

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Sara JAGRIČ

**MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA NEKATERIH
VRST RIB V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2007

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Sara JAGRIČ

**MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA NEKATERIH VRST RIB V
SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**FATTY ACIDS COMPOSITION IN SOME OF SLOVENIAN FISH
SPECIES**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2007

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija kmetijstvo - zootehnika. Kemijske in maščobnokislinske analize so bile opravljene na Katedri za prehrano Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za dodiplomski študij Oddelka za zootehniko je za mentorja imenovala prof. dr. Janeza Salobirja in za somentorico asist. dr. Alenko Levart.

Recenzent: prof. dr. Jurij Pohar

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednica: prof. dr. Antonija HOLCMAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Janez SALOBIR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: asist. dr. Alenka LEVART
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: prof. dr. Jurij POHAR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Sara JAGRIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 613.2:597(043.2)=163.6
KG	ribe/brancin/šarenka/potočna postrv/sestava/esencialne maščobne kisline/n-3 maščobne kisline/n-6 maščobne kisline/prehrana ljudi/prehranske tabele/Slovenija
KK	AGRIS Q04/8100
AV	JAGRIČ, Sara
SA	SALOBIR, Janez (mentor)/LEVART, Alenka (somentorica)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2007
IN	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA NEKATERIH VRST RIB V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 65 str., 17 pregl., 10 sl., 100 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Namen raziskave je bil za potrebe slovenskih prehranskih tabel analizirati maščobnokislinsko (MK) sestavo šarenke iz različnih gojišč v Sloveniji in obenem analizirati tudi MK-sestavo prostoživeče potočne postrvi, gojenega brancina in prostoživečega brancina. Ker je MK-sestava naloženih maščob odvisna od MK-sestave zaužite hrane, je bil eden od ciljev naloge analizirati MK-sestavo krme gojenih šarenk. Analizirali smo vzorce šarenk gojenih v dvanajstih ribogojnicah, en vzorec prostoživeče potočne postrvi, tri vzorce gojenega brancina iz Jadranskega morja ter dva vzorca prostoživečega brancina, prav tako iz Jadranskega morja. Poleg osnovne kemijske analize užitnega dela smo v vzorcih s pomočjo plinske kromatografije analizirali sestavo maščobnih kislin. Enake analize smo opravili tudi v vzorcih krme treh različnih proizvajalcev, s katero so bile krmljene šarenke. Maščobe šarenke so vsebovale v primerjavi z gojenim in prostoživečim brancinom manj nasičenih MK (NMK), več večkrat nenasičenih MK (VNMK), manj eikozapentaenojske (EPK), več dokozapentaenojske (DPK), dokozaheksaenojske (DHK), več n-6 dolgoverižnih VNMK (DV-VNMK) in nekoliko večje razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK (vse razlike $P \leq 0,05$). Maščobe šarenke in brancina se v prehranski vrednosti ne razlikujejo bistveno. Ker pa so šarenke vsebovale v primerjavi z gojenim in prostoživečim brancinom veliko manj ($P \leq 0,05$) maščob (5,6 g/100 g v primerjavi z 11,5 oz. 11,3 g/100 g), je bila vsebnost večine MK v šarenkah manjša ($P \leq 0,05$). MK-sestava krmnih mešanic se ni bistveno razlikovala in ni imela vpliva na prehransko vrednost maščob šarenk. Na podlagi rezultatov analiziranih vrst rib lahko rečemo, da z uživanjem ene do dveh porcij (280 g) teh rib na teden, brez težav pokrijemo potrebe po n-3 DV VNMK (EPK in DHK) in da so brancini v primerjavi s šarenkami boljši vir esencialnih MK zato, ker vsebujejo več maščob.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 613.2:597(043.2)=163.6
CX fish/rainbow trout/brown trout/European sea bass/essential fatty acids/n-3 fatty acids/n-6 fatty acids/human nutrition/food composition tables/Slovenia
CC AGRIS Q04/8100
AU JAGRIČ, Sara
AA SALOBIR, Janez (supervisor)/LEVART, Alenka (co-supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Zootechnical Department
PY 2007
TI FATTY ACID COMPOSITION IN SOME OF SLOVENIAN FISH SPECIES
DT Graduation Thesis (University studies)
NO X, 65 p., 17 tab., 10 fig., 100 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The main purpose of the research was to determine the fatty acid (FA) composition and content in some fish species of Slovenia for the requirements of Slovene food composition tables. The analysis was performed on rainbow trout taken from twelve fish farms; one sample of wild freshwater brown trout, three samples of farmed European sea bass from the Adriatic sea, and two samples of wild European sea bass also from the Adriatic sea. The edible fish parts were evaluated using the proximate analyses, and the FA composition was determined by gas chromatography. The feed used on rainbow trout farms was also analyzed by the same analyses. The FA composition of rainbow trout in comparison to farmed and wild sea bass contained less saturated FAs (SFAs), more polyunsaturated FAs (PUFAs), less eicosapentaenoic (EPA), more docosapentaenoic (DPA) and docosahexaenoic acid (DHA), more n-6 long-chain PUFAs (LC-PUFAs) and somewhat higher ratio of n-6 to n-3 LC-PUFAs (all differences $P \leq 0.05$). The nutritive value of rainbow trout's and sea bass'es fat did not differ substantially. Because the fat content of rainbow trout was much lower ($P \leq 0.05$) compared to farmed and wild sea bass (5.6 g/100 g, 11.5 and 11.3 g/100 g, respectively) the content of most FAs in rainbow trout was also significantly lower ($P \leq 0.05$). The FA composition of analyzed feed samples used for rainbow trout did not differ substantially and had no effect on the FA composition of rainbow trout. On the basis of our results it could be concluded that the nutritive requirements for LC-PUFAs (EPA and DHA) can be attained by consuming 1 to 2 portions (280 g) a week of any sort of investigated fish species. Sea bass is in comparison to rainbow trout a better source of essential FAs only because of its higher fat content.

KAZALO VSEBINE

	str.
Ključna dokumentacijska informacija (KDI)	III
Key words documentation (KWD)	IV
Kazalo vsebine	V
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	IX
Okrajšave in simboli	X
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 MAŠČOBE IN MAŠČOBNE KISLINE	2
2.2 VLOGA MAŠČOBNIH KISLIN V PRESNOVI	3
2.2.1 Nasičene maščobne kisline	3
2.2.2 Nenasičene maščobne kisline	4
2.2.3 Esencialne maščobne kisline	5
2.2.4 Trans maščobne kisline	7
2.3 PRIPOROČILA ZA UŽIVANJE MAŠČOBNIH KISLIN	7
2.3.1 Priporočila o energijskem vnosu	7
2.3.2 Priporočila o vnosu večkrat nenasičenih maščobnih kislin	8
2.3.3 Priporočila o pravilnem razmerju med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami	8
2.4 RIBE KOT ŽIVILO Z VELIKO N-3 MAŠČOBNIMI KISLINAMI	9
2.4.1 Ugodni učinki uživanja rib	9
2.4.2 Angleška in ameriška priporočila o dnevnem vnosu ribjih maščob	10
2.4.3 Nemška priporočila	11
2.4.4 Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) in Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention (CINDI) o vnosu ribjih maščob	11
2.4.5 Uživanje in priporočila za uživanje rib v Sloveniji	11
2.4.6 Vpliv predelave rib na kakovost lipidov	12
2.5 SESTAVA RIBJEGA MESA	13

2.5.1	Beljakovine	13
2.5.2	Maščobe	14
2.5.3	Vitamini in minerali	14
2.5.4	Ogljikovi hidrati	14
2.6	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB	15
2.6.1	Vsebnost maščobnih kislin v ribah	15
2.6.1.1	Nasičene in enkrat nenasičene maščobne kisline	15
2.6.1.2	Nenasičene maščobne kisline in razmerje med n-3 in n-6 maščobnimi kislinami	15
2.6.1.3	Biološka funkcija n-3 maščobnih kislin v ribah	15
2.6.2	Vpliv krme na maščobnokislinsko sestavo rib	16
2.6.3	Maščobnokislinska sestava gojenih in prostoživečih rib	16
2.6.4	Maščobnokislinska sestava morskih in sladkovodnih rib	17
2.6.5	Ostali vplivi na maščobnokislinsko sestavo rib	18
3	MATERIAL IN METODE	19
3.1	MATERIAL	19
3.2	METODE DELA	19
3.2.1	Priprava vzorcev	19
3.2.2	Določanje maščobnokislinske sestave	20
3.2.2.1	Priprava metilnih estrov maščobnih kislin	20
3.2.2.2	Plinska kromatografija	21
3.2.2.3	Kalibriranje plinskega kromatografa (faktor odzivnosti-Rf)	22
3.2.3	Določanje vsebnosti suhe snovi	22
3.2.4	Določanje vsebnosti surovih beljakovin	23
3.2.5	Določanje vsebnosti celokupnih maščob	24
3.2.6	Določanje vsebnosti surovega pepela	25
3.2.7	Določanje vsebnosti surove vlaknine	25
3.3	STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	26
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	28
4.1	OSNOVNA KEMIJSKA ANALIZA RIB	29
4.2	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB	31
4.3	OSNOVNA KEMIJSKA ANALIZA KRME	43
4.4	MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA KRME	44

4.5	VPLIV KRME NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO ŠARENK	52
5	SKLEPI	56
6	POVZETEK	57
7	VIRI	59
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Pregl. 1: Kemijska in trivialna imena ter položaj dvojne vezi in cis oz. trans oblika za posamezno MK	2
Pregl. 2: Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih maščob, izražena v utežnih deležih od skupnih maščobnih kislin (%)	5
Pregl. 3: Količina EPK in DHK v posameznih vrstah rib in koliko rib je potrebno jesti na dan, da zaužijemo priporočeno dnevno količino 1 g n-3 VNMK	11
Pregl. 4: Poraba ribjega mesa v evropskih državah in Združenih državah Amerike v letu 2002, poraba na prebivalca v g na dan	12
Pregl. 5: Povprečno dnevno uživanje rib in ribjih proizvodov (g) v nekaterih državah, ki so sodelovale v študiji EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition)	12
Pregl. 6: Okvirna sestava ribjega mesa	13
Pregl. 7: Podatki o vzorcih rib in krme	19
Pregl. 8: Mase celih rib (v g) ter deleži neužitnega in užitnega dela rib (%)	28
Pregl. 9: Kemijska analiza rib (vrednosti g/100 g vzorca)	29
Pregl. 10: Maščobnokislinska sestava štirih vrst rib (ut.% od vseh MK)	31
Pregl. 11: Maščobnokislinska sestava štirih vrst rib (vsebnosti MK so podane v mg/100 g vzorca)	33
Pregl. 12: Primerjava kemijske in maščobnokislinske sestave (mg/100 g vzorca) 10 vrst rib iz literature z našimi rezultati	41
Pregl. 13: Kemijska analiza krme (vrednosti g/100 g vzorca)	43
Pregl. 14: Maščobnokislinska sestava krme (ut.% od vseh MK)	44
Pregl. 15: Maščobnokislinska sestava krme (vsebnosti MK so podane v mg/100 g vzorca)	46
Pregl. 16: Maščobnokislinska sestava šarenk, krmljenih z različnima krmama (ut.% od vseh MK)	52
Pregl. 17: Maščobnokislinska sestava šarenk, krmljenih z različnima krmama (vsebnosti MK so podane v mg/100 g vzorca)	53

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK (v ut. %) med 4 vrstami rib	32
Slika 2: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK (v ut. %) med 4 vrstami rib	32
Slika 3: Primerjava razmerij n-6/n-3 VNMK ter n-6/n-3 DV-VNMK med 4 vrstami rib	33
Slika 4: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK v mg/100 g vzorca med 4 vrstami rib	35
Slika 5: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK v mg/100 g vzorca med 4 vrstami rib	35
Slika 6: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK (v ut. %) med krmami 3 različnih proizvajalcev	45
Slika 7: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK (v ut. %) med krmami 3 različnih proizvajalcev	45
Slika 8: Primerjava razmerij n-6/n-3 VNMK ter n-6 in n-3 DV-VNMK med krmami 3 različnih proizvajalcev	46
Slika 9: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK v mg/100 g vzorca med krmami 3 različnih proizvajalcev	47
Slika 10: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK v mg/100 g vzorca med krmami 3 različnih proizvajalcev	48

