost sterilizacije se kontrolira s pomočjo:

- kontrole termo lističev na pločevinki,
- vizualne kontrole temperature in tlaka med sterilizacijo,
- kontrole termografskih zapisov,
- kontrole termostatiranja,
- mikrobiološke kontrole vsakega avtoklava.

Pri kakršnemkoli odstopanju od režima sterilizacije sledi korektivni ukrep, ki je podaljšanje sterilizacije, ponovna sterilizacija ali izločitev izdelkov (Vidmar, 2002).

Sama sterilizacija vpliva tudi na okus tune v konzervi, zato je potrebno zagotoviti temperaturo in čas sterilizacije, ki daje končnemu izdelku optimalne senzorične lastnosti in zagotovi sterilnost (Bricelj, 2002).

## 2.6.5 Termostatiranje

Pločevinke se termostatirajo najmanj 7 dni pri 37 °C. Po končanem termostatiranju sledi sproščanje izdelka po predhodno opravljeni mikrobiološki in senzorični analizi.

Zaprto oziroma hermetičnost pločevink se zagotavlja z meritvijo dvojnega zgiba, kjer se merita dva parametra: stisnjenost in prekritost (Kariš, 2001).

## 2.7 MEŠANJE RAZLIČNIH RIB V KONZERVU

V isti embalaži se različne vrste rib ne smejo mešati med seboj. Kljub temu pa lahko ostale vrste izdelkov, pri katerih se uporablja homogenizirano meso tuna, vsebujejo meso drugih

vrst rib, ki so homogenizirane po istem postopku. V takih izdelkih mora biti vsebnost mesa tune najmanj 25 % neto količine.

V konzervah je meso tune lahko v naslednjih oblikah:

- v kosu,
- v kosih,
- fileti,
- koščki ali
- zmleto.

Vsaka od teh oblik je natančno definirana. V kosu na primer pomeni, da so mišice rezane prečno v celim kosu, samostojnem ali kompaktno združenem iz večjih delov mesa. Delež koščkov mesa je lahko največ 18 % v neto količini ribe.

Poleg oblike so natančno definirani tudi nalivi. Če je vrsta naliva sestavni del trgovskega imena za konzervirano tuno, mora izpolnjevati naslednje pogoje:

- »v olivnem olju«: naliv je samo olivno olje, brez dodatka katere druge vrste olja; delež tune mora znašati vsaj 65 % celotne vsebnosti konzerve;
- »v lastnem soku«: lastni sok pomeni tekočino, ki je bila izločena iz rib med postopkom priprave, lahko pa je to tudi raztopina soli ali voda z zelišči. Vsebnost tune mora znašati vsaj 65 % celotne vsebnosti konzerve;
- »v rastlinskem olju«: uporabimo lahko čista ali mešana rafinirana rastlinska olja; medij, ki ga lahko jasno ločimo od zgoraj opisanih; vsebnost tune mora znašati vsaj 75 % celotne vsebnosti konzerve (Kariš 2003b).

## 2.8 PROIZVODNJA PLOČEVINK

Proizvodnja prvih pločevink je bila nekoč seveda ročna, tako da je posameznik izdelal do 6 pločevink na uro. Danes poteka proizvodnja pločevink na avtomatskih linijah, kjer se proizvede tudi do 1200 kosov na minuto (Vidmar, 2002).

Danes so pločevinke običajno izdelane iz bele pločevine, to je pločevina z galvansko nanesenim tankim slojem kositra, ki se običajno giblje v vrednostih 2,8 do 5,6 g/m<sup>2</sup>. Zaradi vse strožjih ekoloških predpisov je trend uporabe čim tanjše pločevine, kar pa ne sme ogroziti same trdnosti izdelane pločevinke, ki jo dosežemo z uporabo trših pločevin in s posebno konstrukcijo pločevink. S stališča ekologije je uporaba bele pločevine neproblematična, saj jo je možno reciklirati, poleg tega je razgradljiva tudi v okolju (Bricelj, 2002).

### 2.8.1 Zaščita pločevink

Pločevinke in njihove sestavine zahtevajo običajno zaščito z lakom zaradi enega od spodaj navedenih razlogov:

- za zaščito vsebine pred pločevinko,

- za zaščito pločevinke pred vsebino,
- za zaščito pločevinke pred zunanjimi vplivi.

Zaščitni laki so običajno izdelani na osnovi polimeričnih smol (lahko tudi naravnih ali sintetičnih) in imajo kontinuiran filmski sloj. Laki ustrezajo predpisom FDA (Food and Drug Administration) in evropskim regulativam za materiale, ki prihajajo v stik s hrano.

Pravilno polnjenje, zapiranje, predelava in hranjenje zagotavljajo, da vsebina ne bo vsebovala več kositra, kot je zakonsko predpisano (Bricelj, 2002).

### **2.8.2 Izdelava pločevink**

Pločevinke za živila so lahko dvodelne ali tridelne.

Pri dvodelnih pločevinkah se srečamo s tehnologijo globokega vleka, kjer sta dno in obod pločevinke izdelane iz istega kosa. Tako pločevinko imenujemo vlečena pločevinka. Izdelava omenjenih pločevink poteka na stiskalnicah. Numerično krmiljenje stiskalnice nam omogoča avtomatsko podajanje s servo motorji, zato lahko odrez in vlek pločevink poteka neposredno iz plošče. Pri klasičnih stiskalnicah pa je potrebno ploščo predhodno razrezati na trakove. Zaradi globokega vleka na pločevinki ne dobimo enakomerne prirobnice, zato je potrebno prirobnico na naslednji operaciji obrezati. Brez enakomerne prirobnice ne moremo zagotavljati kakovostnega spoja dna ali pokrova z obodom. Najbolj običajna vsebina dvodelnih pločevink so ribe in paštete.

Tehnologija izdelave dna je podobna kot izdelava vlečne pločevinke. Dno izrežemo iz pločevine, nato prirobnico zarobimo, naneseemo tesnilno maso in jo v vertikalnih pečeh osušimo.

Izdelava lahko odpirajočega pokrova je bistveno bolj kompleksna in zahteva večje industrijske postroje zaradi sočasne izdelave odpiralca in njegove montaže na pokrov. Da lahko pokrov odtrgamo z roko, je le-ta zarezan do globine 2/3 debeline pločevine, zarez pa je naknadno zaščiten z lakom (Bricelj, 2002).

### **2.8.3 Kemijske reakcije med vsebino in pločevinko**

Pri teh reakcijah pride do marmoriranja. To je pojav, ki se kaže kot posledica kemijske reakcije med vsebino in pločevinko. Zaradi delnega razkroja beljakovin pride pri sterilizaciji do sproščanja žveplovodika in amoniaka, sočasno pa do pretvarjanja železa v ionsko obliko. Dodatki fosfatnih preparatov povečujejo možnost opisane reakcije. Posledica reakcije so sulfid in disulfid kositra in sulfidi, fosfati ter kloridi železa, ki so značilni za pojav marmoriranja.

Marmoriranje lahko ublažimo z znižanjem temperature sterilizacije, če ne uporabljamo fosfatov, popolnoma pa se mu izognemo z lakiranjem notranje strani pločevinke z lakom, odpornim proti marmoriranju (Bricelj, 2002).

### 3 MATERIALI IN METODE DELA

#### 3.1 MATERIAL

Preglednica 12: Seznam vzorcev vključenih v določanje maščobnokislinske sestave

| VRSTA RIBE  | NALIV OZ. STANJE | P. PROIZVAJALEC | DODATKI     | ŠT. VZORCEV |
|-------------|------------------|-----------------|-------------|-------------|
| HOBOTNICA   | svež             |                 |             | 1           |
| KOVAČ       | svež             |                 |             | 1           |
| LIGNJI      | svež             |                 |             | 1           |
| LIST        | svež             |                 |             | 1           |
| LOSOS       | svež             |                 |             | 1           |
| MORSKA ŽABA | svež             |                 |             | 4           |
| OSLIČ       | svež             |                 |             | 2           |
| OSTRIŽ      | svež             |                 |             | 1           |
| OVČICA      | svež             |                 |             | 1           |
| PANGA       | svež             |                 |             | 1           |
| POSTRV      | svež             |                 |             | 1           |
| RIBON       | svež             |                 |             | 1           |
| ROMB        | svež             |                 |             | 1           |
| TUNA        | svež             |                 |             | 2           |
| UGOR        | svež             |                 |             | 1           |
| ZOBATEC     | svež             |                 |             | 1           |
| SARDINA     | rastlinsko olje  | 1,5,6,9,13      |             | 7           |
| SARDINA     | semensko olje    | 4               |             | 1           |
| TUNA        | lastni sok       | 2,9             |             | 4           |
| TUNA        | lastni sok       | A               |             | 5           |
| TUNA        | lastni sok       | B               |             | 5           |
| TUNA        | lastni sok       | C               |             | 5           |
| TUNA        | lastni sok       | D               |             | 5           |
| TUNA        | oljčno olje      | A               | česen       | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | A               |             | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | 10              |             | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | 11              |             | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | C               | origano     | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | C               |             | 5           |
| TUNA        | oljčno olje      | C               | rožmarin    | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | D               |             | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | 14              |             | 1           |
| TUNA        | oljčno olje      | A               | z manj soli | 1           |
| TUNA        | rastlinsko olje  | 3               |             | 1           |
| TUNA        | rastlinsko olje  | 7               |             | 1           |
| TUNA        | rastlinsko olje  | 8               |             | 1           |
| TUNA        | rastlinsko olje  | 9               |             | 1           |
| TUNA        | rastlinsko olje  | 13              |             | 2           |
| TUNA        | sončnično olje   | 9               |             | 1           |
| TUNA        | sončnično olje   | 12              |             | 1           |
| SKUPAJ:     |                  |                 |             | 75          |

A,B,C,D...oznaka za štiri znane proizvajalce za katere je primerjava v raziskavi bolj obsežna  
 1 - 14...oznaka za ostale proizvajalce

Analizirali smo maščobnokislinsko sestavo morskih rib. Vzorci so bili zelo raznoliki. Analizirali smo 20 vzorcev različnih svežih rib in 55 vzorcev konzerviranih morskih rib (47 vzorcev tune in 8 vzorcev sardine). Skupno smo torej opravili analizo na 75 vzorcih oziroma 158 paralelkah (73 vzorcev v dveh paralelkah in dva vzorca v šestih paralelkah). Slednje je sestavljalo 25 vzorcev v lastnem soku, 14 vzorcev v oljčnem olju, 13 vzorcev v rastlinskem olju (sedem vzorcev sardin, šest vzorcev tune), dva vzorca v sončničnem olju in vzorec sardine v semenskem olju. Izdelki so bili izdelani od 14-ih znanih (51 vzorcev) in nekaj neznanih proizvajalcev (24 vzorcev). Poudarek analiz tune je bil na štirih znanih proizvajalcih, in sicer Calvo, Delamaris, Rio mare in Safcol. Pri teh štirih proizvajalcih smo kot material izbrali tuno v lastnem soku. Pri vsakem od njih smo opravili analizo na petih vzorcih. Proizvajalce smo v diplomskem delu označili z črkami A, B, C, D. Razvrstili smo jih naključno.

### **3.1.1 Certificiran referenčni vzorec**

Za določitev zanesljivosti in pravilnosti metode smo uporabili certificiran referenčni vzorec CRM 163.

### **3.1.2 Interni standard**

Kot interni standard smo uporabili nonadekanojsko kislino (Sigma 19:0, N5252). Za to kislino smo se odločili, ker je v naših vzorcih ni oz. je pod mejo detekcije, to je pod 0,01 % skupnih MK. Z njim smo določili mase posameznih maščobnih kislin, to je mg posamezne maščobne kisline na 100 g vzorca.

## **3.2 METODE DELA**

### **3.2.1 Priprava vzorcev**

Sveži vzorci so bili hlajeni na  $4\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$  pred pripravo. Homogenizirali smo jih z mešalnikom, pri čemer temperatura ni presegla  $4\text{ °C}$ . Zatem smo vzorce shranili v plastične zabojčke (cca 10 g) in jih zamrznili pri  $-30\text{ °C}$ . Zatehto vzorca za analizo smo naredili na še zamrznjenem vzorcu.

### **3.2.2 Določanje maščobnokislinske sestave**

#### **3.2.2.1 Priprava internega standarda**

V 10 ml bučko smo odtehtali  $0,1\text{ g} \pm 0,001\text{ g}$  kromatografsko čistega (99,8 %) internega standarda nonadekanojske kisline (Sigma 19:0, N5252). Kislino smo raztopili v mešanici  $4,6\text{ g} \pm 0,001\text{ g}$  metanola in  $2\text{ g} \pm 0,001\text{ g}$  heksana. Tako smo dobili primerno koncentracijo internega standarda za nadaljnjo uporabo. Raztopino internega standarda smo do analiz vzorcev hranili v zamrzovalniku pri  $-20\text{ °C} \pm 1\text{ °C}$ . Vsaki paralelki smo dodali  $0,07\text{ g} \pm 0,001\text{ g}$  internega standarda.

### 3.2.2.2 Priprava metilnih estrov maščobnih kislin

Za določanje vsebnosti posamezne MK smo uporabili metodo in situ transesterifikacije (ISTE) modificirano po Parku in Goinsu (1994), kjer ni potrebna predhodna ekstrakcija maščob iz vzorca. Za analizo je bilo potrebno pripraviti metilne estre maščobnih kislin (MEMK). Vsak vzorec je bil določen v dveh paralelkah.

Predhodno homogenizirane in zmrznjene vzorce smo odtehtali  $0,5 \text{ g} \pm 0,001 \text{ g}$ , v epruvete s pokrovčki na navoj. V epruvete smo dodali 300  $\mu\text{l}$  metilen klorida ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) za povečanje topnosti in 3 ml 0,5 M sveže pripravljenega brezvodnega natrijevega hidroksida v metanolu za boljšo saponifikacijo. Epruvete smo tesno zaprli s teflonskim pokrovčkom in premešali. Dobro premešane vzorce smo segrevali v termobloku pri  $90^\circ\text{C}$ , dokler ni prešel ves vzorec v tekočo fazo, tj. približno 40 min, ter jih večkrat premešali. Pri tem je prišlo do hidrolize maščobe in saponifikacije. Po segrevanju smo vzorce hitro ohladili v ledeni vodi pri  $0^\circ\text{C}$ . Ohlajeni zmesi smo dodali 3 ml 14 %  $\text{BF}_3$  v metanolu, premešali ter ponovno segrevali v termobloku 10 minut pri  $90^\circ\text{C}$  - transesterifikacija. Sledilo je hlajenje na sobno temperaturo ( $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ). Nato smo dodali 3 ml destilirane vode in 1 ml heksana. Raztopino smo 1 minuto močno stresali, da je prišlo do čim boljše ekstrakcije MEMK iz vodne faze v nepolaro heksansko fazo. Za dobro ločljivost obeh faz smo centrifugirali pri  $1000 \times g$ , 10 minut. Po centrifugiranju smo previdno odpepitirali heksansko fazo v temne penicilinke in jih zamrznili pri  $-20^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  do analiz na plinskem kromatografu (GC).

### 3.2.2.3 Plinska kromatografija

Delež metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) smo določili s plinsko kromatografijo z uporabo plinskega kromatografa Agilent Technologies 6890, s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID), kapilarno kolono HP-88 (100 m x 0,25 mm x 0,2  $\mu\text{m}$ ).

Ločevanje in detekcija je potekala pri naslednjih pogojih:

- temperaturni program:  $150^\circ\text{C}$  (10 min);  $2^\circ\text{C}/\text{min}$  do  $180^\circ\text{C}$ ,  $3^\circ\text{C}/\text{min}$  do  $240^\circ\text{C}$  (20 min),
- temperatura injektorja:  $250^\circ\text{C}$ ,
- temperatura detektorja:  $280^\circ\text{C}$ ,
- injektor: split-splitless: 1:30, volumen 0,5  $\mu\text{l}$ ,
- nosilni plin: He 2,3 ml/min,
- makeup plin:  $\text{N}_2$  45 ml/min,
- plina detektorja:  $\text{H}_2$  40 ml/min; sintetični zrak (21 %  $\text{O}_2$ ) 450 ml/min.

### 3.2.2.4 Faktor odzivnosti detektorja (Rf)

Ker za enake koncentracije kislin v topilu ne dobimo enakih površin, moramo predhodno določiti faktorje odzivnosti detektorja (Rf) za posamezne metilne estre maščobnih kislin. Rf smo določili s pomočjo kromatografa in standardne mešanice (NuCheck 85 Prep. Inc. in NuCheck 68D Prep. Inc.).

Za izračun Rf za posamezni MEMK smo uporabili naslednjo enačbo:

$$Rf = \frac{3,03 (oz. 6,06) \text{ ut } \%}{RPMEMK \text{ ut } \%} \quad \dots(2)$$

RPMEMK ..... relativna površina posameznega metilnega estra maščobne kisline

3,03 (oz. 6,06) ..... utežni delež posameznega MEMK v NuCheck-u 85, kateri je bil 3,03 razen za metilna estra heksadekanojske (palmitinske), kjer je znašal 6,06

### 3.2.2.5 Konverzijski faktor za posamezne maščobne kisline (FA)

S konverzijskim faktorjem (preglednica 13) se iz količine MEMK preračuna količina MK. Izračunamo ga po naslednji formuli:

$$FA_i = \frac{Mr_{MKi}}{Mr_{MEMKi}} \quad \dots(3)$$

FA<sub>i</sub> ..... konverzijski faktor za posamezno MK

Mr ..... relativna molekulska masa

i ..... i-ta MK

Preglednica 13: Konverzijski faktorji (FA) za preračun metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) v maščobne kisline (AOAC..., 1998: 18)

| Št. C<br>ATOMOV | n-POLOŽAJ | CIS/TRANS         | KEMIJSKO IME         | TRIVIALNO IME     | FA     |
|-----------------|-----------|-------------------|----------------------|-------------------|--------|
| C12:0           |           |                   | dodekanojska         | lavrinska         | 0,9346 |
| C13:0           |           |                   |                      |                   | 0,9386 |
| C14:0           |           |                   | tetradekanojska      | miristinska       | 0,9421 |
| C14:1           | n-5       | t 9               | tetradekaenojska     |                   | 0,9417 |
| C14:1           | n-5       | c 9               | tetradekaenojska     | miristooleinska   | 0,9417 |
| C15:0           |           |                   | pentadekanojska      |                   | 0,9453 |
| C15:1           | n-5       | c 10              | pentadekaenojska     |                   | 0,9449 |
| 16:0 ISO        |           |                   |                      |                   | 0,9481 |
| C16:0           |           |                   | heksadekanojska      | palmitinska       | 0,9481 |
| C16:1           | n-7       | t 9               | heksadekaenojska     | palmitoelaidinska | 0,9478 |
| C16:1           | n-7       | c 9               | heksadekaenojska     | palmitooleinska   | 0,9478 |
| C17:0           |           |                   | heptanojska          | margarinska       | 0,9507 |
| C17:1           | n-7       | t 10              | heptaenojska         |                   | 0,9504 |
| C17:1           | n-7       | c 10              | heptaenojska         |                   | 0,9504 |
| C18:0           |           |                   | oktadekanojska       | stearinska        | 0,9530 |
| C18:1           | n-9       | t 9               | oktadekaenojska      | elaidinska        | 0,9527 |
| C18:1           | n-11      | c 7               | oktadekaenojska      |                   | 0,9527 |
| C18:1           | n-9       | c 9               | oktadekaenojska      | oleinska          | 0,9527 |
| C18:1           | n-7       | c 11              | oktadekaenojska      |                   | 0,9527 |
| C18:2           | n-6       | t 9, t 12         | oktadekadienojska    |                   | 0,9524 |
| C18:2           | n-6       | t 9, c 12         | oktadekadienojska    |                   | 0,9524 |
| C18:2           | n-6       | c 9, c 12         | oktadekadienojska    |                   | 0,9524 |
| C18:3           | n-6       | c 6,9,12          | oktadekatrienojska   | γ-linolenska      | 0,9521 |
| C18:3           | n-3       | c 9,12,15         | oktadekatrienojska   | α-linolenska      | 0,9521 |
| C20:0           |           |                   | eikozanojska         |                   | 0,9571 |
| C20:1           | n-11      | t 9               | eikozanojska         |                   | 0,9568 |
| C20:1           | n-11      | c 9               | eikozanojska         |                   | 0,9565 |
| C18:2           | n-7k      | c 9, t 11         | oktadekadienojska    |                   | 0,9524 |
| C18:2           | n-6k      | t 10, c 12        | oktadekadienojska    |                   | 0,9524 |
| C18:4           | n-3       | c 6,9,12,15       | oktadekatetraenojska | stearidonska      | 0,9524 |
| C20:2           | n-9       | c 11              | eikozadienojska      |                   | 0,9565 |
| C20:3           | n-9       | c 11              | eikozatrienojska     |                   | 0,9563 |
| C20:3           | n-6       | c 14              | eikozatrienojska     |                   | 0,9563 |
| C20:4           | n-6       | c 5,8,11,14       | eikozatetraenojska   | arahidonska       | 0,9560 |
| C20:5           | n-3       |                   | eikozapentaenojska   | EPA (EPK)         | 0,9557 |
| C22:0           |           |                   | dokozaenojska        | behenska          | 0,9605 |
| C22:1           | n-11      | c 11              | dokozaenojska        |                   | 0,9602 |
| C24:1           | n-9       | c 15              | tetrakozaenojska     | nevronska         | 0,9632 |
| C22:3           | n-6       | c 10,13,16        | dokozatrienojska     |                   | 0,9598 |
| C22:4           | n-6       | c 7,10,13,16      | dokozatetraendiojsa  |                   | 0,9595 |
| C22:4           | n-3       | c 10,13,16,19     | dokozatetraendiojsa  |                   | 0,9595 |
| C22:5           | n-3       | c 7,10,13,16,19   | dokozapentaendiojsa  | DPA (DPK)         | 0,9593 |
| CXX             |           |                   |                      |                   | 0,9600 |
| C23:0           |           |                   | trikozanojska        |                   | 0,9620 |
| C22:6           | n-3       | c 4,7,10,13,16,19 | dokozaheksaenojska   | DHA (DHK)         | 0,9591 |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

### 3.2.2.6 Določanje vsebnosti maščobnih kislin v vzorcu

Kromatogram, ki je izpisan po analizi na GC vsebuje površine posamezne maščobne kisline in čas, pri katerem se je posamezni MEMK eluiral. Analiza na GC traja za posamezni vzorec 85 minut. Najprej se eluirajo MEMK z nižjim številom C atomov, nato pa MK z daljšo verigo. Vrsto MK tako določimo s primerjavo retenzijskih časov (čas ko posamezen MEMK pride iz kolone in ga detektor zazna) in retenzijskih časov MEMK standardnih mešanic NuCheck 85, NuCheck 68D, NuCheck 411, NuCheck 545 in standardi Sigma: 16:0 (izo), 17:0 (izo), 18:4, n-3, 19:0 ter standardom Supelco Lipid standard 18919.

- Izračun utežnega deleža posamezne maščobne kisline**

Utežni delež posamezne MK (odstotek, ki ga predstavlja posamezna MK glede na vse MK, ki jih detektor zazna) v vzorcu smo določili na osnovi površin kromatograma in s pomočjo faktorja odzivnosti detektorja in faktorja pretvorbe MEMK v MK.

Enačba za izračun utežnega deleža maščobnih kislin je sledeča:

$$ut.\%MK_i = \frac{(Rf_i * FA_i * A_i) * 100}{\sum_{i=1}^n (Rf_i * FA_i * A_i)} \quad \dots(4)$$

i ..... i-ta MK

Rf<sub>i</sub> ..... faktor odzivnosti detektorja za posamezno MK

FA<sub>i</sub> ..... konverzijski faktor za posamezno MK

A<sub>i</sub> ..... površina posamezne MK iz kromatograma

- Izračun mase posamezne maščobne kisline na 100 g vorca**

Mase posameznih maščobnih kislin (mg maščobne kisline na 100 g vorca) smo izračunali iz mase vorca, mase internega standarda (Sigma 19:0, N5252) in površine posameznega MEMK na kromatogramu.

Interni standard smo dodali na začetku direktno v vzorec. Potrebno je natančno tehtanje vzorcev in internega standarda. Vsebnost MK (mg MK/100 g vorca) smo izračunali po enačbi:

$$MK_i(mgMK/100\text{ g vorca}) = \frac{A_i * Rf_i * FA_i * m_{19:0} * 100}{A_{19:0} * Rf_{19:0} * FA_{19:0} * m_z} \quad \dots(5)$$

i ..... i-ta maščobna kislina

A<sub>i</sub> ..... površina posamezne maščobne kisline

Rf<sub>i</sub> ..... faktor odzivnosti detektorja za posamezno MK

FA<sub>i</sub> ..... konverzijski faktor za posamezno MK

m<sub>19:0</sub> ..... masa internega standarda v mg

m<sub>z</sub> ..... masa vorca v g

### 3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom Excel XP. Površine iz kromatogramov smo vnesli v tabele. Tako smo izračunali deleže (% posamezne MK glede na vse MEMK, ki jih je detektor zaznal) in mase posameznih MK (mg MK na 100 g vzorca). Dobljene rezultate smo prenesli v ločene tabele za deleže in mase. Tako smo razvrstili vse vzorce po skupinah, na osnovi česar smo jih lahko primerjali. Prvo skupino so sestavljale sveže ribe, drugo tune v lastnem soku štirih različnih proizvajalcev in tretjo skupino tune v štirih različnih nalivih: lastnem soku, oljčnem olju, rastlinskem olju in sončničnem olju. Po skupinah smo določili povprečne vrednosti in standardno deviacijo. Za posamezne vzorce znotraj skupine smo določili tudi NMK, ENMK, VNMK, razmerje NMK/VNMK, n-3 MK, n-6 MK, razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami in indeks aterogenosti (IA).

Skupine, pri katerih je bilo zadostno število vzorcev, so bile obdelane s postopkom GLM (General Linear Models) v programskem paketu SAS/STAT. Tako smo naredili primerjavo med tunami v lastnem soku štirih različnih proizvajalcev, primerjavo med tunami v štirih različnih nalivih in primerjavo med tuno in sardino v rastlinskem olju.