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AK	arahidonska kislina
ALK	α -linolenska kislina
BCFA	razvejane maščobne kisline
c	cis izomera
CM	celokupne surove maščobe
DHK	dokozaheksaenojska kislina (DHA-docosaheenoic acid)
DV	dolgoverižne (long chain) (LC-long-chain)
EMK	esencialne maščobne kisline
ENMK	enkrat nenasičene maščobne kisline (MUFA-monounsaturated fatty acids)
EPK	eikozapentaenojska kislina (EPA-eicosapentaenoic acid)
FAO	Food and Agricultural organization
HDL	lipoproteini visoke gostote (High Density Lipoproteins)
LDL	lipoproteini nizke gostote (Low Density Lipoproteins)
LK	linolna kislina
MEMK	metilni estri maščobnih kislin
MK	maščobne kisline (FA-fatty acids)
NMK	nasičene maščobne kisline (SFA-saturated fatty acids)
P	statistična značilnost
Rf	faktor odzivnosti
SB	surove beljakovine
SP	surov pepel
SS	suha snov
SV	surova vlaknina
t	trans izomera
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline (PUFA-polyunsaturated fatty acids)
WHO	svetovna zdravstvena organizacija

1 UVOD

Maščobe so po eni strani za življenje nujno potrebno hranilo, po drugi strani pa so lahko tudi škodljive. V javnosti še vedno odmeva strah in negativno mnenje o maščobah. Zato se jim ljudje, posebno tisti na shujševalnih dietah, skušajo na vsak način ogniti. Kljub povečani količini zaužitih neugodnih maščobnih kislin (MK) v današnjem času, pa določene MK v našem organizmu prispevajo k pomembnim življenjskim funkcijam. Nekatere od slednjih MK so celo esencialne narave.

Meso rib ima velik prehranski pomen zaradi zelo ugodne sestave, ki se odraža v primerni teksturi, dobri senzorični kakovosti ter visoki biološki vrednosti beljakovin in maščob. Predvsem pa velja omeniti, da meso rib odlikuje ugodna maščobnokislinska sestava, ki vsebuje velik delež n-3 maščobnih kislin, ki jih v prehrani mnogih ljudi zelo pogosto primanjkuje. V takih pogojih, torej v pogojih pomanjkanja, preprečujejo nastanek srčno-žilnih bolezni, znižujejo raven celokupnega krvnega holesterola itn. Poglavitni vir n-3 maščobnih kislin v ribah predstavljata eikozapentaenojska kislina (EPK) in dokozaheksaenojska kislina (DHK) (Connor, 2000).

Poraba ribjega mesa je v posameznih državah različna in je odvisna od prehranjevalnih navad, socialno-kulturnih dejavnikov, geografskega položaja in mnogih drugih. Slovenci kljub vplivu Mediterana v povprečju (9,9 g/dan) ne zaužijemo dovolj ribjega mesa (ReNPPPR, 2005). Če se zgledujemo po priporočilih prehranskih strokovnjakov, ki priporočajo 1-2 obroka rib na teden (BNF, 2003; DGE, 2004), je to vsekakor premalo.

Maščobnokislinska sestava ribjih maščob je odvisna od mnogih dejavnikov, kot so vrsta rib, količina in vrsta krme oz. hrane, temperatura vode, sezona, reprodukcijski cikel ... Od tega je odvisna tudi prehranska vrednost rib oz. njihovih maščob. Medtem ko je MK-sestava mnogih vrst morskih rib v Sloveniji sorazmerno dobro poznana, pa to ne velja npr. za brancina in šarenko, ki ju v Slovenskih prehranskih tabelah (Golob in sod., 2006) ne zasledimo.

Cilj diplomske naloge je bil zato analizirati MK-sestavo šarenke iz različnih gojišč v Sloveniji in vzporedno s tem analizirati tudi MK-sestavo prostoživeče potočne postrvi, gojenega brancina in prostoživečega brancina. Rezultati analiz bodo služili za dopolnitev baze podatkov Slovenskih prehranskih tabel (Golob in sod., 2006).

Ker je MK-sestava maščob odvisna v veliki meri tudi od MK-sestave hrane, ki jo ribe uživajo, je bil eden od ciljev naloge analizirati tudi MK-sestavo krme, ki se je uporabljala za krmljenje gojenih šarenk, ter ugotoviti vpliv krme na MK-sestavo gojenih šarenk.

2 PREGLED OBJAV

2.1 MAŠČOBE IN MAŠČOBNE KISLINE

Naravni lipidi so kemijsko različne skupine snovi, ki imajo to skupno lastnost, da so netopne v vodi. Biološka funkcija lipidov je zelo različna. Maščobe in olja so poglavitni vir energije mnogih organizmov, fosfolipidi in steroli pa so glavni gradniki celičnih membran. Ostali lipidi, ki predstavljajo majhen delež, igrajo pomembno vlogo kot pigmenti, emulgatorji v prebavnem traktu, hormoni in medcelični prenašalci (Lehninger in sod., 1993).

MK so sestavljene iz ogljikovodikove verige z metilno skupino na enem koncu in karboksilno skupino na drugem koncu. Metilni konec molekule imenujemo omega konec, karboksilna skupina pa je na delta koncu. Dolžina ogljikove verige ter število in mesto dvojnih vezi določajo lastnosti različnih MK. MK so lahko nasičene (NMK) (ni dvojnih vezi), enkrat nenasičene (ENMK) (ena dvojna vez) ali večkrat nenasičene (VNMK) (dve ali več dvojnih vezi) (Žemva, 2004).

Večina MK, ki jih najdemo v naravi, vsebuje med 12 in 24 ogljikovih atomov (C-atomov), med katerimi so tiste s 16- in 18-imi C-atomami najpogostejše (Boyer, 2005). Nasičene MK, ki imajo med 12 in 24-C atomov, so pri sobni temperaturi trdne, medtem ko so nenasičene MK z istim številom C-atomov v tekočem stanju (Lehninger in sod., 1993).

V preglednici 1 so zbrana imena in strukturne formule najpogostejših MK.

Preglednica 1: Kemijska in trivialna imena ter položaj dvojne vezi in cis oz. trans oblika za posamezno MK (Field, 2003: 2317-2318)

Št. C atomov ter št. dvojnih vezi	Položaj dvojnih vezi (n)	Konfiguracija dvojne vezi (cis/trans)	Kemijsko ime	Trivialno ime
C12:0			dodekanojska	lavrinska
C14:0			tetradekanojska	miristinska
C14:1	n-5	t9	tetradekaceenojska	
C14:1	n-5	c9	tetradekaceenojska	miristooleinska
C15:0			pentadekanojska	
C15:1	n-5	c10	pentadekaceenojska	
C16:0			heksadekaenojska	palmitinska
C16:1	n-7	t9	heksadekaceenojska	palmitoelaidinska
C16:1	n-7	c9	heksadekaceenojska	palmitooleinska
C17:0			heptadekanojska	margarinska
C17:1	n-7	t10	heptadekaenojska	
C17:1	n-7	c10	heptadekaenojska	
C18:0			oktadekanojska	stearinska
C18:1	n-9	t9	oktadekaceenojska	elaidinska
C18:1	n-11	c7	oktadekaenojska	
C18:1	n-9	c9	oktadekaceenojska	oleinska
C18:1	n-7	c11	oktadekaceenojska	
C18:2	n-6	t9, 12	oktadekadienojska	
C18:2	n-6	t9, c12	oktadekadienojska	
C18:2	n-6	c9, 12	oktadekadienojska	linolna (LK)
C18:3	n-6	c6, 9, 12	oktadekatrienojska	γ-linolenska

se nadaljuje

nadaljevanje

Št. C atomov ter št. dvojnih vezi	Položaj dvojnih vezi (n)	Konfiguracija dvojnih vezi (cis/trans)	Kemijsko ime	Trivialno ime
C18:3	n-6	c9, 12, 15	oktadekatrienojska	α -linolenska (ALK)
C20:0			eikozanojska	
C20:1	n-11	t9	9-eikozanojska	
C20:1	n-11	c9	9-eikozanojska	
C18:2		c9, t11	oktadekadienojska	
C18:2		t10, c12	oktadekadienojska	
C18:4	n-3	c6, 9, 12, 15	oktadekatetraenojska	stearidonska
C20:2	n-9	c11	11-eikozadienojska	
C20:3	n-9	c11	11-eikozatrienojska	
C20:3	n-6	c14	14-eikozatrienojska	dihomo γ -linolenska
C20:4	n-6	c5, 8, 11, 14	eikozatetraenojska	arahidonska (ARK)
C20:5	n-3	c5, 8, 11, 14, 17	eikozapentaenojska	(EPK)
C22:0			dokozanojska	behenska
C22:1	n-11	c11	11-dokozaenojska	
C24:1	n-9	c15	15-tetrakozanojska	nevronska
C22:3	n-6	c10, 13, 16	10,13,16-dokozatrienojska	
C22:4	n-6	c7, 10, 13, 16	7,10,13,16-dokozatetraenojska	
C22:4	n-3	c10, 13, 16, 19	10,13,16,19-dokozatetraenojska	
C22:5	n-3	c7, 10, 13, 16, 19	7,10,13,16,19-dokozapentaenojska	(DPK)
C23:0			trikozanojska	
C22:6	n-3	c7, 10, 13, 16, 19	7,10,13,16,19-dokozaheksaenojska	(DHK)

c - cis, t - trans

2.2 VLOGA MAŠČOBNIH KISLIN V PRESNOVI

Različne skupine maščobnih kislin imajo v presnovnih procesih zelo različno vlogo in učinke. S svojimi delovanjem tako različno vplivajo na zdravje oz. pojavnost in razvoj nekaterih bolezni (WHO, 2003).

2.2.1 Nasičene maščobne kisline

Nasičene MK pospešujejo nastanek bolezni, povezanih s poapnenjem žil in so zato nezaželene. Lavrinska (C12:0) zvišuje raven holesterola, miristinska (C14:0) in palmitinska (C16:0) pa sta aterogeni (Salobir, 2001). Stearinska MK nima vpliva na porast holesterola v telesu, je pa trombogena in zato v prevelikih količinah nezaželena. V pogojih in vivo se pretvori v oleinsko MK (WHO, 2003).

Nasičene maščobne kisline se v večjem deležu nahajajo v maščobah toplokrvnih živali, npr. v svinjski masti, mesu in mesnih izdelkih, v mleku in mlečnih izdelkih. Poleg tega so prisotne tudi v posameznih rastlinskih margarinah ter v nekaterih proizvodih pekarske industrije (CINDI, 2000) (preglednica 2).

2.2.2 Nenasičene maščobne kisline

Nenasičene maščobne kisline delimo v dve podskupini glede na stopnjo nenasičenosti, in sicer v ENMK in VNMK. Izmed ENMK sta pomembni palmitooleinska (16:1 n-7) in oleinska (18:1, n-9), od VNMK pa sta v krmi v največji količini prisotni linolna (LK; 18:2 n-6) in α -linolenska (ALK; 18:3 n-3) MK (Martin in sod., 1989).

Za telo so zelo pomembne tiste VNMK, ki imajo dolgo verigo ogljikovih atomov (20 ali več). Dolgoverižne večkrat nenasičene maščobne kisline (DV-VNMK) lahko telo proizvede samo iz dveh esencialnih maščobnih kislin (LK, ALK) (Steffens, 1997) oz. jih dobi s hrano. Iz skupine n-3 DV-VNMK sta najpomembnejši EPK in DHK (Fournier in sod., 2007), iz skupine n-6 DV-VNMK pa arahidonska kislina (ARK) (Ailhaud in sod., 2006).

DV-VNMK so potrebne za izgradnjo in normalno funkcioniranje celičnih membran ter kot predstopnje eikozanoidov, to je tkivnih hormonov, ki imajo zelo pomembne vloge pri uravnavanju intenzivnosti fizioloških procesov (Salobir, 2001). ARK in druge DV-VNMK imajo pomembno vlogo pri ekspresiji genov (Mahaffey, 2004). Vplivi različnih stopenj oskrbe človeka (ali živali) z n-6 in n-3 MK še niso dobro raziskani (Salobir, 2001).

Rastlinske maščobe in maščobe rib imajo večje vsebnosti nenasičenih MK kot jih najdemo pri kopenskih sesalcih (preglednica 2). Razlog za to gre iskati v variabilnosti vsebnosti LK in ALK (McDonald in sod., 1995).

Preglednica 2: Maščobnokislinska sestava nekaterih prehransko pomembnih maščob, izražena v utežnih deležih od skupnih maščobnih kislin (%) (Salobir, 2001: 132)

Vrsta maščobe	Nasičene maščobne kisline					Nenasičene maščobne kisline					
	C:10 in krajše	C:12:0 Lavri nska	C14:0 Miristi nska	C16:0 Palmiti nska	C18:0 Steari nska	C18:1 n-9 Olein.	C18:2 n-6 LK	C18:3 n-3 ALK	C20:4 n-6 ARK	C20:5 n-3 EPK	C22:6 n-3 DHK
Človeško mleko	1,4	6,2	8,5	20-25	6-9	28,8	7,1-13,3	0,4	0,2-1,2	0,1-0,5	0,1-0,6
Kravje mleko	9,2	2,8	12	26	11	28	2	sledovi	-	-	-
Goveji loj	6	2	7	20	14	35	5	1	-	-	-
Svinjska mast	-	2	3-6	25	24-25	38,4	1-2	-	-	-	-
Kokošja mast	-	1	0,8-3	25	12-14	48-50	6-10	0,1	0,4	-	-
Jajčne maščobe	-	0,2	1,3	23,2	6,4	41,6	18,9	1,3	-	-	-
Kokosovo olje	-	-	0,3	25,9	8,6	44,6	10,9	1,4	1,3	-	0,8
Olje palmih koščic	14,9	48,5	17,6	8,4	2,5	6,5	1,5	-	-	-	-
Palmovo olje	8,2	49,6	16	8	2,4	13,7	2,0	-	-	-	-
Kakavovo maslo	-	0,3	1,1	45,1	4,7	38,8	9,4	0,3	-	-	-
Bombažno olje	-	-	0,1	25,8	34,5	35,3	2,9	-	-	-	-
Bučno olje	-	-	0,9	24,7	2,3	17,6	53,3	0,3	-	-	-
Korzuzno olje	-	-	-	15,0	4,8	23	51	0,5	-	-	-
Sojino olje	-	-	-	12,2	2,2	27,5	57,0	0,9	-	-	-
Sončnično olje	-	-	0,1	11,0	4,0	23,4	53,2	7,8	-	-	-
Ekstra sonč. olje	-	0,5	0,2	6,8	4,7	18,6	68,2	0,5	-	-	-
Olivno olje	-	-	0,1	3,6	4,9	80,6	8,4	0,3	-	-	-
Arašidovo olje	-	-	-	13,7	2,5	71,7	10,0	0,6	-	-	-
Ogrščično olje	-	-	0,1	11,6	3,1	64,5	31,4	-	-	-	-
Laneno olje	-	-	-	4,8	4,7	19,9	15,9	52,7	-	-	-
Ribje olje	-	-	6	13	3	28	2	sledovi	4	18	12
Zeleni listi	-	-	-	13	sledovi	7	16	56	-	-	-

2.2.3 Esencialne maščobne kisline

Esencialne maščobne kisline so tiste VNMK, ki jih telo samo ne more sintetizirati oz. jih sintetizira v premajhnih količinah (Calder, 1997; Leaf in sod., 2003), zato je nujno potreben njihov vnos s hrano. Najpomembnejši skupini VNMK sta n-6 in n-3. Obe skupini imata dolgo alkilno verigo z 18 do 22 ogljikovih atomov (Leaf in sod., 2003).

Poznamo dve osnovni (materinski) esencialni MK, to sta linolna (LK) in α -linolenska (ALK) (Mahaffey, 2004), iz katerih nastajajo druge (hčerinske) esencialne DV-VNMK. LK je glavni predstavnik n-6 skupine VNMK, medtem ko je ALK glavni predstavnik n-3 skupine (Steffens, 1997).

Oznaka za n-6 izhaja iz dejstva, da se na šestem C-atomu, gledano iz metilnega konca MK-verige, nahaja prva dvojna vez (C=C). Podobno je pri n-3, le da se tu prva dvojna vez (C=C) nahaja na tretjem C atomu, gledano iz metilnega konca verige (Leaf in sod., 2003).

S pomočjo encima Δ^{12} -desaturaze rastlinske celice pretvorijo oleinsko kislino (18:1 n-9) v LK (18:2 n-6) in s pomočjo encima Δ^{15} -desaturaze pretvorijo LK v ALK (18:3 n-3) (Calder, 1997).

Linolna in α -linolenska MK se tako sintetizirata le v rastlinskih celicah, saj celice sesalcev zaradi odsotnosti encimov Δ^{12} in Δ^{15} -desaturaz ne morejo tvoriti nove dvojne vezi na mestih n-3 in n-6. Zato se MK iz družine n-3 in n-6 lahko tvorijo le iz LK in ALK (Innis, 2003).

LK je tako prekurzor za nastanek ARK (20:4 n-6) (Leaf in sod., 2003), ALK pa je prekurzor za nastanek EPK (C20:5 n-3) in DHK (C22:6 n-3) (Mahaffey, 2004; Innis, 2003).

ARK in EPK pa sta obenem funkcionalna gradnika celičnih membran in prekurzorja za sintezo eikozanoidnih tkivnih hormonov (Hashimoto in sod., 2006; Tapiero in sod., 2002), ki jih delimo na: prostaglandine, tromboksane in levkotriene (Steffens, 1997). DHK je pomembna kot funkcionalni gradnik celičnih membran in živčnega tkiva (Hashimoto in sod., 2006; Horrobin, 1995).

Večina eikozanoidov se sintetiza iz ARK in EPK (Steffens, 1997; Kinsella, 1987). Eikozanoidi, ki nastajajo iz arahidonske kisline, močno pospešujejo zlepljanje trombocitov in s tem koagulacijo krvi, povečujejo krvni tlak s stimulacijo kontrakcije gladkih mišičnih vlaken v steni žil, močno stimulirajo imunski odziv organizma in vnetne procese. Eikozanoidi iz n-3 VNMK imajo na iste procese veliko blažji učinek. Za normalno delovanje organizma mora biti sinteza eikozanoidnih hormonov iz obeh vrst MK uravnotežena. To pa je mogoče le v primeru, ko je uravnotežena tudi oskrba organizma z n-6 in n-3 VNMK (Salobir, 2001). EPK in DHK inhibirata prekomerno tvorbo eikozanoidov in ugodno vplivata na zdravje (Steffens, 1997; Kinsella, 1987).

Dobra oskrba z n-3 VNMK, z dovolj ozkim razmerjem med n-6 in n-3 VNMK, ima naslednje ugodne učinke:

- znižujejo lipide v krvi (holesterol in trigliceride) (Salobir, 2001);
- izboljšajo reološke lastnosti krvi (pretočnost krvi) (Kinsella, 1987);
- znižujejo krvni tlak (Horrocks in Young, 1999);
- zmanjšajo zlepljanje trombocitov (nevarnost tromboze) (Salobir, 2001);
- blažijo vnetne procese (revmatoidni artritis) (Salobir, 2001);
- zmanjšajo imunski sistem (alergije, avtoimunske motnje) (Salobir, 2001);
- ugodno vplivajo na kognitivne in psihomotorične sposobnosti otrok (Horrocks in Young, 1999) ter na ostrino vida (Salobir, 2001);
- ugodno vplivajo na sposobnost koncentracije in zmanjšanje pojavnosti disleksije (Salobir, 2001);
- delujejo antidepresivno (Horrocks in Young, 1999) in zmanjšujejo nagnjenost k suicidnosti (Salobir, 2001);
- zmanjšujejo pogostnost raka in ugodno vplivajo na potek bolezni (Salobir, 2001).

n-3 VNMK igrajo pomembno vlogo kot preventiva različnim patološkim boleznim, kot so: razne psihične motnje, stres, depresija in demenca (Bourre, 2005; Horrocks in Young, 1999).

Vodni ekosistem je primarni vir esencialnih DV-VNMK v biosferi (Arts in sod., 2001), saj je nekaj vrst mikroalg sposobnih sinteze DHK in EPK iz ALK (Calder, 1997). S prehransko verigo ljudje tako z uživanjem rib in ostalih vodnih virov, tako morskih kot sladkovodnih, dobimo potrebne količine esencialnih DV-VNMK v telo (Arts in sod., 2001).

2.2.4 Trans maščobne kisline

Nenasičene maščobne kisline razdelimo po tipu razporeditve vodikovih atomov okoli dvojnih vezi na cis in trans MK (Martin in sod., 1989). Dvojne vezi večine v naravi prisotnih nenasičenih MK imajo cis konfiguracijo (Lehninger in sod., 1993).

Trans MK so nenasičene MK z eno ali več dvojnimi vezmi trans konfiguracije. Prisotne so v mesu prežvekovalcev (govedo, ovce) ter v hidrogeniranih rastlinskih oljih in v pekovskih proizvodih (USDHHS in USDA, 2005).

Nastanejo tudi pri postopku hidrogenacije, ko skozi močno segreto olje (ob prisotnosti niklja) spustijo vodik, ki se veže na trojne vezi v molekulah MK. Pri tem postanejo maščobe stabilnejše in manj reaktivne, glavni namen pa je podaljšanje roka trajanja maščob (Mozaffarian in sod., 2006).

Študije so pokazale, da trans MK zmanjšujejo prepustnost celičnih membran in vplivajo na hitrejši razvoj aterosklerotičnih sprememb, povečajo krvni tlak in nastanek koronarnih srčnih bolezni in dvigujejo LDL- (low density lipoprotein) in znižujejo HDL- (high density lipoprotein) holesterol (CINDI, 2000).

2.3 PRIPOROČILA ZA UŽIVANJE MK

2.3.1 Priporočila o energijskem vnosu

Svetovna zdravstvena organizacija (WHO, 2003) priporoča, da naj bi od skupno zaužite energije z maščobami zaužili med 15 in 30% energije. Nasičene maščobne kisline naj ne presegajo 10% skupnega energijskega vnosa. Skupen vnos VNMK naj bo od 6 do 10% zaužite energije, od tega naj n-6 VNMK predstavljajo 5-8%, n-3 VNMK pa 1-2%. Preostalo razliko naj bi pokrili z zauživanjem ENMK (WHO, 2003).

Večji del zaužite energije naj bi predstavljale VNMK in ENMK iz rib, orehov in rastlinskih olj, katerih delež naj bi po ameriških priporočilih (USDHHS in USDA, 2005) znašal za otroke v starostni skupini 2-3 let 30-35% energije, za otroke in najstnike med 4. in 18. letom

starosti 25-35%, za ostale pa med 25-30% energije od skupno zaužite energije dnevno (USDHHS in USDA, 2005).

Po priporočilih Nemške družbe za prehrano (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (DGE, 2004) naj bi skupen vnos maščob znašal med 60 in 80 g na dan.

2.3.2 Priporočila o vnosu večkrat nenasičenih maščobnih kislin

Kris-Etherton in sod. (2002) skupaj z Ameriškim združenjem za srce (American Heart Association) glede na raziskave priporočajo dnevni vnos EPK in DHK skupaj od 0,5 do 1,8 g na dan (predvsem iz rib). To naj bi posledično zmanjšalo smrtnost zaradi srčnih bolezni. Ugoden učinek ALK naj bi se kazal ob dnevnem vnosu 1,5-3 g na dan. Za otroke priporočajo 0,5 g na dan EPK in DHK, medtem ko za odrasle ter bolnike s koronarnimi srčnimi boleznimi priporočajo 1 g na dan EPK in DHK skupaj.