Prehransko vrednost posamezne ribe v primerjavi z ostalimi ribami smo naredili v programu Excel XP. Vse vzorce smo razdelili v primerne skupine (25 skupin), ki smo jih rangirali glede na NMK, ENMK, VNMK, delež n-3 maščobnih kislin in indeks aterogenosti (IA) z lestvico od 1 (najslabša prehranska vrednost) do 25 (najboljša prehranska vrednost).

## **4 REZULTATI**

### **4.1 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB**

Maščobnokislinsko sestavo lahko podamo na dva načina:

- v utežnih odstotkih,
- v mg na 100 g vzorca.

Prvi način je bolj sprejemljiv za statistično obdelavo podatkov, saj imamo točno določena razmerja med posameznimi MK različnih skupin. Masa posamezne MK se namreč precej razlikuje med posameznimi vzorci, deleži pa pokažejo samo razmerja in so tako neodvisni od vsebnosti maščobe v nekem vzorcu.

Podajanje mase posamezne MK je neobhodno potrebno, če hočemo podatke uporabiti za prehranske tablice. Zato smo se glede na uporabnost podatkov odločili podati oba načina. Pomanjkljivost podajanja rezultatov z utežnimi deleži (%) je tudi pri primerjanju podatkov iz literature. Težave nastopijo, ker v literaturi ni podatkov za vse MK, ki smo jih določali v naših analizah.

#### **4.1.1 Ponovljivost meritev plinskega kromatografa (GC)**

Ponovljivost meritev plinskega kromatografa smo določali s 6-kratnim injiciranjem istega vzorca v kolono. Uporabili smo vzorec 322A, tuno proizvajalca D, lastni sok. Povprečne vrednosti in koeficienti variabilnosti so predstavljeni v preglednici 14.

Za 11 analiziranih MK so koeficient variabilnosti pod 3 %, za pet MK so med 3 in 5 %, za dva MK je koeficient variabilnosti nad 5 %. Ti dve MK vsaka posebej predstavljata pod 0,3 % skupnih MK. Zaključimo lahko, da je ponovljivost GC zelo dobra.

#### **4.1.2 Ponovljivost metode določanja maščobnih kislin**

Za ponovljivost metode smo pripravili šest odteht istega vzorca. To pomeni, da smo za vzorec 322, tuno proizvajalca D, lastni sok šestkrat pripravili metilne estre maščobnih kislin in jih zaporedoma injicirali isti dan. Rezultati so prikazani v preglednici 15.

V koeficientu variabilnosti so zajeti vsi vplivi pri pripravi MEMK, tj. priprava vzorcev in priprava MEMK. Devet MK ima koeficient variabilnosti pod 5 %. Tri MK imajo koeficient variabilnosti med 5 in 7 %. Nad 7 % ima koeficient variabilnosti šest MK. Vsaka od teh šestih MK z največjim koeficientom variabilnosti posamezno predstavlja manj kot 1 % od skupnih MK. Pri tako nizkih vrednostih pride zelo hitro do razlik. Zaključimo lahko, da je ponovljivost znotraj vzorca dobra. To pomeni, da so bili vzorci dobro pripravljeni in da je kromatografska kolona dobra.

Preglednica 14: Ponovljivost meritev plinskega kromatografa (ut. % od vseh MK)

| MK                 | PON.1 | PON.2 | PON.3 | PPON.4 | PON.5 | PON.6 | POVP. | SD    | KV(%)        |
|--------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>C12:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C13:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C14:0</b>       | 0,87  | 0,81  | 0,81  | 0,82   | 0,82  | 0,88  | 0,84  | 0,03  | <b>3,62</b>  |
| <b>C14:1</b> n-5t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C14:1</b> n-5c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C15:0</b>       | 0,43  | 0,39  | 0,39  | 0,42   | 0,42  | 0,44  | 0,42  | 0,02  | <b>4,45</b>  |
| <b>C15:1</b> n-5c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C16:0</b> iso   | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C16:0</b>       | 19,24 | 19,21 | 19,33 | 19,38  | 19,38 | 19,43 | 19,33 | 0,08  | <b>0,40</b>  |
| <b>C16:1</b> n-7t  | 0,18  | 0,18  | 0,18  | 0,19   | 0,18  | 0,19  | 0,18  | <0,01 | <b>1,99</b>  |
| <b>C16:1</b> n-7c  | 2,19  | 2,11  | 2,14  | 2,14   | 2,15  | 2,16  | 2,15  | 0,02  | <b>1,13</b>  |
| <b>C17:0</b>       | 1,74  | 1,74  | 1,77  | 1,76   | 1,78  | 1,69  | 1,75  | 0,03  | <b>1,72</b>  |
| <b>C17:1</b> n-7t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C17:1</b> n-7c  | 0,26  | 0,25  | 0,24  | 0,31   | 0,24  | 0,27  | 0,26  | 0,02  | <b>9,07</b>  |
| <b>C18:0</b>       | 10,36 | 10,52 | 10,61 | 10,58  | 10,62 | 10,46 | 10,53 | 0,09  | <b>0,86</b>  |
| <b>C18:1</b> n-9t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:1</b> n-9c  | 6,01  | 5,94  | 5,92  | 5,93   | 5,92  | 5,73  | 5,91  | 0,08  | <b>1,42</b>  |
| <b>C18:1</b> n-7c  | 2,39  | 2,41  | 2,40  | 2,42   | 2,42  | 2,32  | 2,39  | 0,04  | <b>1,48</b>  |
| <b>C18:2</b> n-6t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6c  | 1,27  | 1,22  | 1,22  | 1,22   | 1,23  | 1,20  | 1,22  | 0,02  | <b>1,70</b>  |
| <b>C18:3</b> n-6c  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |              |
| <b>C18:3</b> n-3c  | 0,39  | 0,38  | 0,37  | 0,37   | 0,38  | 0,33  | 0,37  | 0,02  | <b>5,00</b>  |
| <b>C20:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:1</b> n-11t | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-7k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:4</b> n-3c  | 0,31  | 0,29  | 0,28  | 0,28   | 0,27  | 0,20  | 0,27  | 0,03  | <b>12,30</b> |
| <b>C20:2</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:3</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:3</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:4</b> n-6c  | 5,48  | 5,47  | 5,54  | 5,51   | 5,55  | 5,37  | 5,49  | 0,06  | <b>1,09</b>  |
| <b>C20:5</b> n-3c  | 5,10  | 5,01  | 5,08  | 5,05   | 5,08  | 5,24  | 5,09  | 0,07  | <b>1,43</b>  |
| <b>C22:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C24:1</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:3</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:4</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:4</b> n-3c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:5</b> n-3c  | 4,85  | 5,42  | 5,00  | 4,99   | 5,00  | 5,35  | 5,10  | 0,21  | <b>4,05</b>  |
| <b>CXX</b>         | 1,38  | 1,33  | 1,31  | 1,29   | 1,30  | 1,40  | 1,33  | 0,04  | <b>3,04</b>  |
| <b>C23:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:6</b> n-3c  | 37,57 | 37,31 | 37,41 | 37,15  | 37,26 | 37,33 | 37,34 | 0,13  | <b>0,35</b>  |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, PON...ponovitev, SD...standardna deviacija, KV...koeficient variabilnosti

Preglednica 15: Ponovljivost metode za določanje maščobnokislinske sestave (ut. % od vseh MK)

| MK                 | 322A  | 322B  | 322C  | 322D  | 322E  | 322F  | POVP. | SD    | KV(%)        |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| <b>C12:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C13:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C14:0</b>       | 0,88  | 0,89  | 0,83  | 0,86  | 0,99  | 1,07  | 0,92  | 0,09  | <b>9,99</b>  |
| <b>C14:1</b> n-5t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C14:1</b> n-5c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C15:0</b>       | 0,44  | 0,43  | 0,40  | 0,44  | 0,51  | 0,50  | 0,45  | 0,04  | <b>9,77</b>  |
| <b>C15:1</b> n-5c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C16:0</b> iso   | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C16:0</b>       | 19,47 | 19,48 | 19,51 | 19,67 | 21,33 | 20,34 | 19,97 | 0,75  | <b>3,74</b>  |
| <b>C16:1</b> n-7t  | 0,20  | 0,19  | 0,17  | 0,20  | 0,26  | 0,24  | 0,21  | 0,03  | <b>15,51</b> |
| <b>C16:1</b> n-7c  | 2,29  | 2,27  | 2,24  | 2,30  | 2,49  | 2,49  | 2,35  | 0,11  | <b>4,86</b>  |
| <b>C17:0</b>       | 1,77  | 1,75  | 1,76  | 1,79  | 1,84  | 1,81  | 1,79  | 0,03  | <b>1,88</b>  |
| <b>C17:1</b> n-7t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C17:1</b> n-7c  | 0,31  | 0,32  | 0,33  | 0,24  | 0,39  | 0,35  | 0,32  | 0,05  | <b>15,50</b> |
| <b>C18:0</b>       | 10,07 | 10,40 | 10,10 | 10,24 | 9,89  | 10,38 | 10,18 | 0,20  | <b>1,92</b>  |
| <b>C18:1</b> n-9t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:1</b> n-9c  | 5,75  | 6,18  | 6,56  | 6,55  | 5,97  | 5,98  | 6,16  | 0,33  | <b>5,42</b>  |
| <b>C18:1</b> n-7c  | 2,34  | 2,45  | 2,31  | 2,40  | 2,57  | 2,58  | 2,44  | 0,12  | <b>4,72</b>  |
| <b>C18:2</b> n-6t  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6c  | 1,06  | 1,25  | 1,11  | 1,14  | 1,11  | 1,21  | 1,15  | 0,07  | <b>6,06</b>  |
| <b>C18:3</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:3</b> n-3c  | 0,33  | 0,39  | 0,34  | 0,36  | 0,42  | 0,46  | 0,38  | 0,05  | <b>13,05</b> |
| <b>C20:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:1</b> n-11t | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-7k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:2</b> n-6k  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C18:4</b> n-3c  | 0,20  | 0,30  | 0,23  | 0,25  | 0,20  | 0,22  | 0,23  | 0,04  | <b>15,20</b> |
| <b>C20:2</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:3</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:3</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C20:4</b> n-6c  | 5,05  | 5,51  | 5,52  | 5,41  | 5,39  | 5,24  | 5,35  | 0,18  | <b>3,34</b>  |
| <b>C20:5</b> n-3c  | 5,25  | 5,07  | 4,97  | 5,06  | 5,41  | 5,40  | 5,19  | 0,19  | <b>3,63</b>  |
| <b>C22:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:1</b> n-11c | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C24:1</b> n-9c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:3</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:4</b> n-6c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:4</b> n-3c  | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:5</b> n-3c  | 5,19  | 5,00  | 5,00  | 4,97  | 4,73  | 4,58  | 4,91  | 0,22  | <b>4,40</b>  |
| <b>CXX</b>         | 1,40  | 1,26  | 1,26  | 1,26  | 1,44  | 1,42  | 1,34  | 0,09  | <b>6,64</b>  |
| <b>C23:0</b>       | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |              |
| <b>C22:6</b> n-3c  | 37,97 | 36,87 | 37,38 | 36,89 | 35,03 | 35,74 | 36,65 | 1,08  | <b>2,95</b>  |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, PON....ponovitev, SD...standardna deviacija, KV...koeficient variabilnosti

## 4.1.3 Maščobnokislinska sestava svežih rib

Preglednica 16: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK)

| MK          | HOBOTNICA<br>n = 2 | KOVAČ<br>n = 1 | LIGNJI<br>n = 2 | LIST<br>n = 2 | LOSOS<br>n = 4 | MOR. ŽABA<br>n=8 |
|-------------|--------------------|----------------|-----------------|---------------|----------------|------------------|
| C12:0       | <0,01              | <0,01          | 0,03 ± 0,00     | 0,08 ± 0,00   | 0,05 ± 0,01    | 0,03 ± 0,02      |
| C13:0       | 0,16 ± 0,05        | <0,01          | 0,09 ± 0,01     | <0,01         | 0,03 ± 0,00    | 0,06 ± 0,04      |
| C14:0       | 0,95 ± 0,01        | 1,68           | 2,53 ± 0,09     | 3,42 ± 0,03   | 4,16 ± 0,32    | 1,32 ± 0,26      |
| C14:1 n-5t  | <0,01              | <0,01          | 0,06 ± 0,01     | 0,09 ± 0,01   | 0,17 ± 0,02    | 0,06 ± 0,04      |
| C14:1 n-5c  | 2,01 ± 0,42        | <0,01          | 0,16 ± 0,02     | 0,02 ± 0,02   | 0,04 ± 0,00    | 0,06 ± 0,04      |
| C15:0       | 0,37 ± 0,01        | 0,34           | 0,51 ± 0,02     | 0,34 ± 0,01   | 0,34 ± 0,03    | 0,39 ± 0,02      |
| C15:1 n-5c  | 1,11 ± 0,25        | <0,01          | 0,11 ± 0,00     | <0,01         | <0,01          | <0,01            |
| C16:0 iso   | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | <0,01          | <0,01            |
| C16:0       | 17,05 ± 0,15       | 21,14          | 24,67 ± 0,22    | 26,51 ± 0,04  | 12,80 ± 0,29   | 21,03 ± 1,22     |
| C16:1 n-7t  | 0,12 ± 0,02        | 0,33           | 0,12 ± 0,01     | 0,09 ± 0,01   | 0,13 ± 0,14    | 0,30 ± 0,02      |
| C16:1 n-7c  | 0,60 ± 0,01        | 2,09           | 0,77 ± 0,03     | 1,10 ± 0,03   | 4,72 ± 0,43    | 2,30 ± 0,28      |
| C17:0       | 1,41 ± 0,03        | 1,34           | 0,99 ± 0,02     | 0,48 ± 0,02   | 0,55 ± 0,03    | 0,99 ± 0,03      |
| C17:1 n-7t  | 0,33 ± 0,01        | 0,25           | 0,17 ± 0,02     | 0,09          | 0,15 ± 0,02    | 0,35 ± 0,04      |
| C17:1 n-7c  | 0,06 ± 0,09        | 0,28           | 0,11 ± 0,01     | 0,16 ± 0,01   | 0,67 ± 0,05    | 0,40 ± 0,05      |
| C18:0       | 7,70 ± 0,36        | 7,37           | 4,68 ± 0,11     | 7,31 ± 0,10   | 2,64 ± 0,16    | 6,67 ± 0,82      |
| C18:1 n-9t  | 0,20 ± 0,01        | <0,01          | 0,05 ± 0,00     | 0,13 ± 0,01   | 0,08 ± 0,01    | <0,01            |
| C18:1 n-11c | <0,01              | 0,66           | 0,10 ± 0,01     | 0,07 ± 0,02   | 0,57 ± 0,04    | 0,63 ± 0,39      |
| C18:1 n-9c  | 2,06 ± 0,02        | 9,98           | 2,31 ± 0,07     | 32,40 ± 0,66  | 21,87 ± 1,15   | 9,50 ± 1,55      |
| C18:1 n-7c  | 1,67 ± 0,07        | 1,59           | 1,11 ± 0,03     | 1,34 ± 0,02   | 3,12 ± 0,05    | 2,30 ± 0,05      |
| C18:2 n-6tt | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | 0,01 ± 0,01    | <0,01            |
| C18:2 n-6tc | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 0,13 ± 0,01   | 0,05 ± 0,01    | <0,01            |
| C18:2 n-6cc | 0,42 ± 0,06        | 0,74           | 0,19 ± 0,05     | 14,71 ± 0,39  | 6,70 ± 0,24    | 1,05 ± 0,06      |
| C18:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 0,30 ± 0,00   | 0,08 ± 0,01    | <0,01            |
| C18:3 n-3c  | <0,01              | 0,23           | 0,07 ± 0,00     | 0,78 ± <0,01  | 2,32 ± 1,37    | 0,26 ± 0,16      |
| C20:0       | <0,01              | <0,01          | 0,08 ± 0,02     | 0,35 ± 0,01   | 0,18 ± 0,01    | <0,01            |
| C20:1 n-11t | 0,27 ± 0,01        | <0,01          | 0,33 ± 0,15     | <0,01         | 0,89 ± 1,25    | <0,01            |
| C20:1 n-11c | 3,20 ± 0,14        | 0,78           | 3,11 ± 0,06     | 0,90 ± 0,03   | 0,61 ± 0,01    | 1,06 ± 0,66      |
| C18:2 n-7k  | <0,01              | 0,21           | 0,03 ± 0,00     | <0,01         | 4,87 ± 0,10    | 0,37 ± 0,23      |
| C18:2 n-6k  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | 0,16 ± 0,14    | <0,01            |
| C18:4 n-3c  | <0,01              | 0,25           | 0,12 ± 0,04     | <0,01         | 1,32 ± 0,26    | 0,31 ± 0,19      |
| C20:2 n-9c  | 0,32 ± 0,04        | <0,01          | 0,25 ± 0,10     | 0,77 ± 0,02   | 0,55 ± 0,06    | <0,01            |
| C20:3 n-9c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | <0,01          | <0,01            |
| C20:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 1,03 ± 0,05   | 0,15 ± 0,02    | <0,01            |
| C20:4 n-6c  | 5,99 ± 0,37        | 2,48           | 2,31 ± 0,67     | 1,87 ± 0,26   | 0,86 ± 0,03    | 3,82 ± 1,64      |
| C20:5 n-3cc | 20,03 ± 0,22       | 6,59           | 15,66 ± 0,49    | 0,39 ± 0,24   | 6,65 ± 0,59    | 6,46 ± 0,42      |
| C22:0       | <0,01              | 0,27           | 0,15 ± 0,01     | 0,09 ± 0,13   | 0,05 ± 0,05    | 0,39 ± 0,25      |
| C22:1 n-11c | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | 4,49 ± 0,48    | <0,01            |
| C24:1 n-9c  | 0,87 ± 0,01        | <0,01          | 0,13 ± 0,01     | 0,30 ± 0,02   | 0,51 ± 0,03    | <0,01            |
| C22:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | 0,05 ± 0,05    | <0,01            |
| C22:4 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | 0,57 ± 0,05    | <0,01            |
| C22:4 n-3c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | <0,01          | <0,01            |
| C22:5 n-3c  | 0,72 ± 0,02        | 0,79           | 0,71 ± 0,07     | 0,67 ± 0,08   | 0,24 ± 0,03    | 1,62 ± 0,38      |
| CXX         | 2,47 ± 0,02        | 2,68           | 0,73 ± 0,10     | 0,57 ± 0,05   | 2,98 ± 0,08    | 1,60 ± 0,25      |
| C23:0       | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01         | <0,01          | <0,01            |
| C22:6 n-3c  | 29,89 ± 0,02       | 37,94          | 37,56 ± 0,16    | 3,53 ± 0,38   | 13,65 ± 0,52   | 36,66 ± 1,29     |
| NMK         | 27,64 ± 0,62       | 31,88          | 33,58 ± 0,11    | 38,49 ± 0,21  | 20,73 ± 0,84   | 30,50 ± 2,42     |
| ENMK        | 12,51 ± 0,98       | 15,95          | 8,64 ± 0,09     | 36,67 ± 0,82  | 38,02 ± 3,69   | 16,95 ± 3,11     |
| VNMK        | 57,38 ± 0,73       | 49,23          | 56,90 ± 0,0     | 24,18 ± 1,43  | 38,22 ± 3,45   | 50,56 ± 4,38     |
| n-3         | 50,64 ± 0,26       | 45,79          | 54,13 ± 0,01    | 5,38 ± 0,70   | 24,18 ± 2,74   | 45,32 ± 2,44     |
| n-6         | 6,42 ± 0,43        | 3,22           | 2,49 ± 0,01     | 18,03 ± 0,71  | 8,63 ± 0,55    | 4,87 ± 1,71      |
| n-6/n-3     | 0,13               | 0,07           | 0,05            | 3,35          | 0,36           | 0,11             |
| P/S         | 2,08               | 1,54           | 1,69            | 0,63          | 1,84           | 1,66             |
| IA          | 0,33               | 0,43           | 0,56            | 0,68          | 0,41           | 0,42             |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

Se nadaljuje

Preglednica 16: Nadaljevanje: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK)

| MK          | OSLIČ<br>n = 4 | OSTRIŽ<br>n = 2 | OVČICA<br>n = 2 | PANGA<br>n = 1 | POSTRV<br>n = 2 |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| C12:0       | 0,05 ± 0,01    | 0,09 ± 0,01     | 0,54 ± 0,01     | 0,29           | 0,08 ± 0,02     |
| C13:0       | 0,06 ± 0,01    | 0,04 ± 0,02     | 0,04 ± 0,01     | 0,23           | 0,08 ± 0,01     |
| C14:0       | 0,68 ± 0,21    | 2,48 ± 0,04     | 5,88 ± 0,11     | 3,85           | 3,61 ± 0,23     |
| C14:1 n-5t  | 0,09 ± 0,01    | 0,38 ± 0,01     | 0,21 ± 0,02     | 0,02           | 0,12 ± 0,01     |
| C14:1 n-5c  | 0,02 ± 0,02    | 0,16 ± 0,01     | 0,24 ± 0,02     | 0,25           | 0,04 ± 0,00     |
| C15:0       | 0,34 ± 0,05    | 0,41 ± 0,01     | 0,79 ± 0,01     | 0,41           | 0,29 ± 0,00     |
| C15:1 n-5c  | <0,01          | 0,32 ± 0,02     | <0,01           | 0,23           | <0,01           |
| C16:0 iso   | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           |
| C16:0       | 17,98 ± 0,28   | 20,66 ± 0,10    | 17,01 ± 0,08    | 27,43          | 14,78 ± 0,01    |
| C16:1 n-7t  | 0,13 ± 0,11    | 0,06 ± 0,00     | 0,04 ± 0,00     | 0,07           | 0,28 ± 0,00     |
| C16:1 n-7c  | 1,25 ± 0,12    | 8,97 ± 0,01     | 9,49 ± 0,18     | 1,05           | 5,83 ± 0,14     |
| C17:0       | 0,91 ± 0,09    | 1,14 ± 0,01     | 1,12 ± 0,00     | 0,47           | 0,42 ± 0,01     |
| C17:1 n-7t  | 0,14 ± 0,01    | 0,11 ± 0,01     | 0,23 ± 0,00     | 0,08           | 0,07 ± 0,01     |
| C17:1 n-7c  | 0,26 ± 0,05    | 0,87 ± 0,00     | 0,80 ± 0,01     | 0,21           | 0,80 ± 0,01     |
| C18:0       | 4,05 ± 0,19    | 8,60 ± 0,06     | 6,60 ± 0,12     | 5,74           | 3,19 ± 0,04     |
| C18:1 n-9t  | 0,18 ± 0,05    | 0,14 ± 0,01     | 0,33 ± 0,00     | 0,36           | 0,09 ± 0,00     |
| C18:1 n-11c | <0,01          | <0,01           | 0,04 ± 0,00     | <0,01          | 0,70 ± 0,01     |
| C18:1 n-9c  | 7,56 ± 1,36    | 15,02 ± 0,19    | 10,74 ± 0,15    | 30,48          | 17,68 ± 0,01    |
| C18:1 n-7c  | 2,73 ± 0,33    | 3,96 ± 0,02     | 4,22 ± 0,07     | 0,94           | 2,71 ± 0,05     |
| C18:2 n-6tt | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 0,17 ± 0,01     |
| C18:2 n-6tc | <0,01          | 0,11 ± 0,00     | <0,01           | 0,14           | 0,09 ± 0,00     |
| C18:2 n-6cc | 1,24 ± 0,29    | 1,44 ± 0,01     | 1,29 ± 0,01     | 14,81          | 8,85 ± 0,01     |
| C18:3 n-6c  | <0,01          | 0,12 ± 0,00     | 0,10 ± 0,00     | 0,48           | 0,29 ± 0,00     |
| C18:3 n-3c  | 0,56 ± 0,12    | 1,10 ± 0,01     | 0,67 ± 0,01     | 0,78           | 1,22 ± 0,00     |
| C20:0       | <0,01          | 0,31 ± 0,00     | 0,24 ± 0,00     | 0,44           | 0,09 ± 0,00     |
| C20:1 n-11t | <0,01          | 0,19 ± 0,00     | 0,55 ± 0,01     | <0,01          | 0,45 ± 0,01     |
| C20:1 n-11c | 0,34 ± 0,01    | 0,40 ± 0,00     | 1,08 ± 0,04     | 0,91           | 2,66 ± 0,01     |
| C18:2 n-7k  | 0,14 ± 0,10    | 0,14 ± 0,00     | <0,01           | 0,05           | 0,21 ± 0,00     |
| C18:2 n-6k  | <0,01          | <0,01           | 0,81 ± 0,03     | <0,01          | <0,01           |
| C18:4 n-3c  | 0,39 ± 0,05    | 0,14 ± 0,00     | 1,40 ± 0,02     | <0,01          | 1,59 ± 0,02     |
| C20:2 n-9c  | 0,29 ± 0,00    | 0,19 ± 0,00     | 0,62 ± 0,00     | 0,85           | 0,46 ± 0,00     |
| C20:3 n-9c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 0,29 ± 0,00     |
| C20:3 n-6c  | <0,01          | 0,20 ± 0,01     | 0,16 ± 0,00     | 1,27           | 0,91 ± 0,01     |
| C20:4 n-6c  | 4,50 ± 1,95    | 4,87 ± 0,08     | 2,49 ± 0,13     | 2,07           | 1,97 ± 0,02     |
| C20:5 n-3c  | 14,48 ± 2,04   | 3,37 ± 0,07     | 13,57 ± 0,04    | 0,36           | 7,64 ± 0,01     |
| C22:0       | 0,31 ± 0,07    | <0,01           | <0,01           | 0,33           | <0,01           |
| C22:1 n-11c | <0,01          | <0,01           | 0,16 ± 0,01     | 0,25           | 0,30 ± 0,00     |
| C24:1 n-9c  | 0,36 ± 0,42    | 1,12 ± 0,07     | 0,23 ± 0,01     | 0,28           | 0,25 ± 0,00     |
| C22:3 n-6c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           |
| C22:4 n-6c  | <0,01          | <0,01           | 0,95 ± 0,00     | 0,28           | 0,61 ± 0,00     |
| C22:4 n-3c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 0,26 ± 0,00     |
| C22:5 n-3c  | 0,65 ± 0,10    | 1,93 ± 0,06     | 0,70 ± 0,03     | 0,70           | 2,66 ± 0,01     |
| CXX         | 1,50 ± 0,63    | 5,50 ± 0,04     | 4,55 ± 0,03     | 0,46           | <0,01           |
| C23:0       | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 1,12 ± 0,12     |
| C22:6 n-3c  | 38,80 ± 4,21   | 15,51 ± 0,31    | 12,10 ± 0,45    | 3,45           | 17,24 ± 0,05    |
| NMK         | 24,08 ± 0,85   | 33,71 ± 0,22    | 32,22 ± 0,22    | 38,85          | 23,57 ± 0,18    |
| ENMK        | 13,06 ± 2,50   | 31,69 ± 0,36    | 28,37 ± 0,50    | 35,13          | 31,98 ± 0,06    |
| VNMK        | 61,06 ± 8,86   | 29,10 ± 0,55    | 34,87 ± 0,74    | 25,23          | 44,45 ± 0,12    |
| n-3         | 54,89 ± 6,51   | 22,04 ± 0,45    | 28,44 ± 0,56    | 5,29           | 30,61 ± 0,07    |
| n-6         | 5,74 ± 2,24    | 6,74 ± 0,10     | 5,81 ± 0,18     | 19,04          | 12,88 ± 0,05    |
| n-6/n-3     | 0,10           | 0,31            | 0,20            | 3,60           | 0,42            |
| P/S         | 2,54           | 0,86            | 1,08            | 0,65           | 1,89            |
| IA          | 0,30           | 0,54            | 0,70            | 0,73           | 0,40            |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

Se nadaljuje

Preglednica 16: Nadalevanje: Maščobnokislinska sestava svežih rib (ut. % od vseh MK)

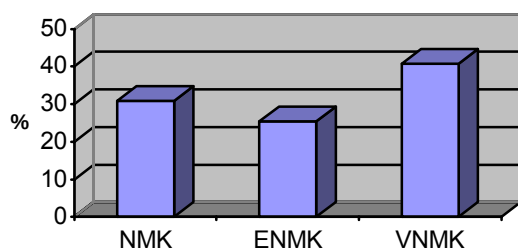
| MK          | RIBON<br>n=2 | ROMB<br>n=2  | TUNA<br>n=4  | UGOR<br>n=2  | ZOBATEC<br>n=2 |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| C12:0       | 0,17 ± 0,00  | 0,06 ± 0,01  | 0,03 ± 0,03  | 0,10 ± 0,01  | <0,01          |
| C13:0       | 0,04 ± 0,00  | 0,03 ± 0,00  | 0,17 ± 0,13  | 0,04 ± 0,00  | <0,01          |
| C14:0       | 2,79 ± 0,06  | 4,00 ± 0,13  | 0,98 ± 0,56  | 4,33 ± 0,18  | 2,92 ± 0,60    |
| C14:1 n-5t  | 0,18 ± 0,01  | 0,14 ± 0,01  | 0,02 ± 0,03  | 0,24 ± 0,01  | 0,39 ± 0,07    |
| C14:1 n-5c  | 0,17 ± 0,03  | 0,05 ± 0,01  | 0,09 ± 0,11  | 0,30 ± 0,01  | 0,15 ± 0,03    |
| C15:0       | 0,71 ± 0,02  | 0,40 ± 0,00  | 0,57 ± 0,20  | 0,67 ± 0,03  | 0,52 ± 0,06    |
| C15:1 n-5c  | 0,10 ± 0,00  | <0,01        | 0,06 ± 0,07  | 0,08 ± 0,00  | 0,17 ± 0,01    |
| C16:0 iso   | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C16:0       | 22,15 ± 0,47 | 17,44 ± 0,09 | 19,23 ± 2,01 | 19,65 ± 0,08 | 21,93 ± 0,32   |
| C16:1 n-7t  | 0,78 ± 0,03  | 0,34 ± 0,01  | 0,17 ± 0,16  | 0,03         | 0,18 ± 0,08    |
| C16:1 n-7c  | 8,36 ± 0,18  | 4,38 ± 0,15  | 1,88 ± 0,88  | 8,40 ± 0,30  | 9,06 ± 1,54    |
| C17:0       | 1,47 ± 0,03  | 0,92 ± 0,01  | 2,09 ± 0,22  | 1,14 ± 0,04  | 1,22 ± 0,05    |
| C17:1 n-7t  | 0,35 ± 0,01  | 0,18         | 0,53 ± 0,39  | 0,27 ± 0,02  | 0,06 ± 0,09    |
| C17:1 n-7c  | 0,84 ± 0,01  | 0,74 ± 0,01  | 0,57 ± 0,13  | 0,92 ± 0,01  | 0,72 ± 0,13    |
| C18:0       | 7,26 ± 0,17  | 3,94 ± 0,07  | 8,02 ± 2,29  | 4,18 ± 0,10  | 8,69 ± 0,31    |
| C18:1 n-9t  | 0,39 ± 0,01  | 0,10 ± 0,00  | 0,11 ± 0,13  | 0,30 ± 0,00  | 0,07 ± 0,10    |
| C18:1 n-11c | 0,02 ± 0,00  | 0,34 ± 0,02  | <0,01        | 0,05 ± 0,00  | <0,01          |
| C18:1 n-9c  | 16,91 ± 0,37 | 9,65 ± 0,15  | 13,67 ± 0,82 | 21,50 ± 0,34 | 7,59 ± 0,16    |
| C18:1 n-7c  | 3,68 ± 0,08  | 2,56 ± 0,02  | 1,82 ± 0,27  | 4,38 ± 0,13  | 3,96 ± 0,10    |
| C18:2 n-6tt | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C18:2 n-6tc | 0,34 ± 0,00  | 0,08 ± 0,03  | <0,01        | 0,07 ± 0,01  | <0,01          |
| C18:2 n-6cc | 0,62 ± 0,01  | 4,07 ± 0,04  | 0,94 ± 0,14  | 1,45 ± 0,06  | 0,98 ± 0,04    |
| C18:3 n-6c  | 0,11 ± 0,01  | 0,13 ± 0,00  | <0,01        | 0,13 ± 0,00  | <0,01          |
| C18:3 n-3c  | 0,31 ± 0,00  | 0,72 ± 0,01  | 0,11 ± 0,13  | 0,80 ± 0,02  | 0,87 ± 0,07    |
| C20:0       | 0,28 ± 0,01  | 0,15 ± 0,00  | 0,08 ± 0,10  | 0,24 ± 0,02  | 0,27 ± 0,02    |
| C20:1 n-11t | 0,88 ± 0,01  | 0,16 ± 0,00  | <0,01        | 0,41 ± 0,04  | <0,01          |
| C20:1 n-11c | 1,06 ± 0,02  | 2,19 ± 0,03  | 0,65 ± 0,09  | 0,98 ± 0,04  | 0,23 ± 0,02    |
| C18:2 n-7k  | 0,60 ± 0,01  | 0,35 ± 0,00  | <0,01        | 0,32 ± 0,02  | 0,12 ± 0,18    |
| C18:2 n-6k  | <0,01 ±      | 0,23 ± 0,01  | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C18:4 n-3c  | 0,62 ± 0,01  | 1,34 ± 0,06  | 0,02 ± 0,05  | 0,43 ± 0,01  | <0,01          |
| C20:2 n-9c  | 0,51 ± 0,01  | 0,38 ± 0,01  | 0,13 ± 0,15  | 0,39 ± 0,00  | <0,01          |
| C20:3 n-9cc | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C20:3 n-6c  | 0,21 ± 0,01  | <0,01        | 0,04 ± 0,01  | 0,34 ± 0,02  | <0,01          |
| C20:4 n-6c  | 1,65 ± 2,13  | 1,98 ± 0,03  | 5,92 ± 0,87  | 4,25 ± 0,26  | 5,39 ± 0,73    |
| C20:5 n-3c  | 9,16 ± 0,20  | 11,37 ± 0,08 | 3,88 ± 0,53  | 4,67 ± 0,18  | 3,48 ± 0,20    |
| C22:0       | 0,21 ± 0,01  | 0,16 ± 0,01  | 0,15 ± 0,18  | 0,09 ± 0,12  | <0,01          |
| C22:1 n-11c | 0,19 ± 0,01  | 1,45 ± 0,05  | <0,01        | 0,19 ± 0,02  | <0,01          |
| C24:1 n-9c  | 0,24 ± 0,02  | 0,53 ± 0,11  | 0,19 ± 0,22  | 0,39 ± 0,05  | 1,31 ± 0,04    |
| C22:3 n-6c  | <0,01        | <0,01        | <0,01        | 0,10 ± 0,14  | <0,01          |
| C22:4 n-6c  | 1,45 ± 0,03  | <0,01        | 0,27 ± 0,31  | 1,63 ± 0,03  | <0,01          |
| C22:4 n-3c  | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C22:5 n-3c  | 0,97 ± 0,02  | 0,70 ± 0,01  | 3,53 ± 0,75  | 0,89 ± 0,00  | 2,42 ± 0,30    |
| CXX         | 3,01 ± 0,07  | 4,12 ± 0,00  | 1,16 ± 0,20  | 3,17 ± 0,05  | 8,14 ± 0,02    |
| C23:0       | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01        | <0,01          |
| C22:6 n-3c  | 11,21 ± 0,26 | 24,62 ± 0,42 | 32,90 ± 0,67 | 12,45 ± 0,89 | 19,14 ± 1,72   |
| NMK         | 35,08 ± 0,77 | 27,10 ± 0,32 | 31,33 ± 5,71 | 30,43 ± 0,53 | 35,56 ± 1,36   |
| ENMK        | 34,16 ± 0,80 | 22,82 ± 0,56 | 19,77 ± 3,30 | 38,46 ± 0,97 | 23,90 ± 2,36   |
| VNMK        | 30,76 ± 2,76 | 50,08 ± 0,70 | 48,90 ± 3,86 | 31,11 ± 1,69 | 40,54 ± 3,26   |
| n-3         | 22,26 ± 0,49 | 38,75 ± 0,58 | 40,44 ± 2,12 | 19,25 ± 1,11 | 25,90 ± 2,29   |
| n-6         | 4,38 ± 2,18  | 6,48 ± 0,11  | 7,16 ± 1,39  | 7,97 ± 0,51  | 6,37 ± 0,77    |
| n-6/n-3     | 0,20         | 0,17         | 0,18         | 0,41         | 0,25           |
| P/S         | 0,88         | 1,85         | 1,56         | 1,02         | 1,14           |
| IA          | 0,60         | 0,51         | 0,39         | 0,60         | 0,64           |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

Sveže ribe povprečno vsebujejo največ VNMK (40,8 %) in sicer je z njimi najbolj bogat oslič (61,1 %) potem hobotnica (57,4 %) in lignji (56,9 %) (preglednici 16 in 17). Najbolj zastopana je DHA maščobna kislina, ki predstavlja skupno več kot polovico vseh VNMK (21,7 % od skupno 40,8 %). Na drugem mestu je EPA (20:5, n-3), ki predstavlja povprečno 8,0 % vseh MK. Tretja je oktadekadienojska kislina (18:2, n-6) in sicer povprečno 3,7 % vseh MK.

Od NMK je najbolj zastopana palmitinska kislina (16:0), ki predstavlja skoraj dve tretjini od vseh NMK (20,1 od 30,9 %). Na drugem mestu je oktadekanojska kislina (18:0), ki predstavlja 6,0 % vseh MK.

Od ENMK prevladuje oleinska kislina (18:1, n-9c) in sicer z 14,3 % od vseh MK. Druga po zastopanosti je palmitooleinska kislina (16:1, n-7c) s 4,4 % in tretja oktadekaenojska (18:1, n-7c) z 2,6 % od vseh MK.



Slika 8: Povprečni deleži posameznih skupin MK za vse analizirane sveže ribe

#### 4.1.3.1 Določitev najbolj zastopanih maščobnih kislin v svežih ribah

V preglednici 17 smo podali povprečne vrednosti deleža MK za vseh 16 svežih rib. Podatek je koristen za hiter pregled vrste in količine maščobnih kislin, ki so zastopane v ribah.

Razmerje n-6/n-3 je ugodno znotraj mej 5 : 1 do 10 : 1 (Connor, 1994). V preglednicah 16 in 17 lahko vidimo, da je razmerje v mejah med 0,05 : 1 in 3,60 : 1.

Povprečni delež n-3 MK znaša 32,1 % vseh MK. Največ n-3 MK ima oslič (54,9 %), nato lignji (54,1 %), hobotnica (50,6 %), kovač (45,7 %), morska žaba (45,3 %), sveža tuna (40,4 %), romb (45,8 %) in postrv (44,5 %).

Razmerje P/S je ugodno, ko je večje od 0,5 (Salobir, 2000). Za vzorce analiziranih svežih rib smo izračunali P/S razmerje od 0,6 do 2,5.

Indeks aterogenosti je s prehranskega stališča ugoden, ko vrednosti znašajo manj od 0,5. Tako kakor pri ostalih pokazateljih prehranske kakovosti ima tudi ta indeks pri svežih ribah velik razpon, tj. od 0,30 do 0,73.

Preglednica 17: Povprečni deleži najbolj zastopanih MK ter njihova prisotnost v analiziranih svežih ribah

| MK             | POVPREČNE<br>VREDNOSTI (%) | MINIMALNE<br>VREDNOSTI (%) | RIBA Z MIN.<br>VREDNOSTJO | MAKSIMALNE<br>VREDNOSTI (%) | RIBA Z MAKS.<br>VREDNOSTJO |
|----------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| C14:0          | 2,85                       | 0,68                       | oslič                     | 5,88                        | ovčica                     |
| C16:0          | 20,09                      | 12,80                      | losos                     | 27,43                       | panga                      |
| C16:1 n-7c     | 4,39                       | 0,60                       | hobotnica                 | 9,49                        | ovčica                     |
| C17:0          | 1,04                       | 0,42                       | postrv                    | 2,09                        | tuna                       |
| C18:0          | 6,04                       | 2,64                       | losos                     | 8,69                        | zobatec                    |
| C18:1 n-9c     | 14,31                      | 2,06                       | hobotnica                 | 32,40                       | list                       |
| C18:1 n-7c     | 2,63                       | 0,94                       | panga                     | 4,38                        | ugor                       |
| C18:2 n-6c     | 3,72                       | 0,19                       | lignji                    | 14,81                       | panga                      |
| C20:1 n-11c    | 1,26                       | 0,23                       | zobatec                   | 3,20                        | hobotnica                  |
| C20:4 n-6c     | 3,28                       | 0,86                       | losos                     | 5,99                        | hobotnica                  |
| C20:5 n-3c EPA | 7,99                       | 0,36                       | panga                     | 20,03                       | hobotnica                  |
| CXX            | 2,66                       | <0,01                      | postrv                    | 8,14                        | zobatec                    |
| C22:6 n-3c DHA | 21,66                      | 3,45                       | panga                     | 38,80                       | oslič                      |
| NMK            | 30,89                      | 20,73                      | losos                     | 38,85                       | panga                      |
| ENMK           | 25,50                      | 8,64                       | lignji                    | 38,46                       | ugor                       |
| VNMK           | 40,81                      | 24,18                      | list                      | 61,06                       | oslič                      |
| n-3            | 32,08                      | 5,29                       | panga                     | 54,89                       | oslič                      |
| n-6            | 12,73                      | 2,49                       | lignji                    | 19,04                       | panga                      |
| n-6/n-3        | 0,40                       | 0,05                       | lignji                    | 3,60                        | panga                      |
| P/S            | 1,32                       | 0,63                       | list                      | 2,54                        | oslič                      |
| IA             | 0,52                       | 0,30                       | oslič                     | 0,73                        | panga                      |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

#### 4.1.4 Maščobnokislinska sestava tune v lastnem soku

S statističnim modelom smo določili vplive na maščobnokislinsko sestavo konzervirane tune štirih različnih proizvajalcev (preglednica 18). Ugotavljali smo razlike med proizvajalci (štiri proizvajalci), razlike znotraj ponovitev (za vsakega proizvajalca smo naredili 5 ponovitev) in razlike znotraj paralelk (vsako določitev smo opravili v dveh paralelkah).

Iz preglednice 18 je razvidno, da se konzervirane tune pri opazovanju razlik med proizvajalci statistično zelo značilno razlikujejo ( $P \leq 0,001$ ) v 14 od 45 analiziranih MK ter v deležu NMK, ENMK in VNMK. V deležu n-6, n-3 MK in razmerju n-6/n-3 ter v sedmih MK se statistično značilno razlikujejo ( $P \leq 0,05$ ).

Konzervirane tune v lastnem soku se med ponovitvami statistično zelo značilno razlikujejo ( $P \leq 0,001$ ) v samo eni MK (16:0). Statistično značilno ( $P \leq 0,05$ ) se razlikuje med ponovitvami devet MK in NMK, VNMK in n-6 MK.

Med paralelkama ni statistično značilne razlike.

Z navedenim modelom smo opisali dokaj majhen delež vseh variabilnosti, saj znaša povprečni  $R^2$  samo 0,4858.

Preglednica 18: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo konzervirane tune štirih različnih proizvajalcev

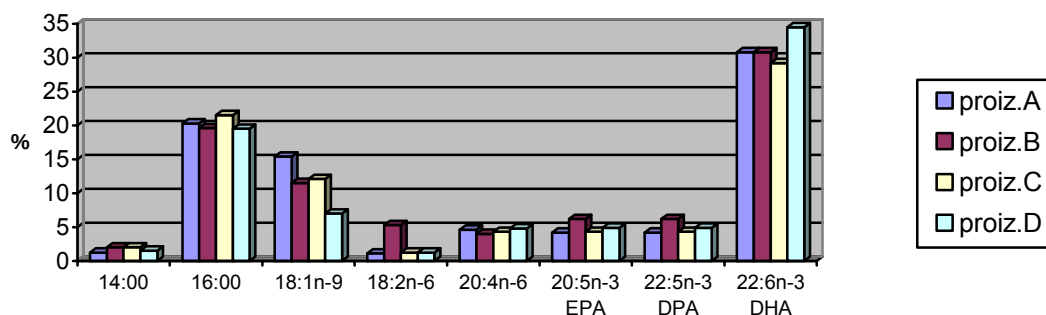
| VIRI VARIABILNOSTI (P VREDNOST) |              |           |           |                |
|---------------------------------|--------------|-----------|-----------|----------------|
| MK                              | PROIZVAJALEC | PONOVITEV | PARALELKA | R <sup>2</sup> |
| <b>C12:0</b>                    | <0,001       | 0,0576    | 0,9754    | 0,6375         |
| <b>C13:0</b>                    | 0,0711       | 0,0565    | 0,9826    | 0,3684         |
| <b>C14:0</b>                    | 0,0521       | 0,1721    | 0,9463    | 0,3331         |
| <b>C14:1</b> n-5t               | 0,0486       | 0,2131    | 0,7249    | 0,3281         |
| <b>C14:1</b> n-5c               | 0,4059       | 0,4224    | 0,3251    | 0,2051         |
| <b>C15:0</b>                    | <0,001       | 0,2869    | 0,8891    | 0,5867         |
| <b>C15:1</b> n-5c               |              |           |           |                |
| <b>C16:0</b> iso                |              |           |           |                |
| <b>C16:0</b>                    | <0,0001      | <0,001    | 0,6668    | 0,7441         |
| <b>C16:1</b> n-7t               | 0,0211       | 0,0442    | 0,8299    | 0,4192         |
| <b>C16:1</b> n-7c               | <0,0001      | 0,0299    | 0,9587    | 0,5851         |
| <b>C17:0</b>                    | 0,0001       | 0,4311    | 0,9615    | 0,7113         |
| <b>C17:1</b> n-7t               | <0,0001      | 0,1068    | 0,8239    | 0,6592         |
| <b>C17:1</b> n-7c               | <0,0001      | 0,4863    | 0,4354    | 0,7101         |
| <b>C18:0</b>                    | <0,0001      | 0,3915    | 0,8974    | 0,6898         |
| <b>C18:1</b> n-9t               | 0,3162       | 0,1529    | 0,5313    | 0,2672         |
| <b>C18:1</b> n-11c              | 0,0771       | 0,0621    | 0,8292    | 0,3622         |
| <b>C18:1</b> n-9c               | <0,0001      | 0,5627    | 0,8043    | 0,8442         |
| <b>C18:1</b> n-7c               | <0,0001      | 0,0001    | 0,9305    | 0,8586         |
| <b>C18:2</b> n-6tt              |              |           |           |                |
| <b>C18:2</b> n-6tc              | 0,1656       | 0,0453    | 0,8632    | 0,3473         |
| <b>C18:2</b> n-6cc              | 0,0014       | 0,0485    | 0,8988    | 0,4973         |
| <b>C18:3</b> n-6c               | 0,1171       | 0,0698    | 0,9871    | 0,3411         |
| <b>C18:3</b> n-3c               | 0,0025       | 0,0404    | 0,7884    | 0,4861         |
| <b>C20:0</b>                    | 0,1263       | 0,5953    | 0,6597    | 0,2286         |
| <b>C20:1</b> n-11t              | 0,4059       | 0,4224    | 0,3251    | 0,2051         |
| <b>C20:1</b> n-11c              | <0,0001      | 0,0831    | 0,7188    | 0,8078         |
| <b>C18:2</b> n-7k               | 0,1134       | 0,0726    | 0,9765    | 0,3405         |
| <b>C18:2</b> n-6k               |              |           |           |                |
| <b>C18:4</b> n-3c               | 0,0018       | 0,2324    | 0,8113    | 0,4467         |
| <b>C20:2</b> n-9c               | 0,0016       | 0,0362    | 0,9781    | 0,4501         |
| <b>C20:3</b> n-9c               |              |           |           |                |
| <b>C20:3</b> n-6c               | 0,0566       | 0,2752    | 0,9571    | 0,3076         |
| <b>C20:4</b> n-6c               | 0,0628       | 0,0311    | 0,8866    | 0,3962         |
| <b>C20:5</b> n-3c EPA           | <0,0001      | 0,2276    | 0,9745    | 0,6461         |
| <b>C22:0</b>                    | 0,0393       | 0,2761    | 0,9167    | 0,3232         |
| <b>C22:1</b> n-11c              | 0,0013       | 0,0609    | 0,7799    | 0,4947         |
| <b>C24:1</b> n-9c               | 0,0131       | 0,3105    | 0,5364    | 0,3679         |
| <b>C22:3</b> n-6c               |              |           |           |                |
| <b>C22:4</b> n-6c               | 0,4968       | 0,0058    | 0,6851    | 0,3971         |
| <b>C22:4</b> n-3c               |              |           |           |                |
| <b>C22:5</b> n-3c DPA           | <0,0001      | 0,1809    | 0,8499    | 0,6839         |
| <b>CXX</b>                      | 0,0001       | 0,0822    | 0,9481    | 0,5486         |
| <b>C23:0</b>                    |              |           |           |                |
| <b>C22:6</b> n-3c DHA           | 0,0843       | 0,5062    | 0,9115    | 0,2562         |
| NMK                             | <0,0001      | 0,0026    | 0,8618    | 0,8618         |
| ENMK                            | <0,0001      | 0,2159    | 0,9091    | 0,9091         |
| VNMK                            | <0,0001      | 0,0265    | 0,9733    | 0,9733         |
| P/S                             | <0,0001      | 0,0051    | 0,9761    | 0,9761         |
| IA                              | 0,1427       | 0,1726    | 0,9768    | 0,9768         |
| n-6                             | 0,0093       | 0,0343    | 0,9063    | 0,9063         |
| n-3                             | 0,0062       | 0,5909    | 0,9309    | 0,9309         |
| n-6/n-3                         | 0,0164       | 0,0951    | 0,8852    | 0,8852         |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK. Stopnja značilnosti:  $P \leq 0,001$  - zelo statistično značilno;  $P \leq 0,01$  in  $P \leq 0,05$  - statistično značilno;  $P > 0,05$  - ni statistično značilno