Mozaffarian in Rimm (2006) priporočata zauživanje 250 mg EPK in DHK na dan, s čimer naj bi zmanjšali tveganja za srčnimi obolenji. Po Bourre (2005) so Francozi povečali priporočila o vnosu ALK za starejše ljudi. Odrasli naj bi zaužili dnevno 0,8% energijskega deleža ALK, starejši ljudje pa 0,9% ALK od skupno zaužite energije dnevno. Vnos DHK naj bi bil za ostarele ljudi dvakrat večji kot pri odraslih. Slednji naj bi zaužili 0,05% DHK od skupno zaužite energije na dan, starejši ljudje pa 0,1% DHK, kar velja tudi za nosečnice in doječe ženske.

2.3.3 Priporočila o pravilnem razmerju med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami

Glede na kakovost prehrane v teku evolucije je človek presnovno prilagojen na prehrano z ozkim razmerjem med n-6 in n-3 (Salobir, 2001). Mnogi viri kažejo na to, da je človek genetsko zasnovan tako, da se prehranjuje z MK n-6 proti n-3 v razmerju okrog 1 (Simopoulos in Cleland, 2003).

V prehrani modernega človeka je zaradi povečanega deleža nasičenih in n-6 MK razmerje med n-6 in n-3 povsem porušeno in je lahko tudi širše od 10 (Gordon in Bey, 2005). Zahodni svet uživa n-6 proti n-3 v razmerju 15 do 16,1 v Indiji in ponekod v urbanih predelih je razmerje celo od 38 do 50, v ruralnih območjih pa med 5 in 6 (Simopoulos in Cleland, 2003).

Razmerje 2,5 (n-6 proti n-3) vpliva na zmanjšanje pojavnosti za rakom debelega črevesja. V primerih, ko je razmerje n-6 proti n-3 4 z enako vsebnostjo n-3 kot v razmerju 2,5, nimajo n-3 VNMK nobenega vpliva (Simopoulos in Cleland, 2003).

Različni avtorji navajajo različna priporočila o razmerju med n-6 in n-3:

- razmerje med n-6 in n-3 VNMK naj bo med 4 in 5 (Özogul Y. in Özogul F., 2007; WHO, 2003; Moreira in sod., 2001);

- priporočljivo optimalno razmerje n-6 proti n-3 VNMK je med 1 in 4 in je odvisno od zdravstvenega stanja (Simopoulos in Cleland, 2003);
- osebe, ki imajo prehrano s širšim razmerjem n-6 proti n-3 VNMK kot 10, je treba vzpodbujati, da uživajo več hrane bogate z n-3 VNMK (FAO/WHO, 1994).

Razmerje esencialnih MK ima velik pomen za zdravje ljudi. V prehranskih tablicah bi morali dajati prednost esencialnim MK, saj so presnovno in funkcionalno zelo pomembne (Simopoulos in Cleland, 2003).

Pravilna oskrba organizma z zadostno količino in s pravilnim razmerjem esencialnih n-6 in n-3 VNMK je pomembna tekom celega življenja, znanstveniki poudarjajo poseben pomen že v razvoju pred rojstvom, po rojstvu in v zgodnjem otroštvu, ko se mlad organizem, predvsem pa možgani, živčevje in psihomotorične sposobnosti otrok intenzivno razvijajo (Salobir, 2001; Montano in sod., 2001).

2.4 RIBE KOT ŽIVILO Z VELIKO N-3 MAŠČOBNIMI KISLINAMI

2.4.1 Ugodni učinki uživanja rib na zdravje ljudi

Že iz najstarejših obdobij obstoja človeka najdemo ostanke pripomočkov, ki so ljudem iz prazgodovine pomagali pri ribolovu kot enemu osnovnih virov preživetja. Iz tega lahko povzamemo, da je ribolov star toliko kot človeštvo samo. Grški mislec Aristotel je bil prvi, ki je opisal 116 vrst rib, njihovo anatomsko zgradbo, prehranjevanje ter nenazadnje njihovo reprodukcijo (Aganović, 1979).

Ribe so najpomembnejši vir n-3 VNMK (Howe in sod., 2006; Hunter in sod., 2000; Özogul Y. in Özogul F., 2007), posebno EPK in DHK, v prehrani ljudi (Zheng in sod., 2004). Dolgoverižne n-3 VNMK, kot sta EPK in DHK, najdemo v večini v ribah, nekaj malega tudi v drugi hrani. Kljub slednjemu predstavljajo ribe in ribja olja poglobljen vir teh esencialnih MK (Montano in sod., 2001).

Vse vrste rib vsebujejo DHK in EPK, od katerih najpomembnejši vir DHK in EPK predstavljajo mastne ribe (Horrocks in Young, 1999; ReNPPPR, 2005; Satué in López, 1996). Vsebnost DHK in EPK v ribah variira glede na vrsto ribe, okoljske in prehranske dejavnike (Kris-Etherton in sod., 2002). Tako kot morske, so tudi sladkovodne ribe pomemben vir n-3 VNMK. Sladkovodne vrste rib tako vsebujejo več arahidonske MK, kar vpliva na večje razmerje med n-6 in n-3 VNMK (Steffens, 1997).

Pogosto uživanje morske hrane kot vir n-3 VNMK deluje preventivno na aterosklerozo in trombozo (Calder, 2004; Horrocks in Young, 1999; Kinsella, 1987).

n-3 VNMK ščitijo pred možgansko kapjo. Keli in sod. (1994) so v raziskavi ugotovili, da imajo moški, ki pojedjo 20 g rib na dan, značilno manjše tveganje za možgansko kap v

primerjavi z moškimi, ki pojedjo manj rib. Tudi v raziskavi National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) je bilo tveganje za možgansko kap pri ženskah, ki so zaužile ribe več kot enkrat na teden, za polovico manjše v primerjavi z ženskami, ki rib niso uživale (Gillum in sod., 1996).

Uživanje rib zmanjšuje tveganje za nenadno srčno smrt (Žemva, 2004; Haliloglu in sod., 2002). Znanstveniki Physicians' Health Study so ugotovili obratno sorazmerje med koncentracijo n-3 VNMK v krvi in tveganjem za nenadno smrt (Horrocks in Young, 1999) pri osebah, ki v anamnezi nimajo kardiovaskularne bolezni. Obenem so poročali tudi, da je obsežnost miokardnega infarkta manjša pri osebah, ki uživajo ribe ali ribje olje, v primerjavi z onimi, ki rib ne jedo (Žemva, 2004; Calder, 2004). Horrocks in Young (1999) poročata o 50% zmanjšanju tveganja za miokardnim infarktom ob zauživanju 200 mg DHK iz rib na dan.

n-3 VNMK, kot je potrdila raziskava na Danskem, imajo zaščitno vlogo pred prezgodnjim rojstvom otroka in manjšo porodno maso (Barbone in sod., 2004). Ženske, ki med nosečnostjo pojedjo več kot 150 g sveže ribe na teden, imajo 85% manjšo možnost, da rodijo otroka z manjšo porodno maso.

Raziskava, ki so jo opravila Radešček in sod. (2004) v sodelovanju z Zavodom za zdravstveno varstvo Novo mesto prikazuje razlike v uživanju rib vsaj 1-krat tedensko med prebivalci iz različnih regij po Sloveniji. Največji delež prebivalcev (44%), ki uživajo ribe vsaj 1-krat tedensko, prihaja iz koprške regije, sledijo jim prebivalci novogoriške regije (34%) in z najmanjšim deležem (21%) se kot slednji uvrščajo prebivalci Dolenjske regije.

2.4.2 Angleška in Ameriška priporočila o dnevnem vnosu ribjih maščob

Britanska prehranska fundacija (BNF, 2003) glede uživanja rib povzema priporočila po angleškem Ministrstvu za zdravje, ki priporoča dve porciji (2-krat po 140 g) rib na teden, od tega naj en obrok vključuje mastne ribe (losos, skuša, postrv, sardine in sveža tuna).

Raziskave so pokazale, da naj bi dva obroka rib na teden (226 g) zmanjšala smrtnost zaradi srčnih koronarnih in kardiovaskularnih bolezni pri ljudeh, ki so nagnjeni oz. obolevajo za omenjenimi boleznimi (USDHHS in USDA, 2005). Bolnikom s koronarno boleznijo priporočajo 1 g n-3 VNMK na dan, ki naj jih uživajo predvsem s hrano (ribe). Zato je pomembno vedeti, koliko g n-3 VNMK vsebujejo različne vrste rib (preglednica 3) (Žemva, 2004).

Preglednica 3: Količina EPK in DHK v posameznih vrstah rib in koliko rib je potrebno pojesti na dan, da zaužijemo priporočeno dnevno količino 1 g n-3 VNMK (Žemva, 2004: 39)

Vrsta rib	Grami n-3 VNMK/100 g rib	Količina rib v g, ki vsebuje 1 g n-3 VNMK
Sveža tuna	0,28-1,50	71-340
Sardine	1,15-1,99	58-85
Losos (gojeni)	1,28-2,15	43-71
Postrvi (gojene)	1,15	85
Postrvi (prostoživeče)	0,99	99

2.4.3 Nemška priporočila o vnosu ribjih maščob

Nemška družba za prehrano (DGE, 2004) priporoča zauživanje rib 1-krat do 2-krat na teden. Zaradi vsebnosti VNMK naj bi ribe zauživali pogosto in ne le na »veliki petek«. Obenem pa moramo biti pozorni, da je riba sveža (DGE, 2000).

2.4.4 Priporočila Svetovne zdravstvene organizacije (WHO) in Countrywide Integrated Noncommunicable Diseases Intervention (CINDI) o vnosu ribjih maščob

Večina, a ne vse raziskave so pokazale, da uživanje rib vpliva na zmanjšanje koronarnih srčnih bolezni. Optimalna priporočila za populacije ljudi z visokim tveganjem za srčne bolezni so med 40 in 60 g rib/dan, kar zmanjša umrljivost zaradi obolevanj za omenjenimi boleznimi za 50% (WHO, 2003).

Redno uživanje rib, tj. 1-2 obroka na teden, naj bi zmanjševala tveganje za srčnimi boleznimi in ishemično obliko kapi. V enem ribjem obroku bi morali po priporočilih WHO zaužiti 200-500 mg EPK in DHK. Vegetarijancem se priporočajo enake količine, ki jih dobijo z vnosom ALK kot esencialne MK iz rastlinskih virov (WHO, 2003).

CINDI povzema priporočila po WHO, in sicer pravi, da uživanje rib dvakrat tedensko ob že zgoraj naštetem zmanjšuje nevarnost nastajanja krvnih strdkov in s tem znižuje tveganje za trombozo, cerebrovaskularnimi boleznimi in srčno kapjo (CINDI, 2000).

2.4.5 Uživanje in priporočila za uživanje rib v Sloveniji

Po podatkih SURS iz leta 2002 povprečni prebivalec RS zaužije 159,4 g mesa in mesnih izdelkov na dan, od tega 73,3 g rdečega mesa, 28,1 g perutnine, 48,1 g mesnih izdelkov in predelanega mesa ter 9,9 g rib (ReNPPPR, 2005). S tem podatkom smo se Slovenci uvrstili na rep evropske lestvice po porabi rib na prebivalca letno (FAO, 2005). Glede na prehranska priporočila in dejstvo, da imajo ribe zelo velik pomen pri varovanju zdravja, je poraba ribjega mesa v Sloveniji veliko premajhna (Čepin, 1997; ReNPPPR, 2005).