Preglednica 19: Maščobnokislinska sestava tune v lastnem soku štirih različnih proizvajalcev (ut. % od vseh MK) (Duncan test,  $\alpha = 0,05$ )

| MK          | PROIZVAJALEC A<br>n=10     | PROIZVAJALEC B<br>n=10     | PROIZVAJALEC C<br>n=10    | PROIZVAJALEC D<br>n=10    | ZNAČ. |
|-------------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|-------|
| C12:0       | <0,01                      | 0,07 ± 0,06 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C13:0       | <0,01                      | 0,01 ± 0,02 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C14:0       | 1,17 ± 0,33 <sup>a</sup>   | 1,95 ± 1,38 <sup>a</sup>   | 1,99 ± 0,24 <sup>a</sup>  | 1,45 ± 0,48 <sup>a</sup>  | nz    |
| C14:1 n-5t  | <0,01                      | 0,05 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,05 ± 0,05 <sup>a</sup>  | 0,05 ± 0,05 <sup>a</sup>  |       |
| C14:1 n-5c  | <0,01                      | 0,01 ± 0,02 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C15:0       | 0,52 ± 0,09 <sup>b</sup>   | 0,46 ± 0,10 <sup>b</sup>   | 0,72 ± 0,04 <sup>a</sup>  | 0,65 ± 0,16 <sup>a</sup>  | ***   |
| C15:1 n-5c  | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C16:0 iso   | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C16:0       | 20,33 ± 1,31 <sup>b</sup>  | 19,59 ± 1,06 <sup>c</sup>  | 21,51 ± 0,71 <sup>a</sup> | 19,47 ± 0,51 <sup>c</sup> | ***   |
| C16:1 n-7t  | 0,35 ± 0,11 <sup>a</sup>   | 0,26 ± 0,12 <sup>c</sup>   | 0,36 ± 0,04 <sup>a</sup>  | 0,27 ± 0,07 <sup>c</sup>  | *     |
| C16:1 n-7c  | 2,13 ± 0,61 <sup>b</sup>   | 2,16 ± 1,04 <sup>b</sup>   | 3,57 ± 0,40 <sup>a</sup>  | 2,67 ± 0,69 <sup>b</sup>  | ***   |
| C17:0       | 2,12 ± 0,14 <sup>a</sup>   | 1,54 ± 0,20 <sup>b</sup>   | 2,07 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 2,16 ± 0,27 <sup>a</sup>  | ***   |
| C17:1 n-7t  | 0,21 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,14 ± 0,09 <sup>a</sup>   | <0,01                     | 0,15 ± 0,09 <sup>a</sup>  |       |
| C17:1 n-7c  | 0,47 ± 0,10 <sup>b</sup>   | 0,41 ± 0,06 <sup>b</sup>   | 0,78 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 0,50 ± 0,16 <sup>b</sup>  | ***   |
| C18:0       | 8,22 ± 0,32 <sup>b</sup>   | 8,20 ± 1,14 <sup>b</sup>   | 8,01 ± 0,16 <sup>b</sup>  | 10,06 ± 0,51 <sup>a</sup> | ***   |
| C18:1 n-9t  | 0,09 ± 0,09 <sup>a</sup>   | 0,08 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,04 ± 0,06 <sup>a</sup>  | 0,04 ± 0,06 <sup>a</sup>  | nz    |
| C18:1 n-11c | <0,01                      | 0,02 ± 0,04 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C18:1 n-9c  | 15,41 ± 1,55 <sup>a</sup>  | 11,46 ± 2,01 <sup>b</sup>  | 12,07 ± 0,92 <sup>b</sup> | 7,01 ± 0,96 <sup>c</sup>  | ***   |
| C18:1 n-7c  | 1,80 ± 0,27 <sup>c</sup>   | 1,92 ± 0,23 <sup>c</sup>   | 2,83 ± 0,31 <sup>a</sup>  | 2,25 ± 0,25 <sup>b</sup>  | ***   |
| C18:2 n-6tt | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C18:2 n-6tc | 0,05 ± 0,10 <sup>a</sup>   | 0,05 ± 0,06 <sup>a</sup>   | 0,07 ± 0,09 <sup>a</sup>  | <0,01                     |       |
| C18:2 n-6cc | 1,14 ± 0,12 <sup>b</sup>   | 5,27 ± 5,43 <sup>a</sup>   | 1,21 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 1,16 ± 0,06 <sup>b</sup>  | **    |
| C18:3 n-6c  | <0,01                      | 0,03 ± 0,05 <sup>a</sup>   | 0,02 ± 0,04 <sup>a</sup>  | 0,05 ± 0,06 <sup>a</sup>  |       |
| C18:3 n-3c  | 0,25 ± 0,13 <sup>a</sup>   | 0,32 ± 0,10 <sup>a</sup>   | 0,37 ± 0,03 <sup>a</sup>  | 0,40 ± 0,10 <sup>a</sup>  | **    |
| C20:0       | 0,22 ± 0,12 <sup>a</sup>   | 0,17 ± 0,15 <sup>a</sup>   | 0,30 ± 0,04 <sup>a</sup>  | 0,27 ± 0,15 <sup>a</sup>  | nz    |
| C20:1 n-11t | <0,01                      | 0,01 ± 0,05 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     | nz    |
| C20:1 n-11c | 0,65 ± 0,11 <sup>a</sup>   | 0,50 ± 0,13 <sup>b</sup>   | 0,39 ± 0,09 <sup>c</sup>  | 0,16 ± 0,09 <sup>d</sup>  | ***   |
| C18:2 n-7k  | <0,01                      | 0,02 ± 0,04 <sup>ab</sup>  | 0,03 ± 0,06 <sup>ab</sup> | 0,05 ± 0,07 <sup>a</sup>  | nz    |
| C18:2 n-6k  | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C18:4 n-3c  | 0,18 ± 0,13 <sup>b</sup>   | 0,21 ± 0,21 <sup>b</sup>   | 0,30 ± 0,03 <sup>b</sup>  | 0,44 ± 0,15 <sup>a</sup>  | **    |
| C20:2 n-9c  | 0,15 ± 0,13 <sup>b</sup>   | 0,30 ± 0,05 <sup>a</sup>   | 0,13 ± 0,12 <sup>b</sup>  | 0,16 ± 0,09 <sup>b</sup>  | **    |
| C20:3 n-9c  | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C20:3 n-6c  | <0,01                      | 0,05 ± 0,10 <sup>ab</sup>  | <0,01                     | 0,07 ± 0,09 <sup>a</sup>  |       |
| C20:4 n-6c  | 4,62 ± 1,30 <sup>a</sup>   | 3,97 ± 0,32 <sup>b</sup>   | 4,33 ± 0,39 <sup>ab</sup> | 4,77 ± 0,52 <sup>a</sup>  | nz    |
| C20:5 n-3c  | 4,20 ± 0,36 <sup>b</sup>   | 6,23 ± 1,33 <sup>a</sup>   | 4,28 ± 0,18 <sup>b</sup>  | 4,89 ± 0,48 <sup>b</sup>  | ***   |
| C22:0       | <0,01                      | 0,07 ± 0,14 <sup>ab</sup>  | <0,01                     | 0,12 ± 0,16 <sup>a</sup>  |       |
| C22:1 n-11c | <0,01                      | 0,16 ± 0,21 <sup>a</sup>   | <0,01                     | <0,01                     | *     |
| C24:1 n-9c  | 0,42 ± 0,29 <sup>a</sup>   | 0,06 ± 0,13 <sup>b</sup>   | 0,32 ± 0,29 <sup>a</sup>  | 0,34 ± 0,19 <sup>a</sup>  | *     |
| C22:3 n-6c  | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C22:4 n-6c  | 0,23 ± 0,30 <sup>a</sup>   | 0,10 ± 0,21 <sup>a</sup>   | 0,19 ± 0,31 <sup>a</sup>  | 0,27 ± 0,35 <sup>a</sup>  | *     |
| C22:4 n-3c  | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C22:5 n-3c  | 2,96 ± 0,57 <sup>b</sup>   | 2,43 ± 0,80 <sup>c</sup>   | 3,39 ± 0,42 <sup>b</sup>  | 4,35 ± 0,48 <sup>a</sup>  | ***   |
| CXX         | 1,37 ± 0,21 <sup>a</sup>   | 0,97 ± 0,32 <sup>b</sup>   | 1,48 ± 0,13 <sup>a</sup>  | 1,27 ± 0,25 <sup>a</sup>  | ***   |
| C23:0       | <0,01                      | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                     |       |
| C22:6 n-3c  | 30,78 ± 2,65 <sup>ab</sup> | 30,76 ± 7,88 <sup>ab</sup> | 29,19 ± 2,05 <sup>b</sup> | 34,47 ± 2,44 <sup>a</sup> | nz    |
| NMK         | 32,56 ± 1,24 <sup>b</sup>  | 32,06 ± 1,88 <sup>b</sup>  | 34,60 ± 0,80 <sup>a</sup> | 34,18 ± 0,91 <sup>a</sup> | ***   |
| ENMK        | 21,52 ± 2,86 <sup>a</sup>  | 17,24 ± 3,59 <sup>b</sup>  | 20,40 ± 1,73 <sup>a</sup> | 13,46 ± 1,31 <sup>c</sup> | ***   |
| VNMK        | 45,92 ± 3,97 <sup>b</sup>  | 50,70 ± 4,23 <sup>a</sup>  | 45,00 ± 2,30 <sup>b</sup> | 52,36 ± 2,04 <sup>a</sup> | ***   |
| P/S         | 1,41 ± 0,17 <sup>b</sup>   | 1,58 ± 0,19 <sup>a</sup>   | 1,30 ± 0,09 <sup>c</sup>  | 1,53 ± 0,10 <sup>a</sup>  | ***   |
| IA          | 0,42 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,44 ± 0,08 <sup>a</sup>   | 0,49 ± 0,09 <sup>a</sup>  | 0,46 ± 0,06 <sup>a</sup>  | nz    |
| n-6         | 6,04 ± 1,33 <sup>b</sup>   | 9,47 ± 5,34 <sup>a</sup>   | 5,82 ± 0,21 <sup>b</sup>  | 6,32 ± 0,70 <sup>b</sup>  | **    |
| n-3         | 38,36 ± 3,18 <sup>b</sup>  | 39,95 ± 7,25 <sup>b</sup>  | 37,54 ± 2,34 <sup>b</sup> | 44,55 ± 2,44 <sup>a</sup> | nz    |
| n-6/n-3     | 0,16 ± 0,03 <sup>b</sup>   | 0,24 ± 0,18 <sup>a</sup>   | 0,16 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 0,14 ± 0,02 <sup>b</sup>  | *     |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, nz ...statistično neznačilna razlika ( $P > 0,05$ ), \*\*\* statistično zelo visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,001$ ), \*\* statistično visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,01$ ), \* statistično značilen vpliv ( $P \leq 0,05$ )

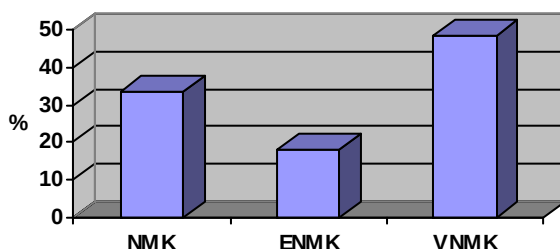


Slika 9: Deleži nekaterih prehransko pomembnih maščobnih kislin v tuni v lastnem soku (ut. % od vseh MK)

Tuna v lastnem soku vsebuje največ VNМК, in sicer okoli 50 % vseh MK. Največ VNМК vsebuje izdelek proizvajalca D (52,4 %) in najmanj proizvajalca C (45,0 %). Večidel VNМК predstavljajo n-3 MK (preglednica 19).

Na drugem mestu po zastopanosti so NMK (okoli 33 %). Razlike med proizvajalci so značilne, vendar majhne (od 32,1 do 34,6 %). Največji delež NMK predstavlja palmitinska kislina (16:0), povprečno 20,2 % vseh MK, nato oktadekanojska (18:0) s povprečno 8,6 % vseh MK in margarinska (17:0) s povprečno 2,0 % vseh MK.

Konzerve tune v lastnem soku vsebujejo okoli 18 % ENМК, katerih največ je v izdelku proizvajalca A (21,5 %) in najmanj v izdelku proizvajalca D (13,5 %).



Slika 10: Povprečni delež posameznih skupin MK v vzorcih tune v lastnem soku

Izračunani indeks P/S za tuno v lastnem soku je ugoden in znaša med 1,3 in 1,6 (preglednica 19). Med proizvajalci so razlike statistično različne ( $P \leq 0,001$ ).

V vrednostih indeksa IA med proizvajalci ni statističnih razlik in znašajo od 0,42 do 0,49, kar pomeni, da so pod kritično mejo 0,5, iz česar lahko sklepamo, da ima MK sestava ugoden vpliv na zdravje.

Delež n-3 VMМК v tuni v lastnem soku je visok (37,5 - 44,5 ut. %), vendar razlike med proizvajalci niso statistično značilne.

Indeks n-3/n-6 se med proizvajalci statistično razlikuje ( $P \leq 0,05$ ). Vrednosti znašajo od 1,14 do 0,24. S stališča zdrave prehrane je razmerje veliko prenizko, saj naj bi po priporočilih znašalo med 5 in 10.

Vse konzervirane tune vsebujejo največ DHA (22:6, n-3), in sicer povprečno 31 % vseh MK, kar predstavlja okoli 65 % vseh VNМК. Palmitinska kislina (16:0) je druga s povprečnim deležem 20,2 %, kar predstavlja okoli 60 % vseh NMK. Tretja je oleinska (18:1, n-9), ki jo tune v lastnem soku vsebujejo povprečno 11,5 % in predstavlja okoli 63 % ENMK. Četrta je stearinska kislina (18:0) s povprečno vrednostjo 8,6 %, nato arahidonska kislina (20:4, n-6), ki so jo vzorci vsebovali povprečno 4,4 %, DPK (22:5, n-3) s povprečjem 3,3 % in sedma palmitooleinska kislina (16:1, n-7), ki so jo vzorci vsebovali povprečno 2,6 %.

Delež nekaterih MK pri določenem proizvajalcu veliko odstopa od ostalih. Tako recimo izdelek proizvajalca B vsebuje več kot štirikrat več linolne kisline (18:2, n-6) od izdelkov ostalih proizvajalcev. V vsebnosti arahidonske kisline (20:4, n-6) praktično ni razlik med proizvajalci. Veliko DPA (22:5, n-3) vsebuje v primerjavi z ostalimi tuna proizvajalca D, skoraj dvakratno vrednost kakor tuna proizvajalca B. Prav tako vsebuje tuna proizvajalca D največ DHA (22:6, n-3).

#### **4.1.5 Maščobnokislinska sestava tune v različnih nalivih**

S statističnim modelom smo določili vplive na maščobnokislinsko sestavo tune konzervirane v štirih različnih nalivih (preglednica 20). Ugotavljali smo razlike med različnimi izdelki: tuno v lastnem soku (LS), tuno v oljčnem olju (OO), tuno v rastlinskem olju (RO) in tuno sončničnem olju (SO). Ugotavljali smo tudi razlike znotraj ponovitev (za LS in OO 14 ponovitev, za RO 6 ponovitev in za SO 2 ponovitvi) in razlike znotraj paralelk (vsako določitev smo opravili v dveh paralelkah).

Iz preglednice 20 je razvidno, da se konzervirane tune pri opazovanju razlik med nalivi statistično značilno razlikujejo v skupaj 38 od 45 MK ter v deležu NMK, ENMK, VNМК n-6, n-3 in vseh indeksih.

Značilne razlike v MK sestavi so večidel tudi med ponovitvami, medtem ko med paralelkami ni značilnih razlik.

Z navedenim modelom smo opisali nekoliko večji delež vseh variabilnosti kot pri primerjanju proizvajalcev, in sicer znaša povprečni  $R^2$  0,7298.

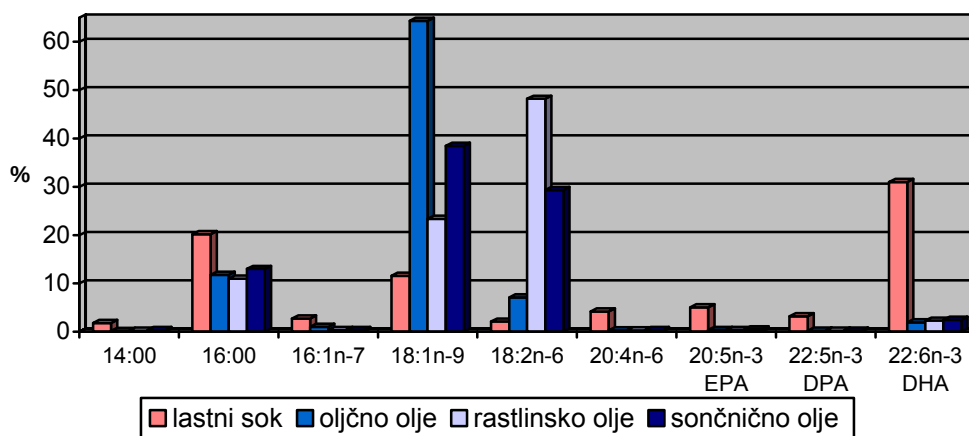
Preglednica 20: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo konzervirane tune v štirih različnih nalivih

| VIRI VARIABILNOSTI (P VREDNOST) |       |           |           |                |
|---------------------------------|-------|-----------|-----------|----------------|
| MK                              | NALIV | PONOVITEV | PARALELKA | R <sup>2</sup> |
| <b>C12:0</b>                    |       | 0,0007    | 0,0003    | 0,9846         |
| <b>C13:0</b>                    |       | 0,1774    | 0,0004    | 0,9649         |
| <b>C14:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0001    | 0,9177         |
| <b>C14:1</b> n-5t               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,7255         |
| <b>C14:1</b> n-5c               |       | 0,0101    | 0,1442    | 0,6588         |
| <b>C15:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0001    | 0,9333         |
| <b>C15:1</b> n-5c               |       | <0,0001   | 0,8661    | 0,9184         |
| <b>C16:0</b> iso                |       |           |           |                |
| <b>C16:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0577    | 0,8068         |
| <b>C16:1</b> n-7t               |       | <0,0001   | 0,0001    | 0,6771         |
| <b>C16:1</b> n-7c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,9494         |
| <b>C17:0</b>                    |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,9771         |
| <b>C17:1</b> n-7t               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,8592         |
| <b>C17:1</b> n-7c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,6171         |
| <b>C18:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0094    | 0,9974         |
| <b>C18:1</b> n-9t               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,2812         |
| <b>C18:1</b> n-11c              |       | 0,0158    | 0,0062    | 0,9042         |
| <b>C18:1</b> n-9c               |       | <0,0001   | 0,6172    | 0,9956         |
| <b>C18:1</b> n-7c               |       | 0,0062    | 0,2765    | 0,9989         |
| <b>C18:2</b> n-6tt              |       | 0,0106    | <0,0001   | 0,9229         |
| <b>C18:2</b> n-6tc              |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,8024         |
| <b>C18:2</b> n-6cc              |       | <0,0001   | 0,6125    | 0,9309         |
| <b>C18:3</b> n-6c               |       | 0,1706    | 0,0126    | 0,8382         |
| <b>C18:3</b> n-3c               |       | <0,0001   | 0,9776    | 0,9697         |
| <b>C20:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0241    | 0,7811         |
| <b>C20:1</b> n-11t              |       | <0,0001   | 0,2756    | 0,9915         |
| <b>C20:1</b> n-11c              |       | 0,0032    | 0,3842    | 0,9779         |
| <b>C18:2</b> n-7k               |       | 0,5329    | 0,1051    | 0,9976         |
| <b>C18:2</b> n-6k               |       | 0,0038    | 0,0516    | 0,9763         |
| <b>C18:4</b> n-3c               |       | <0,0001   | 0,0027    | 0,9762         |
| <b>C20:2</b> n-9c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,9289         |
| <b>C20:3</b> n-9c               |       | 0,1985    | 0,9787    | 0,3473         |
| <b>C20:3</b> n-6c               |       | 0,0363    | <0,0001   | 0,5159         |
| <b>C20:4</b> n-6c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,9032         |
| <b>C20:5</b> n-3c EPA           |       | <0,0001   | 0,0027    | 0,9447         |
| <b>C22:0</b>                    |       | <0,0001   | 0,0111    | 0,9041         |
| <b>C22:1</b> n-11c              |       | 0,0039    | 0,0902    | 0,9753         |
| <b>C24:1</b> n-9c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,5573         |
| <b>C22:3</b> n-6c               |       | <0,0001   | 0,4948    | 0,8145         |
| <b>C22:4</b> n-6c               |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,4075         |
| <b>C22:4</b> n-3c               |       |           |           |                |
| <b>C22:5</b> n-3c DPA           |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,6643         |
| <b>CXX</b>                      |       | <0,0001   | 0,0005    | 0,9619         |
| <b>C23:0</b>                    |       |           |           |                |
| <b>C22:6</b> n-3c DHA           |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,8697         |
| NMK                             |       | <0,0001   | 0,0949    | 0,8735         |
| ENMK                            |       | <0,0001   | 0,0132    | 0,9986         |
| VNMK                            |       | <0,0001   | 0,0251    | 0,9556         |
| P/S                             |       | <0,0001   | 0,4596    | 0,9178         |
| IA                              |       | <0,0001   | 0,0406    | 0,9944         |
| n-6                             |       | <0,0001   | 0,4507    | 0,9406         |
| n-3                             |       | <0,0001   | <0,0001   | 0,9855         |
| n-6/n-3                         |       | <0,0001   | 0,8406    | 0,9538         |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, stopnja značilnosti:  $P \leq 0,001$  - zelo statistično značilno; $P \leq 0,01$  in  $P \leq 0,05$  - statistično značilno;  $P > 0,05$  - ni statistično značilno

V konzervirani tuni v različnih nalivih (preglednica 21, slika 11) so vidne precejšnje razlike v maščobnokislinski sestavi. Tuna v lastnem soku ima v primerjavi s tunami v drugih nalivih veliko DHA (31 %), kar predstavlja 64,5 % vseh VNMK, palmitinske kisline (16:0) 20,2 %, kar predstavlja 60,7 % vseh NMK, stearinske kisline (18:0) 8,4 %, kar predstavlja 25,2 % vseh NMK, EPA (20:5, n-3) 5,0 %, arahidonske kisline (20:4, n-6) 4,2 %, palmioleinske kisline (16:1, n-7) 2,7 %, DPK (22:5, n-3) 3,2 % in margarinske kisline (17:0) 2,0 %. Tuna v lastnem soku vsebuje največ VNMK (48,1 %), nato NMK (33,3 %) in ENMK (18,6 %).

Tuna v oljčnem olju (preglednica 21, slika 11) se od tune v ostalih nalivih razlikuje predvsem v vsebnosti oleinske kisline (18:1, n-9) s 64,3 %, oktadekanojske kisline (18:1, n-7) s 7,0 % in eladinske kisline (18:1, n-9t) z 0,2 %. Tuna v oljčnem olju vsebuje največ ENMK (73,0 %), zaradi oleinske kisline, ki predstavlja kar 88,1 % vseh ENMK. Druge so NMK (16,2 %), od katerih je najbolj zastopana palmitinska kislina (16:0) s 11,8 %, kar pomeni 72,7 % vseh NMK. Najmanj je VNMK (10,8 %) in največji delež med njimi predstavlja linolna kislina (18:2, n-6) s 7,1 %, kar je 65,9 % vseh VNMK, potem DHA (22:6, n-3) 1,9 %, kar je 17,7 % skupnih VNMK.

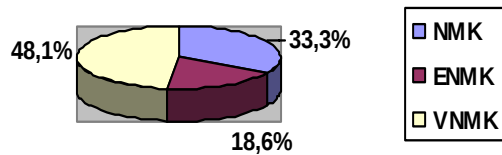


Slika 11: Deleži prehransko pomembnih MK v tuni v različnih nalivih (ut. % od vseh MK)

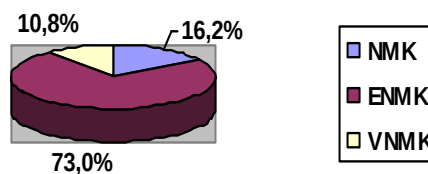
Konzerva tune z rastlinskim oljem (preglednica 21, slika 12) izstopa v deležu linolne kisline z 48,2 %, oziroma 86,2 % vseh VNMK in  $\alpha$ -linolenske kisline (18:3, n-3) s 3,6 %. Tuna v rastlinskem olju vsebuje največ VNMK (36,8 %), nato ENMK (41,1 %) in najmanj NMK (22,1 %). Od ENMK je najbolj zastopana oleinska kislina, ki izvira večinoma iz naliva, s 23,4 %, kar predstavlja 86,5 % vseh ENMK. Od NMK je v največjem deležu prisotna palmitinska kislina (16:0) s 11,0 %, kar predstavlja 64,5 % vseh NMK, nato stearinska (18:0) s 4,2 %, oziroma 24,6 % vseh NMK.

Konzerva tune v sončničnem olju (preglednica 21, slika 12) vsebuje največ oleinske kisline (18:1, n-9) s 38,5 %, kar predstavlja 93,6 % vseh ENMK (41,1 %), oktadekadienojske kisline (18:2, n-6) s 29,3 %, kar predstavlja 79,7 % od vseh VNMK (36,8 %) in palmitinske kisline (16:0) s 13,0 %, kar predstavlja 58,9 % od vseh NMK (22,1 %).