Preglednica 4: Poraba ribjega mesa skupaj v evropskih državah in Združenih državah Amerike v letu 2002, poraba na prebivalca v g na dan (po FAO, 2003: 346)

Država	Poraba ribjega mesa skupaj (g)
Avstrija	41
Belgija	58
Finska	66
Francija	90
Nemčija	85
Grčija	63
Italija	71
Nizozemska	68
Portugalska	162
Slovenija	22
Španija	132
Švedska	93
Velika Britanija	63
ZDA	58

Preglednica 5: Povprečno dnevno uživanje rib in ribjih proizvodov (g) v nekaterih državah, ki so sodelovale v študiji EPIC (European Prospective Investigation into Cancer and nutrition) (Linseisen in sod., 2002: 1255)

Država	Ribe in ribji proizvodi (g/dan)	
	Moški	Ženske
Grčija	27,80	24,30
Španija	61,98	56,66
Italija	25,08	23,22
Francija	/	38,28
Nemčija	15,75	15,05
Nizozemska	14,90	14,70
Velika Britanija	18,30	24,15
Danska	42,85	41,25
Švedska	36,60	36,80
Norveška	/	46,35

/ - ni podatka

Kljub temu, da se podatek iz FAO (2003) in SURS iz leta 2002 (ReNPPPR, 2005) o količini zaužitih rib v Sloveniji razlikujeta, smo Slovenci dejansko na dnu lestvice porabe ribjega mesa. Sledijo nam Nizozemci z 29,60 g/dan (Linseisen in sod., 2002) ter Nemci in Avstrijci. Nemci tako zaužijejo 30,8 (Linseisen in sod., 2002) oz. 41 g rib na prebivalca na dan (FAO, 2003). Slednji rezultat je enak tudi za Avstrijce (FAO, 2003) (preglednica 4). Največ rib tako po FAO (2003) kot po EPIC študiji (Linseisen in sod., 2002) zauživajo Španci in Portugalci (preglednica 4 in 5). Sledijo jim Skandinavske države (Švedska, Finska) ter ostale.

2.4.6 Vpliv predelave rib na kakovost lipidov

Uživanje večjih količin sušenih in slanih rib je po podatkih Japonske raziskave škodilo tako moškim kot ženskam. Na podlagi te ugotovitve so znanstveniki sklepali, da se s predelavo rib uničijo koristne n-3 VNMK, ki jih je sicer veliko v svežih in kuhanih ribah (Gordon in Bey, 2005).

Ribje olje, ki vsebuje EPK in DHK ter dolgoverižne VNMK z več kot 6 dvojnimi vezmi, je močno podvrženo oksidaciji. Zato mnogi znanstveniki (Kolakowska in sod., 2002; Stolyhwo in sod., 2006) opozarjajo porabnike naj se izogibajo uživanju pečenih, ocvrtih in dimljenih rib. Vendar so Gladyshev in sod. (2006) ugotovili, da vsebnosti EPK in DHK pri pripravi nekaterih vrst rib ostaneta nespremenjeni.

Pogoji shranjevanja, kot sta ohladitev in zamrzovanje rib, pospešijo hitrost oksidacije (Kolakowska in sod., 1998, cit. po Stolyhwo in sod., 2006). Nadaljnji dejavniki, ki povzročajo spremembe v sestavi lipidov, so priprave surovih rib na dimljenje ter sam postopek dimljenja in shranjevanje teh izdelkov (Kolakowska in sod., 2002).

Mozaffarian in sod. (2006) so ugotovili, da je zauživanje pripravljenih rib na žaru kot tudi pečenih, ne pa tudi ocvrtih, povezano z zmanjšanjem tveganja za srčne bolezni.

2.5 SESTAVA RIBJEGA MESA

Ribe so pomemben vir beljakovin, esencialnih maščobnih kislin, mineralov in vitaminov. Tako ljudje v razvijajočih se državah kot prebivalci razvitega sveta jim dajejo v prehrani posebno mesto (WHO, 2003). Po podatkih WHO (2003) približno milijarda prebivalstva uživa ribe kot glavni vir živalskih proteinov. Obalni prebivalci uživajo precej več rib kot ljudje iz notranjosti. Medtem ko približno 20% prebivalcev na svetu uživa 1/5 živalskih beljakovin iz rib, nekaterim otočanom ribe predstavljajo glavni in/ali edini vir živalskih beljakovin.

Preglednica 6 prikazuje nihanja in razlike v vsebnosti posameznih osnovnih sestavin ribjega mesa. Razlike med vsebnostmi sestavin so opazne tako med vrstami rib kot tudi znotraj vrst. Razloge gre iskati predvsem v starosti rib, spolu, okoljskih vplivih, sezoni ulova (FAO, 1995).

Preglednica 6: Okvirna sestava ribjega mesa (FAO, 1995: 92)

Voda (%)	66-81
Beljakovine (%)	16-21
Maščobe (%)	0,2-25
Minerali/pepel (%)	1,2-1,5

2.5.1 Beljakovine

Delež beljakovin v ribjem mesu variira od 12 do 24%, odvisno od vrste rib. Med beljakovinami v ribjem mesu ni mioglobina, zato je meso svetle barve. Glede na beljakovinsko sestavo je meso večine rib primerljivo z mesom klavnih živali in perutnine (Bojčić in sod., 1982).

2.5.2 Maščobe

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 (Aganović, 1979).

V ribjem maščobnem tkivu so tudi v maščobah topni vitamini A, D in E. Različni avtorji uvrščajo ribe glede vsebnosti maščob v različne skupine. Tako po Marshall in sod. (2006) razdelimo ribe glede na delež maščob v 4 razrede:

- puste ribe: manj kot 2% maščob
- suhe ribe: 2-4% maščob
- srednje mastne ribe: 4-8% maščob
- mastne ribe: več kot 8% maščob

Med mastne po Marshall in sod. (2006) ribe štejemo sardine, slanika, brancina, krapa, medtem ko Horrocks in Young (1999) med mastne ribe uvrščata vse vrste salmonidov, tuno, skušo.

Po Zei (1983) pa ribe z manj kot 3% vsebnosti maščobe uvrščamo med nemastne ribe, kamor avtor prišteva: osliča, orado, brancina, postrv in lista.

2.5.3 Vitamini in minerali

Ribje meso zavzema posebno mesto v prehrani dietikov tudi zaradi bogate vsebnosti v maščobah topnih vitaminov A in D. Količina vitaminov v mesu rib je odvisna od vrste rib, sezone, spola in mesta telesa, kjer se nahaja. Morske ribe so bolj bogate z vitamini kot sladkovodne. Omeniti pa velja tudi vsebnost vitaminov B-kompleksa, in sicer B1 in B2 ter vitamin C (Bojčić in sod., 1982).

Ribje meso, ki je bogato predvsem s kalcijem, fosforjem in magnezijem, vsebuje še železo, baker in selen. Meso morskih rib poleg že omenjenih vsebuje tudi velik delež joda (FAO, 1995). Največjo biološko vrednost od naštetih mineralov imata jod in fluor, ki sta nepogrešljiva elementa v procesih sinteze hormonov (Bojčić in sod., 1982).

Majhne ribe, kot so sardele, girice in gavoni imajo v prehrani še to prednost, da jih navadno jemo s kostmi vred in s tem zaužijemo znatne količine kalcija in fosforja, kar je pomembno za preprečevanje bolezni, ki jih spremlja porušen metabolizem kalcija (rahitis, osteomalacija, osteoporoza) (Zei, 1983).

2.5.4 Ogljikovi hidrati

Vsebnost ogljikovih hidratov v ribjem mesu je zelo majhna, in sicer okrog 0,5%. Kljub temu igrajo pomembno funkcijo v procesu anaerobne glikolize. Mišični glikogen se po smrti rib spreminja v mlečno kislino. Ker je glikogena v ribah manj kot v mišicah kopenskih živalih,

poteče postopek glikolize razmeroma hitro. Zato nastane tudi manj mlečne kisline in nizka zakisanost ribjega mesa je razlog za hitro pokvarljivost (Žlender, 2000).

2.6 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB

2.6.1 Vsebnost maščobnih kislin v ribah

2.6.1.1 Nasičene in enkrat nenasičene maščobne kisline

Od nasičenih MK v ribah prevladujeta palmitinska in miristinska MK. Omenjeni MK zavzemata okrog 90% od skupnih nasičenih MK v baltskem slaniku. Ribe toplih voda pa vsebujejo še manjši delež stearinske MK. Med ENMK v ribah prevladuje oleinska MK, trikrat manjši delež od oleinske zavzema palmitooleinska MK (Kolakowska in sod., 2002).

2.6.1.2 Nenasičene maščobne kisline in razmerje med n-3 in n-6 maščobnimi kislinami

Delež VNMK najbolj zaznamuje maščobnokislinsko sestavo rib. V vodnih organizmih med VNMK prevladujejo DV-VNMK, od katerih sta najpogostejši DHK in EPK (Kolakowska in sod., 2002).

Razmerje med n-6 in n-3 VNMK je manjše v morskih kot v sladkovodnih ribah. Na razmerje vplivajo številni okoljski dejavniki in biološke spremembe v ribah. Na večje razmerje v sladkovodnih ribah vpliva večja vsebnost n-6 VNMK v krmi, ki jo ribe uživajo (Kolakowska in sod., 2002).

2.6.1.3 Biološka funkcija n-3 maščobnih kislin v ribah

Ribe so sposobne sintetizirati nasičene MK in ENMK *de novo*. S selektivno absorpcijo in presnovo MK iz hrane, vključno z VNMK, zagotavljajo optimalno sestavo maščobnih kislin v telesu (Sargent, 1989, cit. po Peng in sod., 2003). Ta je odvisna od vrste in roda rib in jo lahko imenujemo tudi »genotipska sestava« (Viga in Grahl-Nielsen, 1990).

Vse tri MK so pomembni gradniki celičnih membran v ribah. DHK in EPK imata v ribah pomembno vlogo pri celičnih funkcijah, obenem pa DHK vpliva tudi na razvoj živčevja rib (Sargent in sod., 1999). DHK igra pomembno vlogo pri procesih adaptacije na temperaturo, slanost, kisik kot tudi na motorične lastnosti in socialno obnašanje rib. n-3 VNMK, posebno DHK, vpliva na prilagoditev zaradi okoljskih sprememb in poveča odpornost na razne infekcije in parazitske bolezni (Kolakowska in sod., 2002).

VNMK, ki vsebujejo 20 do 22 C-atomov, posebno EPK in DHK, vplivajo na rast rib. Zato je vsebnost EPK in DHK v tkivih rib večja od vsebnosti ARK in posledično so tudi potrebe po omenjenih dveh esencialnih MK večje (Sargent in sod., 1999). Ker so DHK, EPK in ARK

esencialne tudi za ribe, jih morajo ribe zaužiti s krmo, in sicer 0,8-1,6% od skupnih MK (Kaushik, 1990, cit. po Barrado in sod., 2003).

2.6.2 Vpliv krme na maščobnokislinsko sestavo rib

MK-sestava rib je v veliki meri odvisna od vsebnosti MK v hrani, ki jo ribe zauživajo (Bandarra in sod., 2006; Özogul Y. in Özogul F., 2007; Robin in sod., 2003; Krajnovič-Ozretič in sod., 1994).

Pri gojenih ribah obstaja velika razlika v MK-sestavi med različnimi vrstami rib kot tudi znotraj vrste (Özogul Y. in Özogul F., 2007; Buzzi in sod., 1996), predvsem zaradi razlik v MK-sestavi krme, s katero krmimo ribe (Steffens, 1997). Ribe so sposobne prilagoditi MK-sestavo okoljskim in fiziološkim potrebam. Zato je lahko MK-sestava različnih vrst gojenih rib, krmljenih z isto krmo, različna (Kolakowska in sod., 2002).

Rastlinojede ribe, ki se krmijo z algami, vsebujejo velike količine C18 VNMK, a manj C20 in C22 VNMK (Henderson in Tocher, 1987). Tako so bogate z n-6 VNMK in kratkoverižnimi n-3 VNMK. MK-sestava mesojedih rib je odvisna od vsebnosti MK v ribah, s katerimi se hranijo in njihove sposobnosti desaturacije in elongacije MK (Hunter in sod., 2000).

Mesojede ribe v primerjavi z rastlinojedimi vsebujejo večje količine n-3 DV-VNMK in manj ALK. Vsejede ribe vsebujejo več ALK in manj n-3 DV-VNMK kot mesojede ribe, kar je odraz sestave krme, ki jo ribe uživajo (Hunter in sod., 2000). Ribe, ki neposredno uživajo makroalge, bogate z ARK, vsebujejo večji delež te kisline v svoji maščobnokislinski sestavi kot tiste ribe, ki uživajo hrano z manj ARK (Kolakowska in sod., 2002).