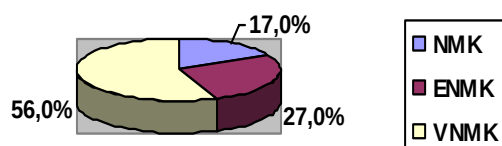
LS



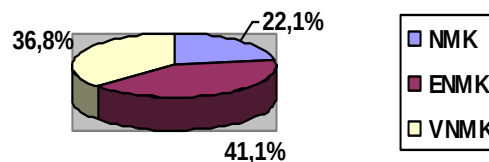
OO



RO



SO



Slika 12: Deleži posameznih skupin MK v tuni z nalivi: lastnem soku (LS), oljčnem olju (OO), rastlinskem olju (RO) in sončničnem olju (SO)

Preglednica 21: Delež posamezne maščobne kisline (ut. % od vseh MK) v tuni z različnimi nalivi (Duncan test,  $\alpha = 0,05$ )

| MK      | NALIV | LS<br>n=28                | OO<br>n=28                 | RO<br>n=12                | SO<br>n=4                  | ZNAČ. |
|---------|-------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------|-------|
| C12:0   |       | 0,02 ± 0,04 <sup>a</sup>  | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C13:0   |       | <0,01                     | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C14:0   |       | 1,78 ± 0,81 <sup>a</sup>  | 0,17 ± 0,11 <sup>b</sup>   | 0,23 ± 0,07 <sup>b</sup>  | 0,33 ± 0,17 <sup>b</sup>   | ***   |
| C14:1   | n-5t  | 0,04 ± 0,05 <sup>a</sup>  | <0,01                      | <0,01                     | 0,01 ± 0,01 <sup>b</sup>   | ***   |
| C14:1   | n-5c  | 0,01 ± 0,02 <sup>a</sup>  | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C15:0   |       | 0,63 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 0,05 ± 0,02 <sup>b</sup>   | 0,07 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 0,07 ± 0,03 <sup>b</sup>   | ***   |
| C15:1   | n-5c  | <0,01                     | <0,01                      | 0,01 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 0,02 ± 0,02 <sup>a</sup>   |       |
| C16:0   | iso   | <0,01                     | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C16:0   |       | 20,17 ± 1,35 <sup>a</sup> | 11,77 ± 1,11 <sup>c</sup>  | 10,97 ± 1,74 <sup>c</sup> | 13,01 ± 1,16 <sup>b</sup>  | ***   |
| C16:1   | n-7t  | 0,33 ± 0,12 <sup>a</sup>  | 0,06 ± 0,05 <sup>b</sup>   | 0,03 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 0,04 ± 0,02 <sup>b</sup>   | ***   |
| C16:1   | n-7c  | 2,74 ± 0,84 <sup>a</sup>  | 1,02 ± 0,23 <sup>b</sup>   | 0,31 ± 0,09 <sup>c</sup>  | 0,37 ± 0,13 <sup>c</sup>   | ***   |
| C17:0   |       | 1,99 ± 0,31 <sup>a</sup>  | 0,20 ± 0,06 <sup>b</sup>   | 0,23 ± 0,05 <sup>b</sup>  | 0,22 ± 0,08 <sup>b</sup>   | ***   |
| C17:1   | n-7t  | 0,13 ± 0,10 <sup>a</sup>  | <0,01                      | 0,01 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 0,01 ± 0,01 <sup>b</sup>   |       |
| C17:1   | n-7c  | 0,58 ± 0,18 <sup>a</sup>  | 0,15 ± 0,03 <sup>b</sup>   | 0,11 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 0,11 ± 0,02 <sup>b</sup>   | ***   |
| C18:0   |       | 8,38 ± 1,10 <sup>a</sup>  | 3,47 ± 0,43 <sup>c</sup>   | 4,18 ± 0,54 <sup>c</sup>  | 6,79 ± 2,44 <sup>b</sup>   | ***   |
| C18:1   | n-9t  | 0,07 ± 0,09 <sup>b</sup>  | 0,20 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,11 ± 0,05 <sup>b</sup>  | 0,03 ± 0,04 <sup>c</sup>   | ***   |
| C18:1   | n-11c | 0,02 ± 0,05 <sup>a</sup>  | <0,01                      | 0,03 ± 0,01 <sup>a</sup>  | 0,06 ± 0,04 <sup>a</sup>   |       |
| C18:1   | n-9c  | 11,61 ± 2,99 <sup>d</sup> | 64,33 ± 17,45 <sup>a</sup> | 23,37 ± 4,04 <sup>c</sup> | 38,46 ± 20,63 <sup>b</sup> | ***   |
| C18:1   | n-7c  | 2,23 ± 0,44 <sup>b</sup>  | 7,01 ± 16,02 <sup>b</sup>  | 1,53 ± 0,30 <sup>b</sup>  | 1,57 ± 0,04 <sup>a</sup>   | nz    |
| C18:2   | n-6tt | <0,01                     | 0,02 ± 0,07 <sup>b</sup>   | 0,11 ± 0,25 <sup>a</sup>  | <0,01                      |       |
| C18:2   | n-6tc | 0,03 ± 0,07 <sup>b</sup>  | 0,06 ± 0,04 <sup>b</sup>   | 0,33 ± 0,12 <sup>a</sup>  | 0,32 ± 0,02 <sup>a</sup>   | ***   |
| C18:2   | n-6cc | 2,09 ± 2,79 <sup>d</sup>  | 7,09 ± 1,69 <sup>c</sup>   | 48,22 ± 0,72 <sup>a</sup> | 29,33 ± 19,31 <sup>b</sup> | ***   |
| C18:3   | n-6c  | 0,03 ± 0,05 <sup>a</sup>  | 0,03 ± 0,12 <sup>a</sup>   | 0,08 ± 0,09 <sup>a</sup>  | 0,04 ± 0,03 <sup>a</sup>   | *     |
| C18:3   | n-3c  | 0,38 ± 0,17 <sup>b</sup>  | 0,61 ± 0,06 <sup>b</sup>   | 3,62 ± 2,42 <sup>a</sup>  | 2,97 ± 3,12 <sup>a</sup>   | ***   |
| C20:0   |       | 0,26 ± 0,12 <sup>b</sup>  | 0,40 ± 0,12 <sup>b</sup>   | 0,86 ± 0,41 <sup>a</sup>  | 0,74 ± 0,11 <sup>a</sup>   | ***   |
| C20:1   | n-11t | <0,01                     | 0,02 ± 0,02 <sup>b</sup>   | 1,27 ± 2,19 <sup>a</sup>  | 0,24 ± 0,27 <sup>b</sup>   | ***   |
| C20:1   | n-11c | 0,46 ± 0,43 <sup>a</sup>  | 0,24 ± 0,13 <sup>ab</sup>  | 0,17 ± 0,11 <sup>ab</sup> | 0,12 ± 0,11 <sup>b</sup>   | nz    |
| C18:2   | n-7k  | 0,08 ± 0,19 <sup>a</sup>  | 0,06 ± 0,12 <sup>a</sup>   | 0,12 ± 0,16 <sup>a</sup>  | 0,20 ± 0,21 <sup>a</sup>   | nz    |
| C18:2   | n-6k  | 0,01 ± 0,05 <sup>a</sup>  | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C18:4   | n-3c  | 0,36 ± 0,30 <sup>a</sup>  | 0,03 ± 0,01 <sup>b</sup>   | 0,05 ± 0,02 <sup>b</sup>  | 0,07 ± 0,01 <sup>b</sup>   | ***   |
| C20:2   | n-9c  | 0,18 ± 0,12 <sup>a</sup>  | 0,01 ± 0,02 <sup>b</sup>   | 0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>  | 0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>   | ***   |
| C20:3   | n-9c  | <0,01                     | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C20:3   | n-6c  | 0,03 ± 0,07 <sup>a</sup>  | <0,01                      | 0,01 ± 0,01 <sup>a</sup>  | <0,01                      |       |
| C20:4   | n-6c  | 4,15 ± 0,95 <sup>a</sup>  | 0,27 ± 0,11 <sup>b</sup>   | 0,26 ± 0,11 <sup>b</sup>  | 0,31 ± 0,20 <sup>b</sup>   | ***   |
| C20:5   | n-3c  | 5,04 ± 1,40 <sup>a</sup>  | 0,37 ± 0,22 <sup>b</sup>   | 0,37 ± 0,13 <sup>b</sup>  | 0,50 ± 0,39 <sup>b</sup>   | ***   |
| C22:0   |       | 0,05 ± 0,11 <sup>c</sup>  | 0,13 ± 0,02 <sup>c</sup>   | 0,45 ± 0,10 <sup>b</sup>  | 0,93 ± 0,72 <sup>a</sup>   | ***   |
| C22:1   | n-11c | 0,11 ± 0,36 <sup>a</sup>  | <0,01                      | 0,08 ± 0,14 <sup>a</sup>  | 0,06 ± 0,07 <sup>a</sup>   |       |
| C24:1   | n-9   | 0,31 ± 0,28 <sup>a</sup>  | 0,01 ± 0,03 <sup>b</sup>   | 0,02 ± 0,03 <sup>b</sup>  | 0,02 ± 0,02 <sup>b</sup>   | ***   |
| C22:3   | n-6c  | <0,01                     | <0,01                      | 0,16 ± 0,06 <sup>b</sup>  | 0,26 ± 0,31 <sup>a</sup>   |       |
| C22:4   | n-6c  | 0,22 ± 0,29 <sup>a</sup>  | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C22:4   | n-3c  | <0,01                     | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C22:5   | n-3c  | 3,17 ± 0,99 <sup>a</sup>  | 0,20 ± 0,09 <sup>b</sup>   | 0,20 ± 0,07 <sup>b</sup>  | 0,19 ± 0,10 <sup>b</sup>   | ***   |
| CXX     |       | 1,29 ± 0,35 <sup>a</sup>  | 0,09 ± 0,05 <sup>b</sup>   | 0,09 ± 0,04 <sup>b</sup>  | 0,10 ± 0,07 <sup>b</sup>   | ***   |
| C23:0   |       | <0,01                     | <0,01                      | <0,01                     | <0,01                      |       |
| C22:6   | n-3c  | 31,00 ± 4,28 <sup>a</sup> | 1,90 ± 0,72 <sup>b</sup>   | 2,29 ± 0,83 <sup>b</sup>  | 2,43 ± 1,42 <sup>b</sup>   | ***   |
| NMK     |       | 33,27 ± 1,74 <sup>a</sup> | 16,20 ± 1,06 <sup>c</sup>  | 17,00 ± 2,25 <sup>c</sup> | 22,10 ± 3,94 <sup>b</sup>  | ***   |
| ENMK    |       | 18,64 ± 3,80 <sup>d</sup> | 73,04 ± 2,37 <sup>a</sup>  | 27,03 ± 3,60 <sup>c</sup> | 41,10 ± 20,17 <sup>b</sup> | ***   |
| VNMK    |       | 48,08 ± 4,00 <sup>b</sup> | 10,76 ± 1,63 <sup>d</sup>  | 55,97 ± 2,19 <sup>a</sup> | 36,80 ± 24,10 <sup>c</sup> | ***   |
| P/S     |       | 1,45 ± 0,16 <sup>c</sup>  | 0,66 ± 0,09 <sup>d</sup>   | 3,29 ± 0,51 <sup>a</sup>  | 1,67 ± 1,42 <sup>b</sup>   | ***   |
| IA      |       | 0,45 ± 0,07 <sup>a</sup>  | 0,16 ± 0,08 <sup>b</sup>   | 0,17 ± 0,09 <sup>b</sup>  | 0,20 ± 0,01 <sup>b</sup>   | ***   |
| n-6     |       | 6,56 ± 2,79 <sup>c</sup>  | 7,48 ± 1,66 <sup>c</sup>   | 49,16 ± 0,79 <sup>a</sup> | 30,27 ± 19,22 <sup>b</sup> | ***   |
| n-3     |       | 39,96 ± 4,44 <sup>a</sup> | 3,11 ± 0,93 <sup>c</sup>   | 6,54 ± 2,53 <sup>b</sup>  | 6,16 ± 5,02 <sup>b</sup>   | ***   |
| n-6/n-3 |       | 0,16 ± 0,09 <sup>d</sup>  | 2,41 ± 1,03 <sup>c</sup>   | 7,52 ± 4,18 <sup>a</sup>  | 4,91 ± 1,78 <sup>b</sup>   | ***   |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, LS...lastni sok, OO...oljčno olje, RO...rastlinsko olje, SO...sončnično olje, nz...statistično neznačilna razlika ( $P > 0,05$ ), \*\*\* statistično zelo visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,001$ ), \*\* statistično visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,01$ ), \* statistično značilen vpliv ( $P \leq 0,05$ )

Indeks P/S je ugoden, ko so vrednosti nad 0,5 (Salobir, 2000). V analiziranih tunah v nalivih je ta vrednost med 0,66 (oljčno olje) in 3,29 (rastlinsko olje) (preglednica 21).

Najboljši, to je najmanjši, indeks aterogenosti ima tuna v oljčnem olju ( $IA = 0,16$ ) nato v rastlinskem olju ( $IA = 0,17$ ), sončničnem olju ( $IA = 0,20$ ) in tuna lastnem soku ( $IA = 0,45$ ). V vseh nalivih je vrednost ugodna, saj je pod mejno vrednostjo 0,5.

Največjo vsebnost n-3 VNMK ima tuna v lastnem soku (40,0 %). Največji delež (77,6 %) prispeva DHA (22:6, n-3), nato EPA (20:5, n-3) (2,6 %). V ostalih nalivih je delež n-3 VNMK veliko manjši, saj olja v nalivih vsebujejo zelo malo n-3 VNMK.

Razmerje n-6/n-3 je ugodno če so vrednosti od 5 : 1 do 10 : 1 (Connor, 1994). Znotraj teh mej je razmerje v tuni v rastlinskem olju (7,5), blizu je tudi tuna v sončničnem olju (4,9). Pri tuni v lastnem soku (0,2), tuni v oljčnem olju (2,4) je razmerje manjše.

Odstopanja od povprečnih vrednosti so precej velika. Vzrok je v samem postopku. Olje smo iz vzorcev odlili vendar je nemogoče odliti iz vseh isto količino. Ker zelo velik delež MK predstavljajo olja, povzroči že majhna razlika v vsebnosti dodanega olja veliko razliko v vsebnostih vseh MK. Dodana olja niso vedno enake sestave, kar je tudi vzrok odstopanj.

#### **4.1.6 Primerjava v maščobnokislinske sestave tune in sardine v rastlinskem olju**

Iz preglednice 22 je razvidno, da se sardine in tune v rastlinskem olju statistično značilno razlikujejo v vseh pokazateljih prehranske vrednosti maščob, izjema so NMK.

Ponovitev meritev je značilno vplivala na indeksa P/S in n-6/n-3 ter na vsebnost n-3 in n-6 MK.

Paralelka ni vplivala na MK sestavo konzerviranih tun in sardin.

Z navedenim modelom smo opisali nekoliko večji delež vseh variabilnosti kot pri primerjanju proizvajalcev, povprečni  $R^2$  znaša 0,6212.

Preglednica 22: Viri variabilnosti za maščobnokislinsko sestavo sardine in tune v rastlinskem olju

| VIRI VARIABILNOSTI (P VREDNOST) |          |           |           |                |
|---------------------------------|----------|-----------|-----------|----------------|
| MK                              | IZDELEK  | PONOVITEV | PARALELKA | R <sup>2</sup> |
| <b>C12:0</b>                    |          | 0,0114    | 0,0355    | 0,9921         |
| <b>C13:0</b>                    |          | 0,1031    | 0,0421    | 0,9717         |
| <b>C14:0</b>                    |          | 0,0006    | 0,0259    | 0,9887         |
| <b>C14:1</b>                    | n-5t     | 0,0019    | 0,0598    | 0,9932         |
| <b>C14:1</b>                    | n-5c     | 0,0335    | 0,0383    | 0,7883         |
| <b>C15:0</b>                    |          | 0,0001    | 0,0277    | 0,9275         |
| <b>C15:1</b>                    | n-5c     | 0,3532    | 0,3066    | 0,7704         |
| <b>C16:0</b>                    | iso      | 0,0838    | 0,0358    | 0,9176         |
| <b>C16:0</b>                    |          | 0,0564    | 0,0481    | 0,9202         |
| <b>C16:1</b>                    | n-7t     | <0,0101   | 0,0046    | 0,9141         |
| <b>C16:1</b>                    | n-7c     | 0,0021    | 0,0308    | 0,9911         |
| <b>C17:0</b>                    |          | 0,0001    | 0,0056    | 0,8707         |
| <b>C17:1</b>                    | n-7t     | 0,0003    | 0,0239    | 0,9602         |
| <b>C17:1</b>                    | n-7c     | 0,0061    | 0,0313    | 0,9257         |
| <b>C18:0</b>                    |          | 0,0276    | 0,7075    | 0,9181         |
| <b>C18:1</b>                    | n-9t     | 0,3676    | 0,2513    | 0,2939         |
| <b>C18:1</b>                    | n-11c    | 0,1956    | <0,0001   | 0,9354         |
| <b>C18:1</b>                    | n-9c     | 0,0769    | 0,2303    | 0,9508         |
| <b>C18:1</b>                    | n-7c     | 0,0005    | 0,0011    | 0,9351         |
| <b>C18:2</b>                    | n-6tt    | 0,0905    | 0,0459    | 0,9517         |
| <b>C18:2</b>                    | n-6tc    | <0,0001   | 0,0041    | 0,7742         |
| <b>C18:2</b>                    | n-6cc    | <0,0001   | 0,0081    | 0,9774         |
| <b>C18:3</b>                    | n-6c     | 0,0512    | 0,0001    | 0,9019         |
| <b>C18:3</b>                    | n-3c     | 0,8798    | 0,3761    | 0,6933         |
| <b>C20:0</b>                    |          | 0,0117    | 0,0013    | 0,8894         |
| <b>C20:1</b>                    | n-11t    | 0,0351    | 0,0209    | 0,9908         |
| <b>C20:1</b>                    | n-11c    | 0,0004    | 0,0043    | 0,9505         |
| <b>C18:2</b>                    | n-7k     | 0,5638    | 0,0112    | 0,9411         |
| <b>C18:2</b>                    | n-6k     | 0,1506    | 0,1413    | 0,8101         |
| <b>C18:4</b>                    | n-3c     | 0,0011    | 0,0308    | 0,9545         |
| <b>C20:2</b>                    | n-9c     | 0,0003    | 0,0016    | 0,8341         |
| <b>C20:3</b>                    | n-9c     | 0,3182    | 0,5293    | 0,3371         |
| <b>C20:3</b>                    | n-6c     | 0,0561    | 0,0308    | 0,8989         |
| <b>C20:4</b>                    | n-6c     | <0,0001   | 0,0005    | 0,8263         |
| <b>C20:5</b>                    | n-3c EPA | <0,0001   | 0,0116    | 0,9779         |
| <b>C22:0</b>                    |          | 0,0042    | 0,0042    | 0,8995         |
| <b>C22:1</b>                    | n-11c    | 0,8912    | 0,3951    | 0,7262         |
| <b>C24:1</b>                    | n-9c     | <0,0001   | 0,0321    | 0,8531         |
| <b>C22:3</b>                    | n-6c     | 0,1272    | 0,1936    | 0,7686         |
| <b>C22:4</b>                    | n-6c     | 0,0116    | 0,0266    | 0,9365         |
| <b>C22:4</b>                    | n-3c     |           |           |                |
| <b>C22:5</b>                    | n-3c DPA | 0,0174    | 0,0015    | 0,9605         |
| <b>CXX</b>                      |          | <0,0001   | 0,0048    | 0,9006         |
| <b>C23:0</b>                    |          |           |           |                |
| <b>C22:6</b>                    | n-3c DHA | <0,0001   | 0,0001    | 0,9803         |
|                                 | NMK      | 0,0514    | 0,0372    | 0,9029         |
|                                 | ENMK     | 0,0469    | 0,2981    | 0,9691         |
|                                 | VNMK     | 0,0074    | 0,0892    | 0,9349         |
|                                 | P/S      | 0,0005    | 0,0012    | 0,9081         |
|                                 | IA       | 0,0084    | 0,1018    | 0,9747         |
|                                 | n-6      | <0,0001   | 0,0081    | 0,9756         |
|                                 | n-3      | <0,0001   | 0,0006    | 0,7454         |
|                                 | n-6/n-3  | <0,0001   | 0,0015    | 0,9024         |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, stopnja značilnosti:  $P \leq 0,001$  - zelo statistično značilno; $P \leq 0,01$  in  $P \leq 0,05$  - statistično značilno;  $P > 0,05$  - ni statistično značilno

Preglednica 23: Primerjava med maščobnokislinsko sestavo sardine in tune v rastlinskem olju (ut. % od vseh MK) (Duncan test,  $\alpha = 0,05$ )

| MK             | SARDINA<br>n=14            | TUNA<br>n=12              | ZNAČILNOST |
|----------------|----------------------------|---------------------------|------------|
| C12:0          | 0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C13:0          | 0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C14:0          | 1,28 ± 0,33 <sup>a</sup>   | 0,23 ± 0,07 <sup>b</sup>  | ***        |
| C14:1 n-5t     | 0,04 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C14:1 n-5c     | 0,02 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C15:0          | 0,21 ± 0,09 <sup>a</sup>   | 0,06 ± 0,02 <sup>b</sup>  | **         |
| C15:1 n-5c     | <0,01                      | <0,01                     |            |
| C16:0 iso      | <0,01                      | <0,01                     |            |
| C16:0          | 11,74 ± 7,78 <sup>a</sup>  | 10,96 ± 1,74 <sup>a</sup> | nz         |
| C16:1 n-7t     | 0,17 ± 0,05 <sup>a</sup>   | 0,02 ± 0,01 <sup>b</sup>  | ***        |
| C16:1 n-7c     | 1,29 ± 0,27 <sup>a</sup>   | 0,30 ± 0,08 <sup>b</sup>  | *          |
| C17:0          | 0,45 ± 0,24 <sup>a</sup>   | 0,23 ± 0,04 <sup>b</sup>  | ***        |
| C17:1 n-7t     | 0,05 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C17:1 n-7c     | 0,21 ± 0,09 <sup>a</sup>   | 0,11 ± 0,02 <sup>b</sup>  | *          |
| C18:0          | 3,5 ± 2,63 <sup>b</sup>    | 4,17 ± 0,54 <sup>a</sup>  | nz         |
| C18:1 n-9t     | 0,20 ± 0,03 <sup>a</sup>   | 0,11 ± 0,05 <sup>a</sup>  | nz         |
| C18:1 n-11c    | 0,03 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,02 ± 0,01 <sup>b</sup>  | ***        |
| C18:1 n-9c     | 29,04 ± 17,71 <sup>a</sup> | 23,36 ± 4,04 <sup>a</sup> | nz         |
| C18:1 n-7c     | 2,18 ± 1,07 <sup>a</sup>   | 1,52 ± 0,30 <sup>a</sup>  | ***        |
| C18:2          | <0,01                      | 0,10 ± 0,25 <sup>a</sup>  |            |
| C18:2 n-6tc    | 0,18 ± 0,10 <sup>b</sup>   | 0,32 ± 0,11 <sup>a</sup>  | ***        |
| C18:2 n-6cc    | 31,69 ± 12,13 <sup>b</sup> | 48,21 ± 0,71 <sup>a</sup> | ***        |
| C18:3          | 0,04 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 0,07 ± 0,09 <sup>a</sup>  | ***        |
| C18:3 n-3c     | 3,26 ± 0,02 <sup>a</sup>   | 3,61 ± 2,42 <sup>a</sup>  | nz         |
| C20:0          | 0,57 ± 0,23 <sup>b</sup>   | 0,86 ± 0,40 <sup>a</sup>  | ***        |
| C20:1 n-11t    | 0,14 ± 0,00 <sup>b</sup>   | 1,26 ± 2,18 <sup>a</sup>  | **         |
| C20:1 n-11c    | 0,63 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,16 ± 0,11 <sup>b</sup>  | **         |
| C18:2 n-7k     | 0,13 ± 0,01 <sup>a</sup>   | 0,12 ± 0,16 <sup>a</sup>  | *          |
| C18:2 n-6k     | 0,01 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C18:4 n-3c     | 0,35 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,04 ± 0,02 <sup>b</sup>  | **         |
| C20:2 n-9c     | 0,11 ± 0,04 <sup>a</sup>   | 0,06 ± 0,01 <sup>b</sup>  | ***        |
| C20:3 n-9c     | <0,01                      | <0,01                     |            |
| C20:3 n-6c     | 0,02                       | <0,01 ± 0,01 <sup>a</sup> |            |
| C20:4 n-6c     | 0,44 ± 0,24 <sup>a</sup>   | 0,26 ± 0,11 <sup>b</sup>  | ***        |
| C20:5 n-3c EPA | 2,67 ± 0,73 <sup>a</sup>   | 0,37 ± 0,13 <sup>b</sup>  | ***        |
| C22:0          | 0,38 ± 0,27 <sup>b</sup>   | 0,45 ± 0,09 <sup>a</sup>  | **         |
| C22:1 n-11c    | 0,11 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,08 ± 0,13 <sup>a</sup>  | nz         |
| C24:1 n-9c     | 0,25 ± 0,07 <sup>a</sup>   | 0,02 ± 0,02 <sup>b</sup>  | ***        |
| C22:3 n-6c     | 0,13 ± 0,00 <sup>a</sup>   | 0,15 ± 0,06 <sup>a</sup>  | *          |
| C22:4 n-6c     | 0,08 ± 0,00 <sup>a</sup>   | <0,01                     |            |
| C22:4 n-3c     | <0,01                      | <0,01                     |            |
| C22:5 n-3c DPA | 0,27 ± 0,09 <sup>a</sup>   | 0,20 ± 0,07 <sup>b</sup>  | *          |
| CXX            | 0,43 ± 0,15 <sup>a</sup>   | 0,09 ± 0,03 <sup>b</sup>  | ***        |
| C23:0          | <0,01                      | <0,01                     |            |
| C22:6 n-3c DHA | 7,65 ± 3,35 <sup>a</sup>   | 2,29 ± 0,82 <sup>b</sup>  | ***        |
| NMK            | 18,22 ± 13,01 <sup>a</sup> | 16,99 ± 2,24 <sup>a</sup> | nz         |
| ENMK           | 34,34 ± 21,28 <sup>a</sup> | 27,02 ± 3,60 <sup>b</sup> | nz         |
| VNMK           | 47,44 ± 32,85 <sup>b</sup> | 55,97 ± 2,19 <sup>a</sup> | *          |
| P/S            | 2,60 ± 1,51 <sup>b</sup>   | 3,29 ± 0,50 <sup>a</sup>  | ***        |
| IA             | 0,26 ± 0,03 <sup>a</sup>   | 0,17 ± 0,09 <sup>b</sup>  | nz         |
| n-6            | 32,57 ± 13,52 <sup>b</sup> | 49,15 ± 0,78 <sup>a</sup> | ***        |
| n-3            | 14,19 ± 4,52 <sup>a</sup>  | 6,53 ± 2,53 <sup>b</sup>  | ***        |
| n-6/n-3        | 2,30 ± 0,62 <sup>b</sup>   | 7,53 ± 4,18 <sup>a</sup>  | ***        |

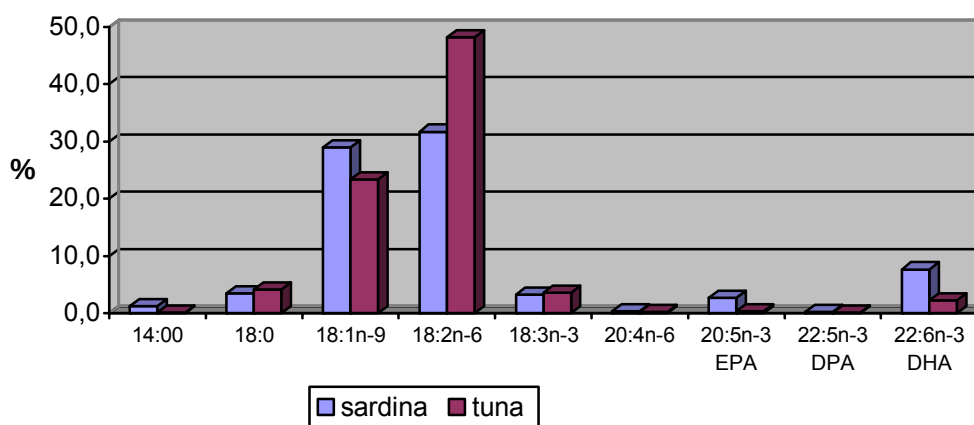
c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, nz ...statistično neznačilna razlika ( $P > 0,05$ ),\*\*\* statistično zelo visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,001$ ), \*\* statistično visoko značilen vpliv ( $P \leq 0,01$ ), \* statistično značilen vpliv ( $P \leq 0,05$ )

Tuna vsebuje značilno več VNМК kot sardina (preglednica 23) (57,0 % vs. 47,4 %), ima tudi ugodnejši indeks P/S (2,6 vs. 3,3) ter višji indeks n-6/n-3 (7,5 vs. 2,3). Bogatejše na n-3 МК so sardine v primerjavi s tuno v rastlinskem olju (14,2 vs. 6,5 ut. %). Indeks aterogenosti ima tuna precej boljši kot sardina (0,17 vs. 0,26), vendar je velik del te razlike treba pripisati večjemu deležu oktaidekadienojske kisline (18:2, n-6) iz olja.

Največji delež МК predstavljajo МК iz olja. Tako vsebuje tuna 48,2 % (86,1 % vseh VNМК) in sardina 31,7 % (66,8 % vseh VNМК) oktaidekadienojske kisline (18:2, n-6cc) ter sardina 29,1 % (84,6 % vseh ENМК) in tuna 23,4 % (86,5 % vseh ENМК) oleinske kisline (18:1, n-9).

Največji delež NМК predstavlja palmitinska kislina (16:0): v sardini 11,7 % ali 64,5 % vseh NМК) in tuni 11,0 % (64,5 % vseh NМК).

V velikem deležu je v sardini zastopana DHA (22:6, n-3), in sicer 7,7 % ali 16,1 % vseh VNМК. V tuni je te kisline manj, 2,3 % (4,1 % vseh VNМК). Podobna razlika je pri EPA (20:5, n-3), ki jo je v sardini 2,7 %, v tuni pa 0,4 %.



Slika 13: Primerjava nekaterih МК v tuni in sardini (% od vseh МК)

Na sliki 13 so prikazani deleži nekaterih МК v tuni in sardeli, in sicer so podani deleži za prehransko zanimive МК (linolno kislino, linolensko kislino, EPA, DPA, DHA) in tiste МК, za katere smo ugotovili, da je njihova vsebnost v tuni oz. sardeli zelo različna.

#### 4.1.7 Ocenitev prehranske vrednosti posamezne ribe

Za ocenitev prehranske kakovosti rib smo izvedli rangiranje od 1 do 25, in sicer za nasičene maščobne kisline (NMK), enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK), večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK), razmerje n-6/n-3 in indeks aterogenosti (IA). Tako smo dobili za posamezno ribo seštevek vrednosti in na osnovi seštevka tudi razvrstitev ribe od najboljše (89 točk, 1. mesto) do najslabše (27 točk, 25 mesto) od skupaj 125 vseh možnih točk.

Preglednica 24: Rangiranje rib (1-25) glede na prehranski pomen

| RIBA         | NMK | ENMK | VNMK | n-3<br>VNMK | IA | SEŠTEVEK | MESTO |
|--------------|-----|------|------|-------------|----|----------|-------|
| TUNA RO      | 24  | 14   | 22   | 5           | 24 | 89       | 1.    |
| OSLIČ        | 19  | 3    | 25   | 25          | 16 | 88       | 2.    |
| SARDINA      | 23  | 19   | 15   | 6           | 20 | 83       | 3.    |
| TUNA SO      | 21  | 24   | 9    | 4           | 25 | 83       | 4.    |
| HOBOTNICA    | 17  | 2    | 24   | 23          | 15 | 81       | 5.    |
| LOSOS        | 22  | 22   | 10   | 10          | 11 | 75       | 6.    |
| TUNA OO      | 25  | 25   | 1    | 1           | 23 | 75       | 7.    |
| POSTRV       | 20  | 17   | 11   | 13          | 13 | 74       | 8.    |
| MORSKA ŽABA  | 15  | 6    | 19   | 21          | 12 | 73       | 9.    |
| TUNA LS, PB  | 10  | 11   | 13   | 17          | 22 | 73       | 10.   |
| TUNA LS, PA  | 12  | 7    | 20   | 15          | 18 | 72       | 11.   |
| TUNA - SVEŽA | 14  | 9    | 16   | 19          | 14 | 72       | 12.   |
| TUNA LS, PI  | 9   | 8    | 17   | 18          | 19 | 71       | 13.   |
| ROMB         | 18  | 12   | 14   | 16          | 9  | 69       | 14.   |
| KOVAČ        | 13  | 5    | 18   | 22          | 10 | 68       | 15.   |
| TUNA LS, PC  | 6   | 4    | 21   | 14          | 21 | 66       | 16.   |
| TUNA LS, PD  | 5   | 10   | 12   | 20          | 17 | 64       | 17.   |
| LIGNJI       | 8   | 1    | 23   | 24          | 7  | 63       | 18.   |
| UGOR         | 16  | 23   | 5    | 7           | 5  | 56       | 19.   |
| OVČICA       | 11  | 15   | 8    | 12          | 2  | 48       | 20.   |
| OSTRIŽ       | 7   | 16   | 6    | 8           | 8  | 45       | 21.   |
| RIBON        | 4   | 18   | 4    | 9           | 6  | 41       | 22.   |
| ZOBATEC      | 3   | 13   | 7    | 11          | 4  | 38       | 23.   |
| LIST         | 2   | 21   | 2    | 3           | 3  | 31       | 24.   |
| PANGA        | 1   | 20   | 3    | 2           | 1  | 27       | 25.   |

LS...lastni sok, OO...oljčno olje, RO...rastlinsko olje, SO...sončnično olje, p...proizvajalec,

NMK...nasičene MK, ENMK...enkrat nenasičene MK, VNMK...večkrat nenasičene MK,

IA...indeks aterogenosti

Ključ za razvrstitev:

- NMK: riba z najnižjim deležem NMK 25 točk, z največjim deležem NMK 1 točka,
- ENMK: riba z najnižjim deležem ENMK 1 točka, z največjim deležem ENMK 25 točk,
- VNMK: riba z najnižjim deležem VNMK 1 točka, z največjim deležem VNMK 25 točk,
- n-3 VNMK: riba z najnižjim deležem n-3 MK 1 točka, z največjim deležem n-3 VNMK 25 točk,
- IA: riba z najnižjim indeksom aterogenosti (IA) 25 točk, z najvišjim IA 1 točka.

Opomba: kjer je več rib prejelo isti seštevek, smo jih razvrstili glede na delež VNMK.

## 5 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 5.1 RAZPRAVA

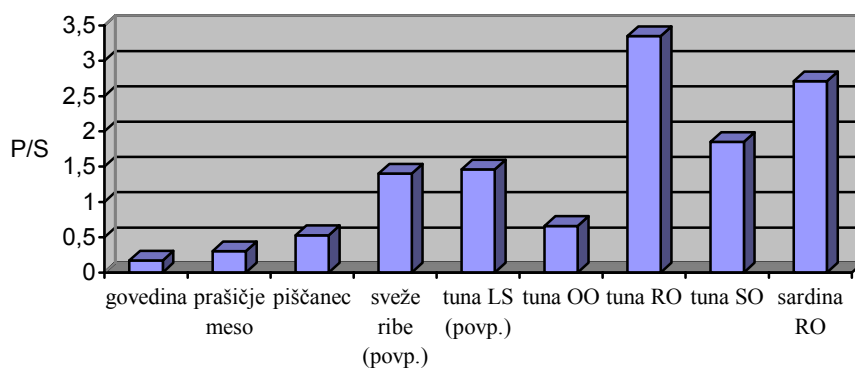
V 75 vzorcih svežih rib in rib v konzervi smo določali prisotnost 45 maščobnih kislin in ugotovili 15 najbolj zastopanih MK, ki predstavljajo od 92 do 99 % vseh maščobnih kislin. Rezultati kažejo, da določanje ostalih dvajsetih MK ni smiselno, čeprav iz zbranih podatkov lahko potrdimo, da ribje maščobe vsebujejo okoli 50 različnih MK.

#### 5.1.1 Sveže ribe

V literaturi je malo podatkov o maščobnokislinski sestavi svežih rib. Večinoma najdemo rezultate za okoli 15 MK. Zato primerjava podatkov iz literature in naših rezultatov pokaže velika odstopanja v vsebnosti posameznih MK. Pogosto so v literaturi podani vplivi na vsebnost in sestavo maščob. Predvsem je to vpliv sezone ulova. Tako Marin (2005) navaja vpliv sezone ulova na vsebnosti maščob v sardelah. Najmanj maščobe so vsebovale sardele pozimi (1,0 %) zaradi drsti, več maščob vsebujejo spomladi (1,3 %), v poletju 8,3 % in največ jeseni (15,1 %).

Pri uporabi podatkov za prehranske tablice bi bilo pri ribah potrebno opraviti analize maščobnokislinske sestave v različnih obdobjih leta. Le tako bi pridobili dobre povprečne rezultate. V nasprotnem primeru moramo ob uporabi teh podatkov upoštevati letni čas ulova in to tudi primerno označiti (Vujkovič, 1996).

Z vidika ocene prehranske vrednosti maščob so pomembni različni indeksi, ki kažejo slab oziroma dober vpliv na človekovo zdravje. Zato podatek o vsebnosti skupnih maščob ne pove nič o prehranski kakovosti nekega živila. Indeksi so zasnovani za lažje in hitreje opredeljevanje maščobe kot zdravju koristne ali škodljive (Love, 1997).

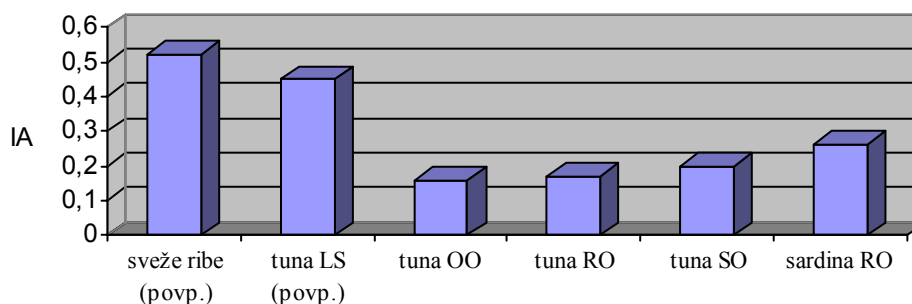


Slika 14: Indeks P/S za sveže ribe, ribe v konzervah ter goveje (Verbič, 2001), prašičje (Rhee, 1992) in piščančje meso (Polak, 1999)

Naši podatki za indeks P/S (slika 14) se za pet od skupaj devetih svežih rib bistveno ne razlikujejo. Velike razlike so pri hobotnici (2,08 oziroma 1,07 / lit.), listu (0,63 oziroma

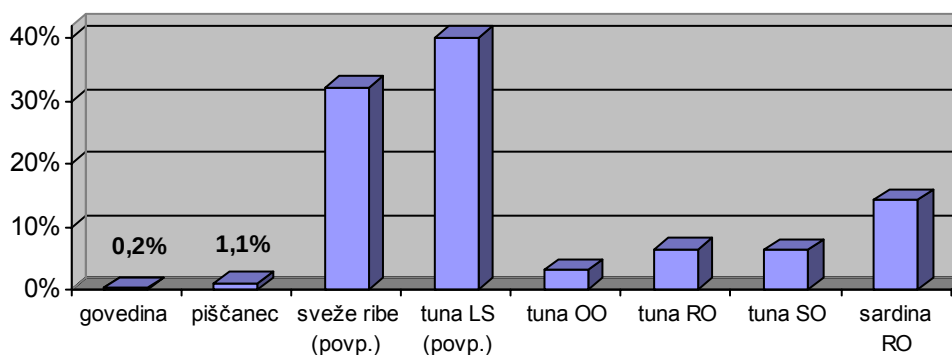
2,32 / lit.), lososu (1,84 oziroma 0,21 / lit.) in ostrižu (0,86 oziroma 1,79 / lit.). (Vojtaščakova in sod., 2001, Lipid..., 1996). Za razmerje P/S je ugotovljeno, da je s prehranskega stališča ugodno, ko je večje od 0,5. Tako je glede tega indeksa ribje meso prehransko bolj ugodno od govejega (P/S ~ 0,20) (Salobir 1997) ali piščančjega mesa (P/S ~ 0,45) (Polak, 1999).

Indeks aterogenosti (IA) (slika 15) je podoben razmerju P/S. IA upošteva aterogene vplive posameznih MK in je boljši pokazatelj prehranske kakovosti maščob. Maščobe, ki imajo IA manjši od 0,5 so bolj primerne z vidika varovanja zdravja (Salobir, 1997). Na osnovi rezultatov opravljenih analiz smo ugotovili, da ima osem svežih rib IA manjši od 0,5, osem pa ima IA med 0,5 in 0,7. Pri teh ribah je torej ta indeks manj ugoden, predvsem zaradi velikega deleža miristinske (14:0) in palmitinske kisline (16:0).



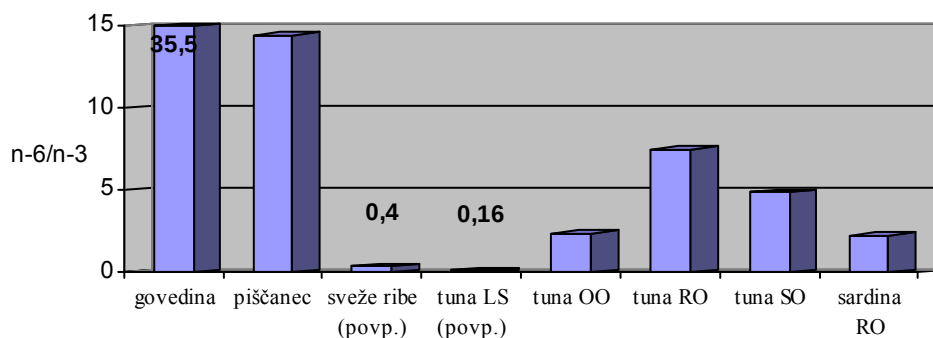
Slika 15: Indeks aterogenosti (IA) za sveže ribe (povprečna vrednost) in ribje konzerve

Delež n-3 VNMK znaša v svežih ribah povprečno 32,1 % vseh MK. Kot je razvidno iz slike 16, je ta delež 29 krat večji od vsebnosti v piščancu in 160 krat več kakor pri govedini.



Slika 16: Delež n-3 maščobnih kislin za sveže ribe (povprečje) in ribje konzerve ter za goveje (Verbič, 2001) in piščančje meso (Polak, 1999)

Indeks n-6/n-3 (slika 17) se pri sedmih od devetih svežih rib v primerjavi z literaturnimi podatki ne razlikuje bistveno. Velike razlike so pri ostrižu (0,31 vs. 0,09 / lit.) in lososu (0,36 vs. 0,20 / lit.) (Hands, 1996.). Indeks n-6/n-3 je ugoden med 5 in 10. Sveže ribe imajo to razmerje med 0,05 in 3,60. Razmerje je nižje od priporočenega, kar po tem kriteriju postavlja pod vprašaj funkcionalne lastnosti ribjih lipidov v smislu preprečevanja bolezni srca in ožilja (Simopoulos, 2002).



Slika 17: Razmerje n-6/n-3 za sveže ribe (povprečje) in ribe v konzervah ter goveje (Verbič, 2001) in piščančje meso (Polak, 1999)

Deleži posameznih maščobnih kislin se razlikujejo predvsem zaradi vrste prehrane rib in temperature morja. Razlike se pojavijo, če se ribe naravno prehranjujejo v morju ali pa so gojene v akvakulturi. Za vzdrževanje fiziološkega stanja morajo imeti ribe v hladnejših področjih celično membrano bolj tekočo. Ta sprememba je možna z povečanjem VNМК (Vujkovič, 1996; Bogut in sod., 1996).

Upoštevanje naših in literaturnih podatkov kaže, da imajo ugodnejšo MK sestavo naslednje sveže ribe: oslič ( $n-3 = 54,9\%$ ,  $P/S = 2,5$ ), hobotnica ( $n-3 = 50,6\%$ ,  $P/S = 2,1$ ) in losos ( $n-3 = 24,2\%$ ,  $P/S = 1,8$ ).

Od  $n-3$  VNМК v ribah prevladuje DHA (22:6,  $n-3$ ), ki je zastopana v svežih ribah povprečno 21,7 % od vseh MK. Druga po zastopanosti je EPA (20:5,  $n-3$ ), ki jo sveže ribe povprečno vsebujejo 8,0 %. Rezultati se dobro ujemajo z literaturnimi; DHA in EPA sta v ribah zastopani v 20-30 % deležu (Field, 2003).

Vsebnost esencialnih MK je v svežih ribah majhna, če jo primerjamo z dnevnimi potrebami po vnosu le-teh v telo. Linolne kisline naj bi dnevno zaužili 4,4 g (Simopoulus, 2000), vendar pa je te kisline v svežih ribah povprečno 71,1 mg/100 g živila. Linolenske kisline (18:3,  $n-3$ ) je v vzorcih rib manj kot linolne, vendar so dnevne potrebe po tej kislini manjše (2,2 g/dan) (Simopoulus, 2000). Sveže ribe jo vsebujejo povprečno 15,9 mg/100 g živila.

Skupno naj bi dnevno zaužili 650 mg DHA (22:6,  $n-3$ ) in EPA (20:5,  $n-3$ ) (Simopoulus, 2000). Povprečno ju analizirane sveže ribe vsebujejo 351,31 mg/100 g, kar je dobra polovica dnevnih potreb.

Ackman (1992) navaja, da ribje maščobe od NMK vsebujejo največ palmitinske kisline (16:0), miristinske (14:0) in stearinske kisline (18:0). Vse sveže ribe vsebujejo največ palmitinske kisline. Iz prehranskega stališča ni zaželena ker je aterogena. Na drugem mestu je pri svežih ribah stearinska kislina. Veliko je tudi miristinske kisline, ki ima močan aterogeni učinek (Salobir, 2000).

Indeks  $P/S$  je s prehranskega stališča ugoden, ko je večji od 0,5 (Salobir 1997). Vrednosti v tuni različnih proizvajalcev se med seboj značilno razlikujejo in so med 1,30 (proizvajalec C) in 1,58 (proizvajalec B) (slika 14).

## 5.1.2 Ribje konzerve

### 5.1.2.1 Tuna v lastnem soku

Maščobe, ki imajo IA manjši od 0,5 so bolj primerne z vidika varovanja zdravja (Salobir, 1997). Rezultati naše raziskave so pokazali, da imajo vsi vzorci tune v konzervi IA manjši od 0,5 (slika 15).

Delež n-3 VNMK je v tuni v lastnem soku od 37,5 do 44,6 % in je v povprečju za 36 krat višji kakor pri piščancu in 200 krat višji kakor pri govedini (slika 16).

Indeks n-6/n-3 je ugoden med vrednostma 5 in 10. Indeks se pri tuni različnih proizvajalcev statistično značilno razlikuje in znaša od 0,14 (proizvajalec D) do 0,24 (proizvajalec B) (slika 17).

Tuna v lastnem soku vsebuje od NMK največ palmitinske kisline. S prehranskega stališča ni zaželena, ker je aterogena (Salobir, 2000). Na drugem mestu je stearinska kislina.

Največji delež ENMK v ribjih maščobah predstavljata oleinska (18:1, n-9) in palmitooleinska kislina (16:1, n-7) (Lobb in Chow, 1992). V tuni v lastnem soku je največ oleinske kisline in sicer med 7,0 in 15,4 %. Na drugem mestu je palmitooleinska kislina (16:1, n-7) z deležih od 2,1 do 3,6 %.

Od VNMK, ki jih vsebuje tuna v lastnem soku, prevladuje DHA (22:6, n-3) in sicer od 29,2 do 34,5 %. Druga po zastopanosti je EPA (20:5, n-3), v deležih od 4,2 do 6,2 %. Rezultati se ne ujemajo z literaturnimi; EPA in DHA sta v ribah zastopani v deležu 20-30 % (Field, 2003). Ko seštejemo naše vrednosti EPA in DHA, dobimo večje vrednosti: od 33,5 do 39,4 %.

Pri vsebnosti esencialnih MK so v tuni v lastnem soku precejšnje razlike med proizvajalci. Linolne kisline (18:2, n-6) vsebuje od 6,4 do 45,0 mg/100 g, dnevno naj bi je zaužili 4,4 g (Simopoulos, 2000). Linolenske kisline (18:3, n-3) je v vzorcih rib manj kot linolne: od 1,6 do 5,1 mg/100 g, vendar so dnevne potrebe po tej kislini manjše (2,2 g/dan) (Simopoulos, 2000).

### 5.1.2.2 Tuna in sardina v različnih nalivih

Živila, ki imajo P/S razmerje nižje od 0,5 so manj primerna, saj povečujejo tveganje za kardiovaskularna in druga obolenja (Salobir, 2000). Rezultati naših analiz kažejo, da je v različnih nalivih to razmerje med 0,7 (oljčno olje) in 3,3 (rastlinsko olje).

S prehranskega stališča so ugodne maščobe, ki imajo indeks IA manjši od 0,5 (Salobir, 2000). V analiziranih nalivih znaša indeks med 0,16 (oljčno olje) in 0,45 (lastni sok). Tudi v rastlinskem olju (0,17) in sončničnem olju (0,20) je indeks zelo nizek. Razlog je v velikem deležu oleinske (18:1, n-9) in linolne (18:2, n-6) kisline v nalivih z oljem.

Delež n-3 VNMK je v nalivih z oljem (od 3,1 do 6,5 %) veliko manjši kot v tuni v lastnem soku (40,0 %). Razlog je v velikem deležu n-6 VNMK v oljih in zelo nizkih deležih n-3 maščobnih kislin (Caponino in sod., 2002).

Indeks n-6/n-3 je ugoden med vrednostima 5 in 10 (Field, 2003). V ribjih konzervah z različnimi nalivi znaša indeks od 0,2 (oljčno olje) do 7,5 (sončnično olje).

Največji delež ENMK v ribjih maščobah predstavljata oleinska (18:1, n-9) in palmitooleinska kislina (16:1, n-7) (Lobb in Chow, 1992). V vseh nalivih je delež oleinske kisline največji. V tuni z rastlinskim oljem, oljčnim oljem in sončničnim oljem pa je bila na drugem mestu oktadekaenojska kislina (18:1, n-7). Vzrok je v zmanjšanju palmitooleinske kisline v nalivih zaradi večjega deleža ostalih MK iz olja (Caponino in sod., 2002).

Od VNMK v tuni v lastnem soku prevladuje DHA (22:6, n-3): 31,0 %. V nalivih z oljem prevladuje linolna kislina (18:2, n-6): od 7,1 % (oljčno olje) do 48,2 % (rastlinsko olje). EPA je v nalivih z oljem zastopana v majhnih deležih: od 0,4 do 1,6 % zaradi nizkega deleža v rastlinskih oljih (Caponino in sod., 2002).

Linolne kisline naj bi dnevno zaužili 4,4 g (Simopoulus, 2000). Veliko te MK je v tuni v rastlinskem olju (6266,5 mg/100g), oljčnem olju (865,8 mg/100g živila) in sončničnem olju (2905,4 mg/100g). Veliki deleži so zaradi dodanega sončničnega olja, ki vsebuje 68,2 % te kisline, manj jo je v oljčnem olju (10 %) od vseh MK (Caponino in sod., 2002).

Linolenske kisline (18:3, n-3) je v vzorcih rib manj kot linolne, vendar so dnevne potrebe po tej kislini manjše (2,22 g/dan) (Simopoulus, 2000). V rastlinskem olju je vsebnost 420,4 mg/100 g, v sončničnem olju 268,6 mg/100 g in v oljčnem olju 73,6 mg/100 g. Vsebnosti linolenske kisline so v sončničnem olju 0,5 % vseh MK in so nekoliko visoke glede na literaturne podatke v in nekoliko prenizke v primeru oljčnega olja (0,6 % od vseh MK). Vendar pa zasledimo v literaturi, da vsebnost posamezne MK precej niha zaradi različnih pogojev pridelave oljk in tako znašajo vrednosti linolenske kisline od 0 do 1,5 % od vseh MK (Bučar in sod., 1997).

## 5.2 SKLEPI

Na podlagi rezultatov analiz ter statistične obdelave podatkov lahko oblikujemo naslednje sklepe:

Vsebnost maščobnih kislin v analiziranih svežih ribah se precej razlikuje od literaturnih podatkov. Vzroki: sezona ulova, različna vrsta hrane in geografska lokacija.

Analizirane sveže ribe vsebujejo od 290 mg MK na 100 g vzorca (morska žaba) do 5690 mg MK na 100 g vzorca (losos).

Sveže morske ribe vsebujejo velik delež VNMK, in sicer od 24,1 do 61,1 ut. % (oslič). Največ je DHA: od 3,5 ut. % (panga) do 38,8 ut. % (oslič). Ribe so zelo pomemben vir n-3 VNMK (EPA in DHA). 100 g svežih rib povprečno pokrije 54 % dnevnih potreb po teh dveh VNMK.

Pri svežih ribah znaša indeks P/S od 0,6 (list) do 2,5 (panga) (ugoden je nad 0,5). IA znaša med 0,3 (oslič) in 0,7 (panga) (ugoden je pod 0,5). Delež n-3 MK znaša med 5,3 in 54,9 ut. %, razmerje n-6/n-3 pa od 0,6 do 3,6 (ugodno je med 5 in 10).

Sveže ribe niso pomemben vir linolne (18:2, n-6) in  $\alpha$ -linolenske (18:3, n-3) MK, saj predstavlja 100 g sveže ribe povprečno samo 0,7 % od dnevnih potreb linolenske kisline.

Vsebnost skupnih MK v tuni v lastnem soku znaša od 578 do 943 mg/100 g, največ je VNMK (45,0 do 52,4 ut. %).

Konzerva tune v lastnem soku ima P/S indeks od 1,3 do 1,6, IA je med 0,42 in 0,49, vsebuje visok delež n-3 VNMK (od 37,5 do 44,6 ut. %), razmerje n-6/n-3 je od 0,14 do 0,24.

Vsebnost skupnih MK v tuni v različnih nalivih je med 770 mg/100 g (lastni sok) in 13720 mg/100 g (rastlinsko olje). Indeks P/S je med 0,66 (oljčno olje) in 3,29 (rastlinsko olje), IA je med 0,16 (oljčno olje) in 0,20 (sončnično olje), delež n-3 VNMK je nizek in znaša od 3,1 ut. % (oljčno olje) do 6,5 ut. % (rastlinsko olje), razmerje n-6/n-3 je ugodno in znaša od 2,4 (oljčno olje) do 7,5 (rastlinsko olje).

## 6 POVZETEK

Vsebnost maščob v živilih je aktualna tema današnjega časa. O tej sestavini živila se pogosto razmišlja in piše o njeni negativni vlogi. Deloma je to res, saj so maščobe krivec za mnoge bolezni sodobnega časa. Vendar pri tem nikakor ne moremo ostati. Maščobe so neobhodno potrebne za življenje. Logično vprašanje, ki sledi, je kje je meja in kje razlika. Razliko lahko ugotovimo samo ob bolj podrobni analizi kakovosti maščob, to je ob spoznavanju maščobnokislinske sestave. Ni dovolj, da poznamo vsebnost maščobe v posameznem živilu, poznati moramo tudi vsebnost maščobnih kislin in njihovo razmerje. Prav to je bil namen naše raziskave. Preučevali smo maščobnokislinsko sestavo rib, za katere je znano, da je MK sestava s prehranskega vidika veliko bolj primerna kot pri kopenskih živalih.