Če so bila pred nekaj desetletji krmila živalskega izvora (ribje olje in ribja moka) poglavitna sestavina krmil za ribe, pa jih danes vse bolj nadomeščajo krmila rastlinskega izvora. To vpliva na zmanjšanje vsebnosti n-3 DV-VNMK, in s tem na zmanjšanje vsebnosti EPK in DHK (Cahu in sod., 2004) ter na porast deleža C18 VNMK v ribjem mesu (Caballero in sod., 2002).

2.6.3 Maščobnokislinska sestava gojenih in prostoživečih rib

Z MK-sestavo krme lahko vplivamo na MK-sestavo v tkivih gojenih rib (Steffens, 1997). Na ta način lahko pri gojenih ribah spreminjamo MK-sestavo in s tem zadovoljimo potrebe rib po hranilnih snoveh (Caballero in sod., 2002; Izquierdo in sod., 2003; Hunter in sod., 2000). Z uporabo različnih vrst ribjih olj v akvakulturi vplivamo na vsebnost n-3 VNMK v ribah (Hazra, 1998, cit. po Hunter in sod., 2000).

S sestavo krme lahko vplivamo tudi na razmerje n-6 proti n-3 VNMK. Komercialna krma za ribe po večini vsebuje manjše količine n-3 VNMK in več n-6 VNMK. Zato je razmerje med

n-6 in n-3 širše pri gojenih kot pri prostoživečih ribah iste vrste (Mnari in sod., 2007; Henderson in Tocher, 1987). Znano je tudi, da povečan delež n-6 VNMK v krmi zmanjša vsebnost n-3 VNMK v ribah (Henderson in Tocher, 1987).

Mnari in sod. (2007) ter Cahu in sod. (2004) so v raziskavah ugotovili, da je skupna vsebnost maščob kot tudi vsebnost n-3 VNMK, posebno EPK in DHK, v 100 g vzorca fileja gojene vrste rib večja kot v 100 g vzorca fileja prostoživeče ribe iste vrste.

Krajnović-Ozretić in sod. (1994) in Periago in sod. (2005) so v poskusih ugotovili, da prostoživeči brancini vsebujejo večji delež VNMK kot gojeni. Medtem ko se isti skupini brancinov nista značilno razlikovali v vsebnosti n-3 VNMK (Periago in sod., 2005).

Vgraditev MK v tkiva rib je odvisna od metabolnih procesov, ki so povezani s prednostnim nalaganjem, β -oksidacijo, lipogenezo, elongacijo ter desaturacijo maščobnih kislin. Robin in sod. (2003) zato ugotavljajo, da je težko predvideti, v kolikšni meri vpliva sestava krme na MK-sestavo rib.

2.6.4 Maščobnokislinska sestava morskih in sladkovodnih rib

Večina sladkovodnih rib je sposobna elongacije in desaturacije ALK v DHK (Buzzi in sod., 1996) in EPK (Sargent, 1989, cit. po Peng in sod., 2003; Kanazawa in sod., 1979). Za pretvorbo v EPK potrebuje organizem Δ^5 in Δ^6 -desaturaze in za pretvorbo v DHK je potreben encim Δ^4 -desaturaza (Sprecher, 2000).

Velika vrsta morskih rib v nasprotju s sladkovodnimi nima sposobnosti elongacije iz C18:3 n-3 v DV-VNMK (Cowey in Sargent, 1977; Owen in sod., 1975). Vzrok je najverjetneje v odsotnosti oz. majhni zmožnosti delovanja encima Δ^5 -desaturaze. Zato morajo morske ribe DV-VNMK, kot sta EPK in DHK, zaužiti s hrano (Sargent, 1989, cit. po Peng in sod., 2003; Kanazawa in sod., 1979; Lovell, 1991).

Mnoge vrste morskih rib so bogate z n-3 DV-VNMK, kot sta EPK in DHK. Največji razlog za to je v vsebnosti teh MK v algah, s katerimi se ribe krmijo. Zato se razlike v sestavi MK v ribah pojavijo že med osebki znotraj iste vrste. Morske ribe tako vsebujejo manjše količine LK in ALK, lahko pa se ponašajo z veliko vsebnostjo EPK in DHK (Steffens, 1997).

Sladkovodne ribe se prehranjujejo s hrano, bogato z LK, ALK in EPK (Steffens, 1997; Hanson in sod., 1985). Znanstveniki so ugotovili, da sladkovodne ribe vsebujejo zato manjši delež n-3 VNMK kot morske ribe (Özogul Y. in Özogul F., 2007; Steffens, 1997) in večji delež n-6 VNMK ter nasičenih MK (Owen in sod., 1975).

Razmerje med n-6 in n-3 pri morskih ribah je večje kot pri sladkovodnih ribah (Henderson in Tocher, 1987), in sicer variira med 0,2 do 0,1, lahko tudi več (Moreira in sod., 2001;

Steffens, 1997). Razmerje med n-6 in n-3 VNMK pri sladkovodnih ribah zavzema vrednosti med 1 in 4 (Steffens, 1997).

2.6.5 Ostali vplivi na MK-sestavo rib

Maščobnokislinska sestava rib je odvisna tudi od metabolizma rib (Linko in sod., 1992; Henderson in Tocher, 1987), okoljskih dejavnikov, velikosti in starosti rib (Robin in sod., 2003). Sestava MK v ribah variira glede na vrsto rib (Steffens, 1997), tip mišice in telesni del ribe, ki ga analiziramo (Mnari in sod., 2007; Howe in sod., 2006; Testi in sod., 2006).

Za odstopanja v MK-sestavi gre iskati vzroke tudi v lokaciji, v letnih časih-vpliv sezone (Özogul Y. in Özogul F., 2007; Steffens, 1997), v slanosti in temperaturi vode, od razpoložljivosti hrane (Mnari in sod., 2007; Kolakowska in sod., 2002: 234; Henderson in Tocher, 1987).

V raziskavi, ki jo je opravil Haliloglu in sod. (2004) so ugotovili, da slanost vode vpliva na MK-sestavo šarenke. Razmerje n-6 proti n-3 je naraslo od 0,59 na 0,29 pri sladkovodnih šarenkah in od 0,13 na 0,05 pri morskih šarenkah. Prav tako so bili deleži za EPK in DHK v maščobah večji pri morskih kot sladkovodnih vrstah (Haliloglu in sod., 2004). Cordier in sod. (2002) menijo, da slanost vode vpliva na uravnavanje aktivnosti encimov v metabolizmu maščob.

Maščobnokislinska sestava rib variira med samci in samicami. Vsebnosti ENMK in VNMK so najnižje v času drstenja. Razlika v spolih se odraža v razmerju in vsebnosti posameznih MK (Kolakowska in sod., 2002).

VNMK vplivajo tudi na adaptacijo rib na okoljske dejavnike, kot je temperatura vode (Hazel in sod., 1992; Farkas in sod., 1994). Membrane rib postanejo bolj toge pri nižjih temperaturah, kar povzroči večjo prepustnost VNMK in s tem motnje v membranah. Razlog je ta, da so MK z dvojnimi vezmi manj toge kot nasičene MK (Ruyter in sod., 2006; Lovell, 1991).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

V poskus smo vključili 18 vzorcev rib, in sicer 12 vzorcev gojenih postrvi - šarenk iz dvanajstih različnih ribogojnic, en vzorec potočne postrvi, trije vzorce gojenih in dva vzorca prostoživečega brancina, vsi brancini iz Jadranskega morja. Vsak vzorec rib predstavlja užitni del, to je meso (file) in kožo dveh rib iste vrste. Izjema sta bila vzorca prostoživečega brancina, kjer smo zaradi večje mase, kot je bila izmerjena pri ostalih ribah, naredili analizo za vsako ribo posebej.

Za analizo smo uporabili le užitne dele rib, kožo in meso (file). V analizo smo vključili tudi sedem vzorcev peletirane krme, s katero so bile krmljene analizirane šarenke. Teh sedem vzorcev krme smo razdelili v tri skupine (A, B, C), glede na proizvajalca.

Preglednica 7: Podatki o vzorcih rib in krme

Vrsta ribe	Kraj izlova (ribogojnica)	Čas izlova	Krma
Šarenka	Braslovče	03.03. 2006	A
Šarenka	Slap ob Idrijci	19.02. 2006	A
Šarenka	Ljubljana, Povodje	23.02. 2006	B
Šarenka	Videm pri Ptuj	23.02. 2006	A
Šarenka	Podbočje pri Kostanjevici	03.03. 2006	C
Šarenka	Cerklje na Gorenjskem	23.02. 2006	A
Šarenka	Ljubno pri Begunjah	22.02. 2006	*
Šarenka	Petrovče pri Arji vasi	23.02. 2006	*
Šarenka	Kamnik	23.02. 2006	C
Šarenka	Vrhoplje pri Radomljah	23.02. 2006	*
Šarenka	Zgornja Besnica	07.03. 2006	C
Šarenka	Videm pri Ptuj	23.02. 2006	/
Potočnapostrv	Izvir-potoka Studena, Kostanjevica na Dolenjskem	07.04. 2006	/
Brancin, gojeni	Portorož	23.02. 2006	*
Brancin, gojeni	Izola (kupljen v trgovini)	08.04. 2006	/
Brancin, gojeni	Izola (kupljen v trgovini)	08.04. 2006	/
Brancin, prostoživeči	Jadransko morje (kupljen v trgovini)	začetek aprila 2006	/
Brancin, prostoživeči	Jadransko morje (kupljen v trgovini)	začetek aprila 2006	/

* - krma, s katero so bile krmljene šarenke oz. brancin, ni bila vključena v analizo, / - brez krme

3.2 METODE DELA

3.2.1 Priprava vzorcev

Vse vzorce rib smo pred pričetkom kemičnih analiz, s katerimi smo začeli v začetku aprila 2006, shranili v zamrzovalniku, pri -20° C. Vzorce rib smo tik pred poskusom vzeli iz zamrzovalnika in jih odtajali pri sobni temperaturi. Vsako ribo smo posebej stehali. Nato

smo na plastični deski ribi odrezali glavo, rep in glavno plavut, naredili rez vzdolž medialne linije na dorzalni strani, ji odstranili drobovino in vse odstranjene oz. neužitne dele stehtali.

Zatem smo odstranili še hrbtenico, rebra, trebušni in prsne plavuti ter ponovili tehtanje skupaj s prej odstranjenimi deli. Kožo in file smo razrezali na majhne koščke in sproti dajali v tekoči dušik (N_2), da so zamrznili. S tem smo omogočili nadaljnjo pripravo vzorcev za homogeniziranje.

Ko smo tako končali postopek pri vzorcu, smo pričeli s homogeniziranjem. Vzorce smo homogenizirali v laboratorijskem homogenizatorju Grindomix (GM 200), proizvajalca Retsch (Nemčija). Naenkrat smo homogenizirali 100 g filejev in kože. Homogeniziranje je potekalo dvakrat po 10 sekund pri 7000-ih obratih v minuti. Vzorce smo nato takoj prenesli v polietilenske vrečke, iz vrečk iztislili zrak in jih zaprli. Do začetka kemijskih analiz smo vzorce hranili v zamrzovalniku pri $-20^{\circ}C$.

Pred kemijskimi analizami smo vzorce rib liofilizirali. Plastične krožnike smo stehtali in označili. Nato smo še zamrznjene vzorce stehtali in jih skupaj s krožniki prenesli v liofilizator. Po končanem postopku smo liofilizirane vzorce rib ponovno stehtali in shranili v zaprtih polietilenskih vrečkah v zamrzovalniku.

Vzorci krme so bili do pričetka analiz shranjeni v temnem in hladnem prostoru. Nato smo vseh 7 vzorcev krme zmleli z laboratorijskim mlinčkom, da smo zmanjšali velikost delcev pod 1 mm, kot je dogovor za Weendsko analizo. Pri mletju nekaterih vzorcev smo imeli težave zaradi večjega deleža maščob v njih. Nato smo zmlete vzorce shranili vsakega v svojo plastično posodo v hladilnik na $4^{\circ}C$.

3.2.2 Določanje maščobnokislinske sestave

Maščobnokislinsko sestavo vzorcev rib in krme smo določili s plinsko kromatografijo. Pri tej tehniki moramo predhodno pripraviti metilne estre maščobnih kislin (MEMK). Za to analizo smo uporabili metodo in situ transesterifikacije, po Parku in Goinsu (1994). Tu ni bila potrebna predhodna ekstrakcija maščob iz vzorca. Vse vzorce smo analizirali v dveh ponovitvah.

3.2.2.1 Priprava metilnih estrov maščobnih kislin

V Hachove 10 ml epruvete z navojem smo zatehtali 0,2 g homogeniziranega liofiliziranega vzorca. Nato smo dodali 300 μ l metilen klorida (CH_2Cl_2) in 3 ml 0,5 M natrijevega hidroksida v metanolu. Epruvete smo prepihali z N_2 , da ne bi prišlo do oksidacije večkrat nenasičenih maščobnih kislin s kisikom iz zraka. Epruvete smo zaprli s pokrovčkom in vsebino dobro premešali.

Epruvete z vzorci smo nato segrevali v vodni kopeli 10 minut pri 90° C. Po segrevanju smo vzeli epruvete iz grelnega bloka, jih ohladili v ledeni vodi in ohlajeni zmesi dodali 3 ml 14% BF₃ v metanolu. Epruvete smo ponovno prepicali z dušikom, pokrili in znova segrevali v grelnem bloku 10 minut pri 90° C. Ko smo končali s segrevanjem, smo epruvete z vzorci ohladili na-sobno temperaturo. Nato smo v epruvete dodali 3 ml deionizirane vode in 1500 µl heksana in močno stresali 1 minuto, da so se metilni estri MK ekstrahirali iz vodne v nepolarno heksansko fazo.

Vzorci smo centrifugirali 10 minut pri 20-ih obratih v minuti. Po končanem centrifugiranju smo heksansko fazo prenesli s Pasteurjevo pipeto v posodice iz temnega stekla. V heksan ekstrahirane metilne estre maščobnih kislin smo do ločbe s plinsko kromatografijo shranili v zamrzovalniku pri -20° C.

3.2.2.2 Plinska kromatografija

Delež MEMK smo določili s plinsko kromatografijo, z uporabo plinskega kromatografa Agilent Technologies 6890, s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID), kapilarno kolono Omegawax 320 (dolžina kolone 30 m, notranji premer 0,32 mm, debelina stacionarne faze 0,25 µm).

Ločevanje in detekcija sta potekali pri naslednjih pogojih:

- temperaturni program: 185° C (začetni zadrževalni čas 0 min), 1° C/min do 215° C (končni zadrževalni čas 9 min)
- temperatura injektorja: 250° C
- temperatura detektorja: 250° C
- način injiciranja: split, razmerje 30:1, volumen heksanske faze z MEMK 1,0 µl
- nosilni plin: He, pretok 2,0 ml/min
- makeup plin: N₂, pretok 25 ml/min
- gorilna plina (FID detektor): H₂, pretok 40 ml/min; sintetični zrak, pretok 450 ml/min

3.2.2.3 Kalibriranje plinskega kromatografa (faktor odzivnosti – Rf)

Utežni delež MK v vzorcu smo določili tako, da smo površino kromatografskega signala za določen MEMK pomnožili s faktorjem odzivnosti (Rf) detektorja in faktorjem pretvorbe MEMK v MK za to maščobno kislino. Rf smo določili s pomočjo analize kvantitativnih standardnih mešanic GLC 85 in GLC 68A, proizvajalca NuChek Prep. Inc., Elysian, Minnesota, ZDA.

Enačba za izračun R_f za posamezne MEMK:

$$R_{f_i} = \frac{MD_i}{RPMEMK_i} \quad \dots (1)$$

$RPMEMK_i$ = relativna površina i-tega MEMK

MD_i = utežni delež i-tega MEMK v kvantitativnem standardu, ki je v primeru kvantitativnega standarda GLC 85 znašal 0,0303, razen za C16:0, ki je znašal 0,0606.

- Izračuni utežnih deležev posameznih MK v vzorcu

Enačba za izračun utežnega deleža MK, to je mase posamezne MK v 100 g vseh MK:

$$\%MK_i = \frac{(R_{f_i} \cdot FA_i \cdot A_i) \cdot 100}{\sum_{i=1}^n (R_{f_i} \cdot FA_i \cdot A_i)} \quad \dots (2)$$

i = i-ta MK

A_i = površina kromatografskega vrha posamezne MK_i

FA_i = konverzijski faktor za posamezno MK_i (razmerje relativnih molskih mas MK in MEMK)

R_{f_i} = faktor odzivnosti detektorja za posamezni MEMK_i

Vsebnost posameznih MK v vzorcih rib smo izrazili v mg MK v 100 g vzorca. Iz masnih deležev posameznih MK smo jo izračunali tako, da smo upoštevali delež maščob v vzorcu in faktor za pretvorbo masnega deleža MK v delež MK v maščobi, ki za ribe znaša 0,900 (Fatty acids, 1998).

- Enačba za izračun mase posamezne MK v 100 g vzorca (mg MK_i/100 g vzorca):

$$MK = \%skupnihmaščob \cdot 0,900 \cdot \%MK_i \cdot 10 \quad \dots (3)$$

Pri kemijski analizi (Weendska analiza) smo določali vsebnost suhe snovi, surovih beljakovin, celokupnih maščob in surovega pepela v liofiliziranih vzorcih rib ter v vzorcih krme. Za vzorce krme smo naredili kemijsko analizo tudi za vsebnost surove vlaknine.

3.2.3 Določanje vsebnosti suhe snovi

Princip:

Suho snov v vzorcu smo sušili v sušilniku do konstantne mase, pri 103° C za vzorce rib in 98° C za vzorce krme (Methodenbuch, 1993a).

Postopek:

Steklene tehtiče smo posušili v laboratorijskem sušilniku, ohladili v eksikatorju in jih natančno stehtali. V tehtiče smo zatehtali med 3 in 5 g vzorca, maso smo zapisali na 4 decimalna mesta natančno. Vsebnost suhe snovi v vzorcih krme in rib smo izrazili z masnimi deleži (Methodenbuch, 1993a).

Vsebnost suhe snovi (SS) v vzorcu:

$$SS(g/kg) = \frac{(m_c - m_a)}{(m_b - m_a)} \cdot 1000 \quad \dots (4)$$

m_a = masa tehtiča (g)

m_b = masa tehtiča in vzorca pred sušenjem (g)

m_c = masa tehtiča in vzorca po sušenju (g)

3.2.4 Določanje vsebnosti surovih beljakovin

Vsebnost surovih beljakovin v vzorcih krme in rib smo izračunali s pomočjo vsebnosti dušika v vzorcih, ki smo ga določili s Kjeldahlovo metodo. Metoda temelji na posrednem določanju beljakovin preko dušika. Pri tem moramo upoštevati, da je ves dušik, prisoten v živilu, beljakovinski. Vsebnost beljakovin v vzorcu izračunamo tako, da izmerjeno vsebnost dušika v vzorcu pomnožimo z ustreznim faktorjem F (6,25 za krmo in meso) in tako dobljena vrednost nam predstavlja vsebnost surovih beljakovin v vzorcu (Methodenbuch, 1993b).

Postopek:

Kjeldahlovo metodo razdelimo v 3 korake:

1. Razklop vzorca v žveplovi (VI) kislini ob prisotnosti katalizatorja
2. Destilacija nastalega amonijaka
3. Titracija

Razklop:

V Kjeldahlove epruvete smo na analitski tehtnici zatehtali približno 300 mg liofiliziranega vzorca rib in krme na 0,5 mg natančno, nato smo v Kjeldahlove epruvete dali 6 g mešanice CuSO_4 , ki katalizira razklop beljakovin, in K_2SO_4 , s katerim povišamo vrelišče kisline ter 12 ml koncentrirane žveplove (VI) kisline. Nato smo epruvete postavili v blok za segrevanje v digestoriju (Büchi Digestion unit K-435, Švica). Ta je opremljen z absorberjem za pline (Büchi Scrubber B-414, Švica), ki nastajajo pri oksidativnem razklopu. Razklop je potekal pri 420° C, dokler se raztopina ni zbistrila. Raztopino smo ohladili in jo razredčili z vodo (Methodenbuch, 1993b).

Destilacija:

Amoniak iz kisle raztopine smo po razklopu oddestilirali z uporabo destilacijske enote (Büchi Distillation unit B-324, Švica), z destilacijo z vodno paro. Vzorec v epruveti smo najprej naalkalili z dodatkom 40% vodne raztopine NaOH. V alkalnem mediju se je najprej izločila svetlo modra oborina $\text{Cu}(\text{OH})_2$, ki je v alkalnem mediju prešla v črni CuO . Destilat smo lovili v predložko v katero smo dodali 60 ml 2% raztopine H_3BO_3 . Po 3-eh minutah destiliranja je pri reakciji med borovo kislino in amonijakom nastal amonijev boratni kompleks (Methodenbuch, 1993b).

Titracija:

Raztopino nastalega amonijevega boratnega kompleksa smo titriral s standardizirano (0,09692 M) raztopino H_2SO_4 do vrednosti pH 4,65 z uporabo avtomatskega titratorja (702 SM Titrino, Metrohm, Švica) Končno točko titracije smo določili potenciometrično (z merjenjem pH raztopine). Po končani titraciji smo zapisali volumne pri titracijah porabljene kisline (Methodenbuch, 1993b).

Vsebnost surovih beljakovin (SB) v vzorcu:

$$SB(g/kg) = m_N (g/kg) \cdot F \quad \dots (5)$$

m_N = vsebnost dušika v vzorcu (g/kg)

F = faktor (6,25 za krmo in meso)

3.2.5 Določanje vsebnosti celokupnih maščob

Celokupne maščobe smo določili po Weibulovi metodi. Vzorce smo najprej hidrolizirali v razredčeni raztopini HCl (4 M raztopina). S hidrolizo vzorca v klorovodikovi kislini postanejo za kasnejšo ekstrakcijo s petroletrom dostopne tudi maščobe znotraj celic. Hidroliziran vzorec prefiltriramo, posušimo in ekstrahiramo s petroletrom po Soxhletovi metodi (Methodenbuch, 1993c).

Postopek:

Najprej smo v 600 ml čašo zatehtali 5 g vzorca na 0,5 mg natančno, dodali 160 ml 4 M HCl ter zmes hidrolizirali 60 minut pri temperaturi vrelišča raztopine. Po hidrolizi smo vsebino v čaši razredčili z vročo destilirano vodo in takoj filtrirali skozi filtrirni papir (modri trak). Filter smo spirali z vročo destilirano vodo, dokler filtrat ni več reagiral na kloridne ione (preskus z AgNO_3). Nato smo filtrirni papir s hidrolizatom položili na urno steklo in sušili 12 ur pri temperaturi 40 – 60° C. Suh filtrirni papir hidrolizatom smo prenesli v ekstrakcijski tulec, pokrili z vato in tulec vstavili v ekstraktor Soxhletovega aparata. Čisto ekstrakcijsko bučko z vrelnimi kroglicami smo sušili eno uro v sušilniku pri temperaturi 105° C, ohladili v eksikatorju in stehali. V bučko smo vlili petroleter, jo spojili z ekstraktorjem, v katerem je bil nameščen ekstrakcijski tulec z vzorcem in s povratnim hladilnikom. Ekstrakcijsko bučko

smo segrevali na vodni kopeli (100° C). Maščobo iz vzorca smo ekstrahirali 6 ur. Po končani ekstrakciji smo topilo odparili z rotavaporjem, bučko z maščobo pa sušili v sušilniku pri temperaturi 97° C do konstantne mase (2 uri). Po hlajenju v eksikatorju smo bučko z maščobo stehali in izračunali vsebnost celokupnih maščob (Methodenbuch, 1993c).