Pridobljeni podatki so pomembni za oblikovanje prehranskih tablic.

V raziskavo maščobnokislinske sestave smo vključili sveže ribe in konzerve iz redne prodaje v Sloveniji. Ob primernem hlajenju smo sveže ribe v času dveh dni po nakupu primerno pripravili za analizo in jih shranili v plastičnih lončkih v zamrzovalniku. Konzervam tune in sardine smo takoj po odprtju konzerve odlili nalive in jih še isti dan analizirali.

Maščobnokislinsko sestavo smo določili z metodo po Parku in Goinsu (1994). Identificirali smo 45 različnih MK z in situ transesterifikacijo in s pomočjo plinske kromatografije. Delež posamezne MK smo določili na osnovi površine kromatogramov. Vsebnost (mg/100 g) posamezne MK smo izračunali s pomočjo mase internega standarda (nanodekanojska kislina, 19:0). Rezultati so bili obdelani v programu Excel XP in s statističnim paketom SAS.

Sveže ribe vsebujejo od 20,7 % (losos) do 38,9 % (panga) NMK, od 8,6 % (lignji) do 38,5 % (ugor) ENMK in od 24,2 % do 61,1 % VNMK. Od NMK je najbolj zastopana palmitinska kislina (16:0), od ENMK oktadekanojska (18:1, n-9) in od VNMK DHA (22:6, n-3).

Razmerje P/S je pri vseh analiziranih svežih ribah višje od 0,5. Samo štiri sveže ribe (od 16-ih, ki smo jim določali MK sestavo) imajo to razmerje manjše od 1,0. Devet svežih rib ima IA nad 0,5. Delež n-3 VNMK znaša med 5,3 % (panga) in 54,9 % (oslič). Razmerje n-6/n-3 imajo vse sveže ribe pod 5: med 0,1 (lignji) in 3,6 (panga).

Konzerva tune v lastnem soku vsebuje od 32,1 do 34,6 ut. % NMK, od tega največ palmitinske kisline (16:0), od 13,5 % do 21,5 % ENMK, od teh največ oktadekanojske (18:1, n-9) in od 45,0 % do 52,4 % VNMK, od teh največ DHA (22:6, n-3).

Indeks P/S je pri tuni v lastnem soku od 1,3 do 1,6, IA je v vseh izdelkih manjši od 0,5, delež n-3 VNMK je nad 37,5 ut. % od vseh MK, razmerje n-3/n-6 je zelo nizko in znaša pri vseh izdelkih pod 0,3.

Konzerva tune v oljčnem olju vsebuje 16,2 % NMK, 73,0 % ENMK in 10,7 % VNMK; v rastlinskem olju 17,0 % NMK, 27,0 % ENMK in 56,0 % VNMK; v sončničnem olju 22,1 % NMK, 41,1 % ENMK in 36,8 VNMK. Najbolj zastopane MK so iste pri NMK in ENMK kot pri lastnem soku, od VNMK pa je namesto DHA v nalivih, kjer je prisotno olje najbolj zastopana oktadekadienojska kislina (18:2, n-6).

Indeks P/S je v vseh konzervah tune v nalivih nad 0,5, IA je zelo nizek in znaša v tuni z dodanim oljem pod 0,2. Delež n-3 VNMK je v tuni z dodanim oljem nizek in sicer pod 6,5 ut. %. Razmerje n-6/n-3 se približa optimalnemu in znaša med 2,4 (oljčno olje) in 7,5 (rastlinsko olje).

V maščobi rib je malo esencialnih MK. Veliko več, predvsem linolne kisline (18:2, n-3) je pri tunah v konzervah, kjer je naliv olje, ki vsebuje veliko te kisline.

Sardina v rastlinskem olju vsebuje 18,2 % NMK, 34,3 % ENMK in 47,4 % VNMK. Najbolj zastopane MK so iste kot pri tuni, kjer je naliv z oljem.

Namen diplomskega dela je izpolnjen. Pokazali smo, da so ribe s stališča varne prehrane glede maščob zelo dobra izbira pri načrtovanju jedilnikov. Indeksi, ki kažejo na prehransko vrednost maščob, so pri vseh ribah ugodni, le pri ribah v konzervi se moramo zavedati, da ribe absorbirajo veliko naliva, ki pomembno spremeni MK sestavo konzerviranih rib in s tem tudi njihovo prehransko vrednost.

## 7 VIRI

Ackman R.G. 1992. Fatty acids in fish and shellfish. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker: 153-174

Ackman R.G. 1994. Seafood lipids. V: Sea foods, chemistry, processing, technology and quality. Shahidi F., Botta J.R. (eds.). London, Blackie Academic & Profesional: 34-45

Advice on fish consumption: benefits & risks. 2004. London, Food Standards Agency and Department of Health.

<http://www.scan.gov.uk> (avgust 2005): 1 str.

Albert C.M., Hennekens C.H., Odonnell C.J., Ajani U.A. 1998. Fish consumption and risk of sudden cardiac death. JAMA, 279: 23-28

AOAC official method 996.06. Fat (total, saturated and monounsaturated). 1998. V: Official methods of analysis of AOAC international. Vol.2. 16<sup>th</sup> ed. 5<sup>th</sup> revision. Cunniff P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International. Chapter 41: 18A-18D

Bogut I., Opačak A., Stević I., Bogut S. 1996. Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtno na omega-3 masne kiseline. Ribarstvo, 54, 1: 21-38

Brecelj B., Hodalič A., Petejan S. 2004. The smell of tuna fish. Ljubljana.

<http://www.ipak.org/tune/> (avgust 2005): 1 str.

Bricelj B. 2002. Kratka tehnologija izdelave pločevink. Meso in mesnine, 3, 2: 34-35

Bučar M., Butinar B., Jančar M., Sotlar M., Vesel V. 1997. Oljka in oljčno olje. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 119 str.

Caponio F., Gomes T., Summo C. 2002. Quality assessment of edible vegetable oils used as liquid medium in canned tuna. European Food Research Technology, 216: 104-108

Connor W.E. 1994. n-3 fatty acids and heart disease. V: Nutrition and disease update: heart disease. Kritchevsky D., Carroll K.K. (eds.). Champaign. American Oil Chemists' Society: 7-42

Connor W.E., Albert B. 1998. Fish consumption and risk of sudden cardiac death. JAMA, 179: 23-28

Connor W.E. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. American Journal of Clinical Nutrition, 71: 171-175

Chapkin C.C. 1992. Reappraisal of the essential fatty acid. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker: 429-436

Čepin S., Čepon M., Šalehar A., Holcman A., Štruklec M. 1997. Trendi v pridelavi hrane živalskega izvora v Sloveniji. V: Tehnologija, hrana, zdravje. 1. slovenski kongres o hrani in prehrani z mednarodno udeležbo. Raspor P., Pitako D., Hočevar D. (ur.). Bled, 21.-25. april 1996. Ljubljana. Društvo živilskih in prehranskih strokovnih delavcev Slovenije, 22: 11-25

Daviglus M.L., Stanler J., Orencia A.J., Dyer A.R., Liu K., Greenland P., Walsh M.K., Morris D., Shakelle R.B. 1997. Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *Mars Medical Society*, 336, 15: 1046-1053

De Lorgeril M., Renauld S., Mamelle N. 1998. Mediteranean alpha-linolenic acid-rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Lancet*, 1: 1454-1459

Dyerberg J. 1979. Haemostatic function and platelet polyunsaturated fatty acids in Eskimos. *Lancet*, 2, 8140: 433-435.

Exler J., Kinsella J. E., Watt B. K. 1975. Lipids and fatty acids of important finfish - new data for nutrient tables. *Journal of the American Oil Chemist Society*, 52: 154-159

FAO. 2001. A look at recent global data on the state of fish stocks. Rome, FAO <http://usinfo.state.gov/journals/ites/0103/ijec/trends.htm> (september 2005): 1 str.

FAO/WHO. 1994. Fats and oils in human nutrition. Report of joint expert consultation. Rome, Food and Agriculture Organisation, 57: 147 str.

FAOSTAT. 2005. Rome, FAO.  
<http://faostat.fao.org/faostat/> (julij 2005): 1 str.

Foegeding E.A., Lanier T.C., Hultin H.O. 1997. Characteristics of edible muscle tissues. V: Food chemistry. Fennema O.R. (ed.). New York, Marcel Dekker: 879-943

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

Food, nutrition and the prevention of cancer. 1997. Washington, World Cancer Research Foundation: 84 – 654

Hands E.S. 1996. Lipid composition of selected foods.. V: Baileys industrial oil & fat products. 5<sup>th</sup> ed., vol. 1. Hui Y.H. (ed.). New York, John Wiley & Sons: 441-525

Jamnik M., Golob, T., Stibilj, V. 2003. Slovenske prehranske tablice – predstavitev projekta. *Meso in mesnine*, 4,1: 59-64

Kariš T. 2001. Konzerviranje rib in proizvodnja ribjih konzerv. *Meso in mesnine*, 2, 4: 13-14

Kariš T. 2003a. HACCP v ribji predelovalni industriji – biološka tveganja. Meso in mesnine, 4, 3: 5-11

Kariš T. 2003b. Vpogled v tržne standarde in predelavo tunov. Meso in mesnine, 4, 4: 11-17

Katan M.B., Zock P.L., Mensink R.P. 1995. Trans fatty - acids and their effects on lipoproteins in humans. Annual Reviews inc., 15: 473-493

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

Koch V. 1997. Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 96 str.

Love R.M. 1997. Biochemical dynamics and the quality of fresh and frozen fish. V: Fish processing technology. 2<sup>nd</sup> ed. Hall G. M. (ed.). London, Blackie Academic & Professional: 1-31

Lobb K., Chow D.K. 1992. Fatty acid classification and nomenclature. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker: 1-15

Marin M. 2005. Vpliv sezone ulova na lipidno sestavo in senzorično kakovost jadranske sardele. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 92 str.

Nelson J.G. 1992. Dietary fatty acid and lipid metabolism. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C.K. (ed.). New York, Marcel Dekker, 1: 437-471

Nelson D.L., Cox M.M. 2005. Lehninger principles of biochemistry. 4<sup>th</sup> ed. New York, W.H. Freeman: 1119 str.

Neuringer M., Connor W.E. Barstad L. Luck S. 1986. Biochemical and funtional effects of prenatal and postnatal omega-3 fatty acid deficiency on retina and brain in rhesus monkeys. Proceedings of the National Academy of Sciences, 83: 4021-4025

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

Plestenjak A., Golob T. 2000. Sestava in prehranska kakovost animalnih maščob V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39-48

Plestenjak A. 2001. Tablice o sestavi mesa III. del. Meso in mesnine, 2, 4: 32-39

Pokorn D. 2000. Zdravstveni vidiki uživanja maščob in holesterola. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31-37

Polak T. 1999. Vpliv reje na maščobnokislinsko sestavo mesa pitovnih piščancev. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 112 str.

Polak T. 2000. Specifična problematika zmanjšanja maščob in holesterola v predelavi mesa klavnih živali, perutnine in rib. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 79-88

Rhee K. S. 1992. Fatty acids in meats and meat products. V: Fatty acids in foods and their health implications. Chow C. K. (ed.). New York, Marcel Dekker, inc.: 83-108

Ruyle M., Connor W.E., Anderson G.J., Lowensohn R.I. 1990. Placental transfer of essential fatty acids in humans: venous arterial difference for docosahexanoic acid in fetal umbilical erythrocytes. Proceedings of the National Academy of Sciences, 87: 7902-7906

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

Salobir K. 2000. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 8., 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-135

Simopoulos A.P. 2000. Human requirement for n-3 polyunsaturated fatty acid. Biomedicine Pharmacotherapy, 79: 961 - 970

Simopoulos A.P. 2002. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. Biomedicine Pharmacotherapy, 56: 365-380

Smith W., Mitchel P., Leeder S.R. 2000. Dietary fat and fish intake and age - related maculopathy. Archives of Ophthalmology, 118: 401-404

Souci S.W., Fachmann W., Kraut H., Scherz H., Senser F. 2000. Food composition and nutrition tables. 6<sup>th</sup> ed. Stuttgart, CRC Press: 401 - 465

Terry P., Lichtenstein P., Feychting M., Ahlbom A., Wolk A. 2001. Fatty fish consumption and risk of prostate cancer. Lancet, 357: 1764-1766

Tolonen M. 1994. Omega-3 - rasvahapot. Yisrinne, Biovita.  
<http://www.biovita.fi/omega-6,omega-3> (avgust 2005)

Verbič D. 2001. Maščobnokislinska sestava mlade govedine dveh pasem. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 65 str.

Vidmar L. 2002. Pripravljene jedi v pločevinkah. Meso in mesnine, 3, 2: 45-47

Vojtaščakova A., Kovačikova E., Pastorova J., Holčikova K., Simonova E. 2001. Fish. Bratislava, Food Research Institute: 51-123

Vouk G.L. 2001. Morska hrana kot funkcionalno živilo. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi. Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.) Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 267-274

Vrste rib na Jadranu. 2004. Adriatic fishing chartes. Betina.  
<http://www.big-game-adria.com/slo/bluefin.htm> (avgust 2005).

Vujkovič G. 1996. Proučavanje sestava mastnih kiselin lipida slatkovodnih riba. Doktorska disertacija. Novi Sad, Tehnološki fakultet: 117 str.

Žlender B. 2000. Morske in sladkovodne ribe: Sestava in kakovost mesa rib. Meso in mesnine, 1, 1: 42-43

Weihrauch J.L., Posati L. P., Anderson, B. A., Exler J. 1977. Lipid conversation factors for carculating fatty acid content of foods. Journal of the American Oil Chemists' Society, 54: 36-40

## 8 ZAHVALA

Zahvaljujem se prof. dr. Božidar Žlendru za mentorstvo, nasvete in cenzuro diplomskega dela.

Ravno tako se zahvaljujem prof. dr. Tereziji Golob za cenzuro.

Pri izvedbi eksperimentalnega dela in urejanju podatkov ter drugih nasvetih mi je bil v zelo veliko oporo dr. Tomaž Polak. Njemu se prav tako zahvaljujem za zelo sproščeno a kljub temu delovno vzdušje ob delu na katedri.

Pri pisanju diplomskega dela mi je vedno stala ob strani moja punca Tjaša, za kar si ji iskreno zahvaljujem.

Hvala sestri Mojci za lektoriranje in bratu Andreju za pomoč in nasvete pri oblikovanju diplomskega dela.

Iskreno se zahvaljujem celotni družini, predvsem pa staršema, ki sta mi tako moralno kot tudi finančno pomagala vsa leta mojega študija.

Hvala sošolkam in sošolcem za vso pomoč in nepozabna leta študija.

***HVALA***

## 9 PRILOGA

### 9.1 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA SVEŽIH RIB V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA

Preglednica 25: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah

| MK          | HOBOTNICA<br>n = 2 | KOVAČ<br>n = 1 | LIGNJI<br>n = 2 | LIST<br>n = 2   | LOSOS<br>n = 4   | MOR. ŽABA<br>n = 8 |
|-------------|--------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|
| C12:0       | <0,01              | <0,01          | 0,28 ± 0,03     | 1,62 ± 0,27     | 2,99 ± 0,44      | 0,09 ± 0,06        |
| C13:0       | 0,50 ± 0,18        | <0,01          | 0,78 ± 0,04     | <0,01           | 1,57 ± 0,27      | 0,17 ± 0,11        |
| C14:0       | 2,85 ± 0,04        | 7,43           | 22,17 ± 1,41    | 67,32 ± 14,05   | 252,21 ± 34,29   | 3,82 ± 1,01        |
| C14:1 n-5t  | <0,01              | <0,01          | 0,52 ± 0,05     | 1,70 ± 0,23     | 10,39 ± 1,43     | 0,16 ± 0,10        |
| C14:1 n-5c  | 6,09 ± 1,42        | <0,01          | 1,43 ± 0,09     | 0,38 ± 0,53     | 2,46 ± 0,29      | 0,17 ± 0,11        |
| C15:0       | 1,11 ± 0,00        | 1,51           | 4,47 ± 0,23     | 6,70 ± 1,18     | 20,57 ± 2,69     | 1,13 ± 0,24        |
| C15:1 n-5c  | 3,36 ± 0,83        | <0,01          | 1,00 ± 0,14     | <0,01           | <0,01            | <0,01              |
| C16:0 iso   | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            | <0,01              |
| C16:0       | 51,43 ± 0,83       | 93,22          | 215,86 ± 8,04   | 521,77 ± 103,61 | 742,91 ± 89,20   | 60,81 ± 11,04      |
| C16:1 n-7t  | 0,38 ± 0,00        | 1,45           | 1,03 ± 0,19     | 1,78 ± 0,50     | 0,68 ± 0,19      | 0,86 ± 0,18        |
| C16:1 n-7c  | 1,82 ± 0,06        | 9,21           | 6,72 ± 0,20     | 21,52 ± 3,69    | 289,89 ± 38,68   | 6,67 ± 1,45        |
| C17:0       | 4,25 ± 0,01        | 5,91           | 8,69 ± 0,12     | 9,38 ± 1,50     | 32,64 ± 4,42     | 2,87 ± 0,49        |
| C17:1 n-7t  | 1,00 ± 0,07        | 1,11           | 1,49 ± 0,08     | 1,78 ± 0,43     | 7,57 ± 0,75      | 1,01 ± 0,19        |
| C17:1 n-7c  | 0,20 ± 0,28        | 1,22           | 0,94 ± 0,05     | 3,11 ± 0,90     | 40,38 ± 5,29     | 1,17 ± 0,26        |
| C18:0       | 23,23 ± 0,51       | 32,52          | 40,91 ± 0,00    | 143,63 ± 26,75  | 142,14 ± 12,52   | 19,30 ± 3,86       |
| C18:1 n-9t  | 0,61 ± 0,01        | <0,01          | 0,45 ± 0,06     | 2,52 ± 0,51     | 5,13 ± 0,65      | <0,01              |
| C18:1 n-11c | <0,01              | 2,90           | 0,86 ± 0,02     | 1,41 ± 0,29     | 34,63 ± 4,44     | 1,79 ± 1,10        |
| C18:1 n-9c  | 6,22 ± 0,09        | 44,00          | 20,19 ± 0,66    | 638,99 ± 140,60 | 1188,08 ± 126,20 | 27,50 ± 6,16       |
| C18:1 n-7c  | 5,04 ± 0,14        | 7,00           | 9,68 ± 0,31     | 26,24 ± 4,81    | 174,76 ± 18,77   | 6,65 ± 1,15        |
| C18:2 n-6tt | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | 1,26 ± 0,23      | <0,01              |
| C18:2 n-6tc | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 2,46 ± 0,34     | 3,38 ± 0,50      | <0,01              |
| C18:2 n-6cc | 1,28 ± 0,22        | 3,27           | 1,64 ± 0,12     | 290,30 ± 65,65  | 369,87 ± 44,42   | 3,05 ± 0,61        |
| C18:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 5,86 ± 1,26     | 5,33 ± 0,56      | <0,01              |
| C18:3 n-3c  | <0,01              | 1,00           | 0,60 ± 0,01     | 15,30 ± 3,05    | 94,97 ± 114,04   | 0,76 ± 0,48        |
| C20:0       | <0,01              | <0,01          | 0,70 ± 0,01     | 6,85 ± 1,50     | 10,08 ± 0,39     | <0,01              |
| C20:1 n-11t | 0,80 ± 0,00        | <0,01          | 2,88 ± 0,06     | <0,01           | 81,00 ± 90,70    | <0,01              |
| C20:1 n-11c | 9,63 ± 0,19        | 3,42           | 27,22 ± 0,88    | 17,77 ± 4,17    | 34,82 ± 3,01     | 3,06 ± 1,92        |
| C18:2 n-6k  | <0,01              | 0,94           | 0,30 ± 0,42     | <0,01           | 274,47 ± 22,58   | 1,05 ± 0,63        |
| C18:2 n-6k  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | 2,11 ± 0,18      | <0,01 ±            |
| C18:4 n-3c  | <0,01              | 1,08           | 1,01 ± 0,08     | <0,01           | 88,25 ± 13,92    | 0,90 ± 0,56        |
| C20:2 n-9c  | 0,98 ± 0,15        | <0,01          | 2,19 ± 0,28     | 15,20 ± 2,71    | 28,20 ± 2,68     | <0,01              |
| C20:3 n-9c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            | <0,01              |
| C20:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | 20,12 ± 3,16    | 9,25 ± 0,97      | <0,01              |
| C20:4 n-6c  | 18,06 ± 0,67       | 10,92          | 20,19 ± 1,09    | 36,25 ± 2,26    | 47,67 ± 6,33     | 11,08 ± 4,80       |
| C20:5 n-3c  | 60,43 ± 2,16       | 29,06          | 137,07 ± 3,65   | 7,29 ± 3,11     | 407,19 ± 40,19   | 18,62 ± 2,96       |
| C22:0       | <0,01              | 1,18           | 1,31 ± 0,01     | 2,04 ± 2,89     | 5,19 ± 0,16      | 1,11 ± 0,66        |
| C22:1 n-11c | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | 277,34 ± 18,41   | <0,01              |
| C24:1 n-9c  | 2,62 ± 0,11        | <0,01          | 1,18 ± 1,68     | 5,95 ± 1,62     | 30,07 ± 1,55     | <0,01              |
| C22:3 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | 5,20 ± 0,31      | <0,01              |
| C22:4 n-6c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | 34,76 ± 3,79     | <0,01              |
| C22:4 n-3c  | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            | <0,01              |
| C22:5 n-3c  | 2,18 ± 0,01        | 3,50           | 6,26 ± 0,31     | 13,06 ± 1,02    | 13,49 ± 1,63     | 4,71 ± 1,30        |
| CXX         | 7,44 ± 0,12        | 11,79          | 6,38 ± 0,25     | 11,06 ± 1,25    | 165,83 ± 19,56   | 4,62 ± 1,03        |
| C23:0       | <0,01              | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            | <0,01              |
| C22:6 n-3c  | 90,16 ± 2,20       | 167,26         | 328,62 ± 4,56   | 68,79 ± 6,36    | 753,24 ± 100,19  | 105,73 ± 16,57     |
| Vsota (g)   | 0,30 ± 0,01        | 0,44           | 0,88 ± 0,03     | 1,97 ± 0,40     | 5,69 ± 0,83      | 0,29 ± 0,06        |
| NMK         | 83,37 ± 1,58       | 141,75         | 295,17 ± 9,89   | 759,31 ± 151,74 | 1210,29 ± 144,39 | 89,31 ± 17,47      |
| ENMK        | 37,76 ± 3,19       | 70,31          | 75,59 ± 4,45    | 723,16 ± 158,30 | 2177,21 ± 310,37 | 49,04 ± 12,62      |
| VNMK        | 180,52 ± 5,52      | 228,84         | 504,25 ± 10,78  | 485,69 ± 90,18  | 2304,46 ± 372,05 | 150,51 ± 28,95     |
| n-3         | 152,77 ± 4,37      | 201,90         | 473,55 ± 8,61   | 104,44 ± 13,55  | 1357,14 ± 269,96 | 130,72 ± 21,88     |
| n-6         | 19,34 ± 0,89       | 14,19          | 21,83 ± 1,22    | 354,98 ± 72,67  | 478,83 ± 57,27   | 14,12 ± 5,42       |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

Se nadaljuje

Preglednica 25: Nadaljevanje: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah

| MK          | OSLIČ<br>n = 4 | OSTRIŽ<br>n = 2 | OVČICA<br>n = 2 | PANGA<br>n = 1 | POSTRV<br>n = 2 |
|-------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| C12:0       | 0,22 ± 0,01    | 0,61 ± 0,04     | 10,79 ± 0,96    | 4,36           | 2,31 ± 0,11     |
| C13:0       | 0,28 ± 0,02    | 0,26 ± 0,04     | 0,82 ± 0,05     | 4,38           | 1,88 ± 0,11     |
| C14:0       | 4,78 ± 0,45    | 17,83 ± 2,70    | 117,66 ± 9,41   | 75,11          | 168,01 ± 8,77   |
| C14:1 n-5t  | 0,52 ± 0,06    | 2,72 ± 0,43     | 4,21 ± 0,31     | 0,33           | 9,34 ± 0,45     |
| C14:1 n-5c  | <0,01          | 1,14 ± 0,19     | 4,70 ± 0,18     | 3,99           | 5,81 ± 0,30     |
| C15:0       | 1,63 ± 0,10    | 2,95 ± 0,44     | 15,72 ± 0,86    | 7,49           | 25,38 ± 1,28    |
| C15:1 n-5c  | <0,01          | 2,31 ± 0,49     | <0,01           | 3,35           | <0,01           |
| C16:0 iso   | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           |
| C16:0       | 98,25 ± 6,74   | 148,46 ± 21,06  | 339,86 ± 19,37  | 542,67         | 680,86 ± 35,73  |
| C16:1 n-7t  | 1,24 ± 0,09    | 0,43 ± 0,08     | 0,70 ± 0,07     | 1,44           | 23,92 ± 1,18    |
| C16:1 n-7c  | 6,36 ± 0,56    | 64,48 ± 8,91    | 189,74 ± 15,22  | 19,28          | 136,25 ± 6,95   |
| C17:0       | 5,48 ± 0,47    | 8,22 ± 1,23     | 22,40 ± 1,29    | 8,78           | 41,43 ± 2,11    |
| C17:1 n-7t  | 0,74 ± 0,07    | 0,80 ± 0,17     | 4,65 ± 0,28     | 1,64           | 6,74 ± 0,38     |
| C17:1 n-7c  | 1,19 ± 0,10    | 6,27 ± 0,89     | 16,07 ± 1,10    | 2,55           | 14,99 ± 0,87    |
| C18:0       | 21,51 ± 1,54   | 61,80 ± 8,91    | 131,92 ± 8,03   | 112,86         | 108,55 ± 4,90   |
| C18:1 n-9t  | 0,73 ± 0,07    | 1,00 ± 0,22     | 6,59 ± 0,40     | 5,76           | 3,33 ± 0,16     |
| C18:1 n-11c | <0,01          | <0,01           | 0,87 ± 0,05     | <0,01          | 4,10 ± 0,19     |
| C18:1 n-9c  | 48,42 ± 4,10   | 107,98 ± 16,17  | 214,76 ± 16,28  | 600,29         | 267,07 ± 13,76  |
| C18:1 n-7c  | 13,54 ± 1,07   | 28,44 ± 4,02    | 84,33 ± 6,57    | 18,74          | 75,74 ± 2,99    |
| C18:2 n-6tt | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 1,46 ± 0,08     |
| C18:2 n-6tc | <0,01          | 0,76 ± 0,10     | <0,01           | 2,75           | 4,69 ± 0,27     |
| C18:2 n-6cc | 8,26 ± 0,70    | 10,32 ± 1,46    | 25,77 ± 1,30    | 293,26         | 55,82 ± 2,92    |
| C18:3 n-6c  | <0,01          | 0,88 ± 0,12     | 2,03 ± 0,11     | 8,07           | 2,75 ± 0,17     |
| C18:3 n-3c  | 3,71 ± 0,33    | 7,88 ± 0,99     | 13,34 ± 0,99    | 14,41          | 71,64 ± 3,45    |
| C20:0       | <0,01          | 2,20 ± 0,34     | 4,74 ± 0,36     | 6,96           | 5,64 ± 0,24     |
| C20:1 n-11t | <0,01          | 1,36 ± 0,15     | 11,01 ± 0,91    | <0,01          | 6,36 ± 0,35     |
| C20:1 n-11c | 1,85 ± 0,21    | 2,87 ± 0,41     | 21,69 ± 2,06    | 16,00          | 50,39 ± 2,48    |
| C18:2 n-7k  | 0,41 ± 0,57    | 1,00 ± 0,15     | <0,01           | 0,89           | 5,27 ± 0,24     |
| C18:2 n-6k  | <0,01          | <0,01           | 16,28 ± 1,63    | <0,01          | 1,39 ± 0,09     |
| C18:4 n-3c  | 2,36 ± 0,21    | 0,99 ± 0,15     | 28,09 ± 2,20    | <0,01          | 128,03 ± 5,58   |
| C20:2 n-9c  | 1,62 ± 0,11    | 1,34 ± 0,22     | 12,37 ± 0,86    | 15,66          | 9,85 ± 0,50     |
| C20:3 n-9c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 2,51 ± 0,11     |
| C20:3 n-6c  | <0,01          | 1,43 ± 0,24     | 3,26 ± 0,25     | 24,47          | 25,25 ± 1,01    |
| C20:4 n-6c  | 15,60 ± 1,17   | 34,97 ± 4,21    | 49,71 ± 0,52    | 42,83          | 44,10 ± 2,15    |
| C20:5 n-3c  | 70,44 ± 4,91   | 24,19 ± 2,86    | 271,18 ± 17,54  | 7,51           | 304,70 ± 14,38  |
| C22:0       | 1,38 ± 0,00    | <0,01           | <0,01           | 6,34           | 3,53 ± 0,31     |
| C22:1 n-11c | <0,01          | <0,01           | 3,23 ± 0,36     | 4,40           | 7,59 ± 0,32     |
| C24:1 n-9c  | <0,01          | 8,05 ± 1,63     | 4,64 ± 0,51     | 6,12           | 32,61 ± 1,58    |
| C22:3 n-6c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 6,71 ± 1,66     |
| C22:4 n-6c  | <0,01          | <0,01           | 19,00 ± 1,10    | 5,06           | 14,06 ± 0,76    |
| C22:4 n-3c  | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 17,47 ± 0,79    |
| C22:5 n-3c  | 3,14 ± 0,22    | 13,83 ± 1,45    | 13,90 ± 0,22    | 15,63          | 34,45 ± 1,72    |
| CXX         | 5,29 ± 0,50    | 39,50 ± 5,13    | 90,86 ± 6,22    | 9,70           | <0,01           |
| C23:0       | <0,01 ± 0,00   | <0,01 ± 0,00    | <0,01 ± 0,00    | <0,01          | 30,30 ± 1,56    |
| C22:6 n-3c  | 235,10 ± 14,96 | 111,27 ± 13,08  | 241,57 ± 5,87   | 74,42          | 860,53 ± 37,78  |
| Vsota (g)   | 0,55 ± 0,04    | 0,72 ± 0,10     | 2,00 ± 0,12     | 1,97           | 3,30 ± 0,16     |
| NMK         | 133,51 ± 9,33  | 242,33 ± 34,77  | 643,91 ± 40,33  | 768,95         | 1067,88 ± 55,12 |
| ENMK        | 74,59 ± 6,32   | 227,86 ± 33,75  | 567,18 ± 44,29  | 683,88         | 644,25 ± 31,95  |
| VNMK        | 345,92 ± 23,68 | 248,35 ± 30,15  | 787,39 ± 38,82  | 514,65         | 1590,69 ± 73,67 |
| n-3         | 314,74 ± 20,63 | 158,16 ± 18,53  | 568,08 ± 26,82  | 111,97         | 1416,83 ± 63,70 |
| n-6         | 23,86 ± 1,87   | 48,36 ± 6,13    | 116,07 ± 4,92   | 376,44         | 156,22 ± 9,12   |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

Se nadaljuje

Preglednica 25: Nadaljevanje: Vsebnost posamezne maščobne kisline v mg na 100 g v svežih ribah

| MK          | RIBON<br>n = 2 | ROMB<br>n = 2  | TUNA<br>n = 4   | UGOR<br>n = 2   | ZOBATEC<br>n = 2 |
|-------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| C12:0       | 2,90 ± 0,12    | 0,36 ± 0,02    | 0,23 ± 0,27     | 1,95 ± 0,40     | <0,01            |
| C13:0       | 0,69 ± 0,00    | 0,21 ± 0,04    | 0,66 ± 0,24     | 0,86 ± 0,15     | <0,01            |
| C14:0       | 48,71 ± 1,72   | 24,44 ± 1,41   | 6,43 ± 5,68     | 86,87 ± 16,03   | 17,50 ± 7,70     |
| C14:1 n-5t  | 3,17 ± 0,04    | 0,87 ± 0,04    | 0,18 ± 0,21     | 4,83 ± 0,80     | 2,34 ± 0,98      |
| C14:1 n-5c  | 3,04 ± 0,61    | 0,31 ± 0,00    | 0,68 ± 0,91     | 6,06 ± 1,03     | 0,86 ± 0,07      |
| C15:0       | 12,31 ± 0,49   | 2,44 ± 0,23    | 3,45 ± 2,56     | 13,55 ± 2,53    | 3,08 ± 1,11      |
| C15:1 n-5c  | 1,76 ± 0,08    | <0,01          | 0,48 ± 0,55     | 1,52 ± 0,14     | 0,96 ± 0,17      |
| C16:0 iso   | <0,01          | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C16:0       | 386,26 ± 14,27 | 106,87 ± 10,11 | 108,16 ± 62,90  | 393,23 ± 54,93  | 128,25 ± 33,18   |
| C16:1 n-7t  | 13,64 ± 0,72   | 2,09 ± 0,13    | 0,64 ± 0,38     | 0,59 ± 0,04     | 1,11 ± 0,71      |
| C16:1 n-7c  | 145,74 ± 5,34  | 26,78 ± 1,51   | 11,96 ± 9,85    | 168,67 ± 30,14  | 53,98 ± 21,90    |
| C17:0       | 25,70 ± 0,92   | 5,61 ± 0,55    | 10,97 ± 4,76    | 22,80 ± 3,26    | 7,18 ± 2,03      |
| C17:1 n-7t  | 6,13 ± 0,17    | 1,13 ± 0,11    | 2,09 ± 0,67     | 5,40 ± 0,45     | 0,43 ± 0,60      |
| C17:1 n-7c  | 14,59 ± 0,37   | 4,55 ± 0,34    | 3,37 ± 2,26     | 18,52 ± 2,95    | 4,31 ± 1,81      |
| C18:0       | 126,62 ± 5,00  | 24,17 ± 2,59   | 38,76 ± 9,30    | 83,48 ± 10,01   | 50,51 ± 10,61    |
| C18:1 n-9t  | 6,83 ± 0,25    | 0,64 ± 0,06    | 0,88 ± 1,01     | 6,04 ± 0,80     | 0,50 ± 0,71      |
| C18:1 n-11c | 0,30 ± 0,07    | 2,05 ± 0,08    | <0,01           | 1,03 ± 0,21     | <0,01            |
| C18:1 n-9c  | 294,89 ± 11,07 | 59,08 ± 4,37   | 72,35 ± 32,60   | 431,02 ± 68,63  | 44,43 ± 11,79    |
| C18:1 n-7c  | 64,20 ± 2,46   | 15,69 ± 1,27   | 10,35 ± 6,30    | 87,97 ± 15,18   | 23,06 ± 5,10     |
| C18:2 n-6tt | <0,01          | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C18:2 n-6tc | 5,89 ± 0,04    | 0,47 ± 0,22    | <0,01           | 1,30 ± 0,20     | <0,01            |
| C18:2 n-6cc | 10,77 ± 0,32   | 24,90 ± 1,99   | 4,78 ± 1,77     | 29,16 ± 5,37    | 5,67 ± 1,14      |
| C18:3 n-6c  | 1,97 ± 0,16    | 0,79 ± 0,10    | <0,01           | 2,70 ± 0,44     | <0,01            |
| C18:3 n-3c  | 5,35 ± 0,14    | 4,43 ± 0,34    | 0,84 ± 0,97     | 16,03 ± 2,68    | 5,11 ± 1,64      |
| C20:0       | 4,82 ± 0,17    | 0,93 ± 0,11    | 0,64 ± 0,75     | 4,91 ± 1,06     | 1,58 ± 0,50      |
| C20:1 n-11t | 15,37 ± 0,50   | 0,95 ± 0,07    | <0,01           | 8,32 ± 2,08     | <0,01            |
| C20:1 n-11c | 18,40 ± 0,64   | 13,38 ± 1,01   | 3,67 ± 2,20     | 19,63 ± 3,57    | 1,31 ± 0,22      |
| C18:2 n-7k  | 10,40 ± 0,34   | 2,16 ± 0,22    | <0,01           | 6,47 ± 1,23     | 0,85 ± 1,20      |
| C18:2 n-6k  | <0,01          | 1,43 ± 0,09    | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C18:4 n-3c  | 10,74 ± 0,33   | 8,19 ± 0,35    | 0,19 ± 0,39     | 8,59 ± 1,40     | <0,01            |
| C20:2 n-9c  | 8,94 ± 0,33    | 2,30 ± 0,16    | 0,98 ± 1,14     | 7,83 ± 1,18     | <0,01            |
| C20:3 n-9c  | <0,01          | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C20:3 n-6c  | 3,69 ± 0,13    | <0,01          | 0,29 ± 0,59     | 6,89 ± 1,31     | <0,01            |
| C20:4 n-6c  | 28,56 ± 36,63  | 12,13 ± 1,26   | 30,32 ± 11,41   | 84,74 ± 7,07    | 30,96 ± 3,44     |
| C20:5 n-3c  | 159,74 ± 5,95  | 69,62 ± 5,73   | 22,06 ± 13,36   | 93,30 ± 9,75    | 20,16 ± 3,82     |
| C22:0       | 3,72 ± 0,27    | 0,96 ± 0,03    | 1,18 ± 1,40     | 1,88 ± 2,66     | <0,01            |
| C22:1 n-11c | 3,35 ± 0,24    | 8,87 ± 0,50    | <0,01           | 3,93 ± 0,92     | <0,01            |
| C24:1 n-9c  | 4,21 ± 0,35    | 3,30 ± 0,97    | 1,49 ± 1,72     | 7,86 ± 2,08     | 7,65 ± 1,66      |
| C22:3 n-6c  | <0,01          | <0,01          | <0,01           | 2,19 ± 3,10     | <0,01            |
| C22:4 n-6c  | 25,21 ± 0,87   | <0,01          | 2,08 ± 2,40     | 32,67 ± 5,30    | <0,01            |
| C22:4 n-3c  | <0,01          | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C22:5 n-3c  | 16,86 ± 0,62   | 4,30 ± 0,46    | 17,61 ± 5,52    | 17,87 ± 2,51    | 13,92 ± 1,68     |
| CXX         | 52,42 ± 1,98   | 25,21 ± 2,27   | 6,70 ± 4,22     | 63,38 ± 8,03    | 47,51 ± 11,74    |
| C23:0       | <0,01          | <0,01          | <0,01           | <0,01           | <0,01            |
| C22:6 n-3c  | 195,45 ± 7,62  | 150,89 ± 16,02 | 176,86 ± 85,96  | 248,06 ± 17,92  | 110,48 ± 17,28   |
| Vsota (g)   | 1,74 ± 0,10    | 0,61 ± 0,05    | 0,54 ± 0,27     | 2,00 ± 0,29     | 0,58 ± 0,14      |
| NMK         | 611,74 ± 22,97 | 165,99 ± 15,09 | 170,49 ± 87,85  | 609,53 ± 91,03  | 208,11 ± 55,12   |
| ENMK        | 595,63 ± 22,90 | 139,69 ± 10,46 | 108,13 ± 58,65  | 771,40 ± 129,03 | 140,93 ± 45,71   |
| VNMK        | 536,01 ± 55,48 | 306,84 ± 29,20 | 262,72 ± 127,72 | 621,18 ± 67,47  | 234,66 ± 41,95   |
| n-3         | 388,15 ± 14,66 | 237,44 ± 22,89 | 217,57 ± 106,19 | 383,85 ± 34,26  | 149,66 ± 24,42   |
| n-6         | 76,10 ± 38,16  | 39,72 ± 3,66   | 37,47 ± 16,17   | 159,65 ± 22,78  | 36,63 ± 4,58     |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

## 9.2 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA TUNE V LASTNEM SOKU V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA

Preglednica 26: Maščobnokislinska sestava tune konzervirane v lastnem soku štirih proizvajalcev (mg/100 g)

| MK          | PROIZ. A<br>n=10 | PROIZ. B<br>n=10 | PROIZ. C<br>n=10 | PROIZ. D<br>n=10 |
|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| C12:0       | <0,01            | 0,77 ± 0,78      | 0,25 ± 0,69      | <0,01            |
| C13:0       | <0,01            | 0,15 ± 0,31      | <0,01            | <0,01            |
| C14:0       | 7,24 ± 3,65      | 19,85 ± 19,56    | 23,15 ± 26,79    | 9,35 ± 5,99      |
| C14:1 n-5t  | <0,01            | 0,58 ± 0,83      | 0,69 ± 1,22      | 0,25 ± 0,36      |
| C14:1 n-5c  | <0,01            | 0,11 ± 0,34      | 0,27 ± 0,74      | <0,01            |
| C15:0       | 3,10 ± 1,32      | 4,06 ± 2,64      | 6,54 ± 4,61      | 4,17 ± 2,38      |
| C15:1 n-5c  | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C16:0 iso   | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C16:0       | 119,25 ± 42,44   | 161,20 ± 70,85   | 187,18 ± 107,20  | 122,90 ± 37,27   |
| C16:1 n-7t  | 2,15 ± 1,16      | 2,49 ± 2,09      | 3,64 ± 3,12      | 1,72 ± 0,83      |
| C16:1 n-7c  | 13,17 ± 6,70     | 20,62 ± 17,16    | 31,72 ± 23,31    | 17,12 ± 8,05     |
| C17:0       | 12,13 ± 3,30     | 12,46 ± 5,37     | 17,59 ± 8,86     | 13,25 ± 4,93     |
| C17:1 n-7t  | 1,14 ± 0,31      | 1,37 ± 1,26      | 1,03 ± 2,27      | 0,51 ± 0,63      |
| C17:1 n-7c  | 2,85 ± 1,26      | 3,45 ± 1,88      | 6,47 ± 3,61      | 3,55 ± 2,11      |
| C18:0       | 47,07 ± 12,72    | 64,45 ± 19,82    | 68,25 ± 36,91    | 61,41 ± 16,65    |
| C18:1 n-9t  | 0,59 ± 0,64      | 0,83 ± 0,78      | 1,04 ± 1,46      | 0,06 ± 0,23      |
| C18:1 n-11c | <0,01            | 0,26 ± 0,55      | 0,84 ± 2,29      | <0,01            |
| C18:1 n-9c  | 91,09 ± 33,72    | 97,46 ± 47,69    | 115,48 ± 79,59   | 46,61 ± 20,81    |
| C18:1 n-7c  | 10,75 ± 4,20     | 16,37 ± 8,75     | 24,95 ± 17,64    | 14,04 ± 4,46     |
| C18:2 n-6tt | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C18:2 n-6tc | 0,38 ± 0,81      | 0,42 ± 0,54      | 0,33 ± 0,65      | <0,01            |
| C18:2 n-6cc | 6,43 ± 1,44      | 44,90 ± 46,38    | 14,88 ± 15,70    | 8,51 ± 4,97      |
| C18:3 n-6c  | <0,01            | 0,34 ± 0,73      | 0,58 ± 1,04      | 0,07 ± 0,26      |
| C18:3 n-3c  | 1,58 ± 0,94      | 2,87 ± 1,83      | 5,12 ± 7,27      | 2,77 ± 1,61      |
| C20:0       | 1,24 ± 0,87      | 1,83 ± 1,90      | 2,79 ± 1,93      | 1,64 ± 1,25      |
| C20:1 n-11t | <0,01            | 0,21 ± 0,67      | 0,14 ± 0,55      | <0,01            |
| C20:1 n-11c | 3,89 ± 1,57      | 4,39 ± 3,05      | 9,83 ± 20,54     | 0,89 ± 0,93      |
| C18:2 n-7k  | <0,01            | 0,29 ± 0,62      | 1,74 ± 3,17      | 0,07 ± 0,28      |
| C18:2 n-6k  | <0,01            | <0,01            | 0,51 ± 1,40      | <0,01            |
| C18:4 n-3c  | 1,23 ± 0,95      | 2,31 ± 2,63      | 6,96 ± 13,30     | 2,66 ± 1,60      |
| C20:2 n-9c  | 1,06 ± 0,92      | 2,37 ± 0,97      | 1,77 ± 2,63      | 0,72 ± 0,75      |
| C20:3 n-9c  | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C20:3 n-6c  | <0,01            | 0,64 ± 1,36      | 0,19 ± 0,75      | 0,10 ± 0,37      |
| C20:4 n-6c  | 25,04 ± 3,95     | 31,68 ± 10,25    | 31,52 ± 6,21     | 28,90 ± 7,90     |
| C20:5 n-3c  | 23,89 ± 6,34     | 54,81 ± 32,86    | 58,68 ± 80,05    | 30,83 ± 9,58     |
| C22:0       | <0,01            | 0,93 ± 1,96      | 0,59 ± 1,65      | 0,18 ± 0,66      |
| C22:1 n-11c | <0,01            | 1,78 ± 2,44      | 5,89 ± 16,10     | <0,01            |
| C24:1 n-9c  | 2,73 ± 1,98      | 0,88 ± 1,86      | 5,29 ± 6,49      | 1,21 ± 1,74      |
| C22:3 n-6c  | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C22:4 n-6c  | 1,58 ± 2,05      | 1,37 ± 2,90      | 3,29 ± 4,18      | 0,38 ± 1,40      |
| C22:4 n-3c  | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C22:5 n-3c  | 16,32 ± 2,88     | 17,93 ± 3,26     | 22,88 ± 2,62     | 27,72 ± 7,55     |
| CXX         | 8,12 ± 2,98      | 8,87 ± 6,46      | 14,45 ± 12,59    | 7,49 ± 2,51      |
| C23:0       | <0,01            | <0,01            | <0,01            | <0,01            |
| C22:6 n-3c  | 174,20 ± 40,88   | 234,67 ± 64,06   | 266,32 ± 173,42  | 216,88 ± 56,54   |
| Vsota       | 578,23 ± 179,97  | 819,97 ± 387,38  | 942,84 ± 692,52  | 625,96 ± 204,59  |
| NMK         | 190,03 ± 64,29   | 265,70 ± 123,21  | 306,34 ± 188,64  | 212,90 ± 69,12   |
| ENMK        | 128,37 ± 51,54   | 150,79 ± 89,35   | 207,28 ± 178,92  | 85,97 ± 40,15    |
| VNMK        | 259,83 ± 64,14   | 403,48 ± 174,82  | 429,22 ± 324,96  | 327,10 ± 95,32   |
| n-3         | 217,21 ± 51,99   | 312,61 ± 104,63  | 359,96 ± 276,65  | 280,87 ± 76,88   |
| n-6         | 33,44 ± 8,25     | 79,34 ± 62,14    | 51,30 ± 29,92    | 37,95 ± 14,90    |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK

### 9.3 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA TUNE V RAZLIČNIH NALIVIH V MILIGRAMIH NA 100 GRAMOV VZORCA

Preglednica 27: Maščobnokislinska sestava tune in sardine konzerviranih v štirih različnih nalivih (mg/100 g)

| MK             | TUNA LS<br>n=28 | TUNA OO<br>n=28 | TUNA SO<br>n=4 | TUNA RO<br>n=12 | SARDINA RO<br>n=14 |
|----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------------|
| C12:0          | 0,20            | 0,11            |                | 0,71            | 1,72               |
| C13:0          | 0,02            | 0,01            | <0,01          | 0,07            | 0,68               |
| C14:0          | 15,30           | 17,62           | 34,07          | 32,99           | 103,93             |
| C14:1 n-5t     | 0,41            | 0,04            | 0,54           | 0,67            | 3,13               |
| C14:1 n-5c     | 0,13            | 0,30            | <0,01          | 0,36            | 1,47               |
| C15:0          | 4,86            | 5,73            | 7,85           | 9,62            | 17,05              |
| C15:1 n-5c     | <0,01           | 0,05            | 2,12           | 0,75            | 0,28               |
| C16:0 iso      | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           | 0,29               |
| C16:0          | 152,78          | 1394,20         | 1502,96        | 1482,62         | 893,79             |
| C16:1 n-7t     | 2,76            | 8,30            | 4,03           | 3,48            | 13,54              |
| C16:1 n-7c     | 22,12           | 119,29          | 39,62          | 49,23           | 102,63             |
| C17:0          | 14,62           | 22,45           | 23,64          | 30,59           | 36,05              |
| C17:1 n-7t     | 0,99            | 0,08            | 0,65           | 1,01            | 3,57               |
| C17:1 n-7c     | 4,37            | 17,47           | 11,67          | 15,71           | 15,91              |
| C18:0          | 62,89           | 408,47          | 825,25         | 586,34          | 277,50             |
| C18:1 n-9t     | 0,62            | 23,72           | 2,81           | 16,20           | 12,65              |
| C18:1 n-11c    | 0,33            | <0,01           | 7,67           | 3,03            | 1,97               |
| C18:1 n-9c     | 86,98           | 7545,24         | 4824,21        | 3632,21         | 2256,13            |
| C18:1 n-7c     | 17,63           | 988,71          | 178,12         | 216,90          | 162,33             |
| C18:2 n-6tt    | <0,01           | 1,26            | <0,01          | 15,37           | 0,26               |
| C18:2 n-6tc    | 0,22            | 6,43            | 36,94          | 45,86           | 14,44              |
| C18:2 n-6cc    | 16,49           | 865,79          | 2905,48        | 6266,45         | 2527,43            |
| C18:3 n-6c     | 0,28            | 3,37            | 4,17           | 12,59           | 2,83               |
| C18:3 n-3c     | 3,38            | 73,63           | 268,63         | 420,42          | 229,53             |
| C20:0          | 1,98            | 48,22           | 81,61          | 124,99          | 41,94              |
| C20:1 n-11t    | 0,07            | 1,66            | 20,72          | 214,66          | 10,38              |
| C20:1 n-11c    | 4,46            | 26,81           | 11,07          | 21,76           | 51,22              |
| C18:2 n-7k     | 1,06            | 8,78            | 27,71          | 19,85           | 8,70               |
| C18:2 n-6k     | 0,25            | <0,01           | 0,46           | 0,72            | 0,68               |
| C18:4 n-3      | 3,72            | 4,17            | 8,29           | 5,90            | 28,18              |
| C20:2 n-9      | 1,40            | 1,39            | 7,20           | 7,83            | 8,32               |
| C20:3 n-9      | <0,01           | <0,01           | <0,01          | 0,26            | <0,01              |
| C20:3 n-6c     | 0,23            | <0,01           | <0,01          | 1,02            | 1,64               |
| C20:4 n-6c     | 29,87           | 28,77           | 30,60          | 30,25           | 33,86              |
| C20:5 n-3 EPA  | 43,37           | 39,08           | 47,99          | 47,35           | 204,75             |
| C22:0          | 0,45            | 15,78           | 122,10         | 59,43           | 31,14              |
| C22:1 n-11c    | 2,12            | <0,01           | 8,24           | 13,72           | 9,22               |
| C24:1 n-9      | 2,70            | 1,41            | 2,27           | 3,57            | 19,23              |
| C22:3 n-6c     | <0,01           | 0,17            | 36,74          | 21,67           | 11,22              |
| C22:4 n-6c     | 1,81            | 0,10            | <0,01          | 0,04            | 6,44               |
| C22:4 n-3c     | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           | <0,01              |
| C22:5 n-3c DPA | 22,83           | 21,20           | 18,82          | 24,05           | 20,80              |
| CXX            | 10,67           | 10,13           | 10,04          | 10,88           | 32,64              |
| C23:0          | <0,01           | <0,01           | <0,01          | <0,01           | <0,01              |
| C22:6 n-3 DHA  | 235,24          | 204,56          | 244,74         | 268,53          | 570,01             |
| Vsota          | 769,63          | 11914,51        | 11359,02       | 13719,65        | 7769,51            |
| NMK            | 253,12          | 1912,60         | 2597,49        | 2327,36         | 1404,10            |
| ENMK           | 145,70          | 8733,10         | 5113,72        | 4193,25         | 2561,05            |
| VNMK           | 370,81          | 1268,82         | 3647,81        | 7199,04         | 3701,73            |
| n-3            | 308,54          | 342,63          | 588,46         | 766,25          | 1035,30            |
| n-6            | 49,14           | 905,89          | 3014,39        | 6393,97         | 2598,81            |

c...cis, t...trans, k...konjugirana MK, LS...lastni sok, OO...oljčno olje, RO...rastlinsko olje, SO...sončnično olje