Vsebnost celokupnih maščob (CM) v vzorcu:

$$CM(g/kg) = \frac{(m_{po} - m_{pred})}{m_v} \cdot 1000 \quad \dots (6)$$

m_v = masa vzorca (g)

m_{po} = masa bučke z maščobo (g)

m_{pred} = masa prazne bučke (g)

3.2.6 Določanje vsebnosti surovega pepela

Vsebnost surovega pepela določimo iz razlike v masi vzorca pred in po sežigu v žarilni peči pri 520-550° C. Pri taki temperaturi zgori celotna organska snov, trden preostanek pa predstavlja anorganski del vzorca (Methodenbuch, 1993d).

Postopek:

Porcelanske lončke smo predhodno prežarili v žarilni peči, nato smo jih prenesli v eksikator, da so se ohladili. Ohlajene smo stehali na 0,5 mg natančno. V stehane lončke smo zatehtali 3-5 g vzorca na 0,5 mg natančno in jih prenesli v segreto žarilno peč (200-300° C). Ko je vzorec zoglenel, smo temperaturo v peči dvignili na 520° C in vzorce na tej temperaturi žarili preko noči. Naslednji dan smo jih vzeli peči, dali v eksikator in ohlajene stehali. Po popolnem sežigu bili vzorci bele do temno sive barve (Methodenbuch, 1993d).

Vsebnost surovega pepela (SP) v vzorcu:

$$SP(g/kg) = \frac{(m_c - m_a)}{(m_b - m_a)} \cdot 1000 \quad \dots (7)$$

m_a = masa žarilnega lončka (g)

m_b = masa žarilnega lončka in vzorca (g)

m_c = masa žarilnega lončka in pepela (g)

3.2.7 Določanje vsebnosti surove vlaknine

Surova vlaknina je trdni organski del krme, ki ostane po hidrolizi vzorca v raztopini žveplove (VI) kisline in kalijevega hidroksida.

Postopek:

V 600 ml čašo smo zatehtali 3 g vzorca krme na 0,5 mg natančno. V čašo smo počasi dodajali 200 ml 1,25% H₂SO₄. Vsebino v čaši smo zavreli, segrevali 30 minut in prefiltrirali skozi filter iz kvarčnega peska na gooch lončku. Trden preostanek vzorca smo prenesli nazaj v čašo in mu dodali 200 ml 1,25% raztopine KOH. Vsebino v čaši smo ponovno segrevali 30 minut pri temperaturi vrenja raztopine, zmes prefiltrirali in trden preostanek sprali z vodo in acetonom. Gooch lonček s trdnim preostankom po hidrolizi smo nato sušili 10 ur pri temperaturi 103 - 105° C. Po končanem sušenju smo lončke prenesli v eksikator, ohladili in stehtali. Stehtane in posušene lončke z vlaknino smo prenesli v žarilno peč in jih žarili 4 ure pri 530-550° C. Prežarjene vzorce smo ohladili v eksikatorju in jih stehtali.

Vsebnost surove vlaknine (SV) v vzorcu:

$$SV(g/kg) = \frac{(m_a - m_b)}{(m_{vz})} \cdot 1000 \quad \dots (8)$$

m_a = masa lončka s kremenčevim peskom in trdnim preostankom vzorca po sušenju (g)

m_b = masa lončka s kremenčevim peskom in preostankom vzorca po žarjenju (g)

m_{vz} = zatehta vzorca (g)

3.3 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Vse dobljene rezultate po zgoraj opisanih metodah in postopkih smo združili in uredili s programom Excel XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali s programom SAS (SAS/STAT, 1999), pri čemer smo uporabili proceduro GLM (General Linear Models). Uporabili smo dva statistična modela. V prvi statistični model smo vključili vpliv vrste rib, v drug statistični model pa vpliv krme na MK-sestavo tistih analiziranih šarenk, krmljenih z dotično krmo.

Statistični model 1

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

y_{ij} = opazovana vrednost (MK)

μ = povprečna vrednost

R_i = vpliv i-te vrste rib (3 različne vrste rib: šarenka, gojeni brancin in prostoživeči brancin)

e_{ij} = ostanek

Potočne postrvi nismo vključili v statistično obdelavo, zaradi premajhnega števila vzorcev (n=1).

Statistični model 2

$$y_{ij} = \mu + K_i + e_{ij} \quad (\text{model 2})$$

y_{ij} = opazovana vrednost (MK)

μ = povprečna vrednost

K_i = vpliv i-te krme, s katero so bile krmljene analizirane šarenke (2 različni vrsti krme za šarenke)

e_{ij} = ostanek

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

V preglednici 8 so predstavljene mase celih rib (v g), neužitni (odstranjeni) deli (glava, drobovje, rep, kosti), užitni del, to je koža in file, podanih v %.

Preglednica 8: Mase celih rib (v g) ter deleži neužitega in užitnega dela rib (%)

Vrsta ribe	Masa celih rib (g)	Delež drobovine, repa in glave (%)	Delež drobovine, repa, glave in kosti (%)	Delež fileja in kože (užitni del) (%)
Šarenka	548,4	29,38	39,54	54,12
Šarenka	757,3	33,69	50,69	45,35
Šarenka	486,8	29,97	50,25	49,75
Šarenka	527,0	30,42	38,77	61,23
Šarenka	847,1	26,24	38,61	61,39
Šarenka	535,3	30,08	42,93	57,07
Šarenka	508,5	29,64	41,16	58,84
Šarenka	505,4	35,36	49,00	51,40
Šarenka	803,3	35,70	54,48	45,52
Šarenka	583,3	29,32	42,24	57,76
Šarenka	631,6	36,42	49,34	50,66
Šarenka	463,9	31,19	39,88	60,12
Potočna postrv	484,1	33,12	44,45	55,55
Brancin, gojeni	1258,0	35,61	53,21	46,79
Brancin, gojeni	775,6	22,33	43,12	56,86
Brancin, gojeni	999,0	33,79	48,15	51,85
Brancin, prostoživečii	573,1	32,98	34,48	67,02
Brancin, prostoživeči	645,6	34,96	50,28	49,72

V 18 vzorcih rib, od katerih je bilo 12 vzorcev šarenke, izlovljenih iz dvanajstih različnih ribogojnic po Sloveniji, en vzorec prostoživeče potočne postrvi, trije vzorci gojenih brancinov iz Jadranskega morja in dva vzorca prostoživečega brancina prav tako iz Jadranskega morja, smo določali kemijsko sestavo, utežne deleže posameznih MK in njihovih vsot ter vsebnost MK v mg/100 g vzorca tako za posamezne kot tudi za vsote MK. Naši rezultati so predstavljeni na vzorcu užitnega dela ribe, to je meso in koža.

Za lažjo razpravo podajamo na koncu poglavja 4.2 (MK-sestava rib) poleg naših rezultatov za 4 analizirane vrste rib tudi literaturne rezultate (Golob in sod., 2006) kemijske analize in MK-sestave, v mg/100 g vzorca za 10 vrst rib (cipelj, modri tun, sardela, sled, oslič, skuša, krap-gojeni, potočna postrv-gojena, ščuka in losos) (preglednica 12).

4.1 OSNOVNA KEMIJSKA ANALIZA RIB

Osnovna kemijska (weendska) analiza rib je predstavljena v preglednici 9.

Preglednica 9: Kemijska analiza rib (vrednosti g/100 g vzorca)

Weendska analiza (g/100 g vzorca)	Šarenka (n=12)	Gojeni brancin (n=3)	Prostoživeči brancin (n=2)	SEM	P-vrednost	*Potočna postrv (n=1)
Suha snov	26,1 ^d	31,0 ^b	30,1 ^b	1,109	<0,001	25,5
Surove beljakovine	19,0	19,6	19,0 ^b	1,107	0,618	17,8
Celokupne maščobe	5,6 ^d	11,5 ^b	11,3 ^b	1,422	<0,001	4,8
Surovi pepel	1,4 ^d	1,1 ^b	1,0 ^b	0,104	<0,001	1,3

SEM - standardna napaka srednje vrednosti, * - ni vključena v statistično analizo, poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkami (a, b, c), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$)

Gojeni brancin od vseh 4 vrst rib iz preglednice 9 vsebuje največ SS (31,0 g SS/100 g vzorca), SB (19,6 g SB/100 g vzorca) in največ CM (11,5 g CM/100 g vzorca). Glede na vsebnost SB je šarenka (19,0g SB/100 g vzorca) primerljiva s prostoživečim brancinom (19,0 g SB/100 g vzorca). Vsebnost CM v šarenki (5,6 g CM/100 g vzorca) je za polovico manjša kot pri morskih vrstah rib. Največ SP vsebuje šarenka (1,4 g SP/100 g vzorca), katere vsebnost SP je primerljiva s potočno postrvjo (1,3 g SP/100 g vzorca). Najmanjšo vsebnost SS, SB in CM zavzema potočna postrv. Zelo značilna razlika ($P \leq 0,001$) v vsebnosti SS, CM in SP je med šarenko in gojenim ter med šarenko in prostoživečim brancinom. Naši podatki o vsebnosti hranilnih snovi so primerljivi s preglednico 6, ki jo v literaturi navaja FAO (1995). Razloge v nihanju vsebnosti posameznih hranilnih sestavin med vrstami rib gre iskati v spolu, okoljskih vplivih, sezoni ulova (FAO, 1995), lahko se razlikujejo tudi glede na telesni del ribe, ki ga analiziramo.

Rezultati naše kemijske analize za sladkovodne vrste rib sovpadajo z literaturnimi podatki, ki jih navajajo Golob in sod. (2006), za gojeno potočno postrv, iz preglednice 12. Ostali vrsti sladkovodnih rib (gojeni krap, ščuka) se od gojene šarenke in prostoživeče potočne postrvi iz naše analize razlikujeta v vsebnosti SS, SB, CM in SP. Gojeni krap izmed vseh sladkovodnih rib, prikazanih v preglednici 12, vsebuje največ SS (28,7 g SS/100 g vzorca), na drugem mestu je šarenka (26,1 g SS/100 g vzorca), sledi ji prostoživeča potočna postrv iz naše analize (25,5 g SS/100 g vzorca), nato gojena potočna postrv (24,9 g SS/100 g vzorca) in kot slednja je ščuka (24,9 g SS/100 g vzorca). Največ SB vsebujeta šarenka in gojena potočna postrv (19,0 g SB/100 g vzorca), potočna postrv iz naše analize je na tretjem mestu po vsebnosti SB (17,8 g SB/100 g vzorca). Največ CM vsebuje gojeni krap (7,6 g CM/100 g vzorca), na drugem mestu je šarenka (5,6 g CM/100 g vzorca), in kot zadnja po vsebnosti CM je ščuka (0,9 g CM/100 g vzorca). Vsebnost SP zavzema pri sladkovodnih ribah vrednosti med 1,05 in 1,4 g SP/100 g vzorca. Največjo vsebnost SP zavzema šarenka (1,4 g SP/100 g vzorca) in najmanjšo zopet ščuka (1,05 g SP/100 g vzorca). Sladkovodni vrsti rib iz naše analize sta si tako po vsebnosti SS, SB, CM in SP primerljivi med seboj, kot tudi z gojeno potočno postrvjo iz literaturnih podatkov in zavzemata povprečne vrednosti za vsebnost hranilnih snovi v sladkovodnih ribah (preglednica 12).

Vsebnost hranilnih snovi v morskih ribah iz naših podatkov najbolj sovпада z vsebnostjo hranilnih snovi v skuši (preglednica 12). V vsebnosti SS močno izstopa modri tun (38,5 g SS/100 g vorca), medtem ko je vsebnost SS v gojenem brancinu iz naših podatkov 31,0 g SS/100 g vzorca, v prostoživečem brancinu pa 30,0 g SS/100 g vzorca. Najmanjšo vsebnost SS ima oslič (20,9 g SS/100 g vzorca). Vsebnost SB v morskih ribah se med vrstami rib le malo razlikuje. Največjo vsebnost SB ima modri tun (21,5 g SB/100 g vzorca), najmanjšo vsebnost SB zavzema oslič (17,2 g SB/100 g vzorca), dočim gojeni brancin iz naše raziskave vsebuje 19,6 g SB/100 g vzorca in prostoživeči brancin, prav tako iz naše analize 19,0 g SB/100 g vzorca. Vsebnost CM v morskih ribah zavzema vrednosti med 15,5 g CM/100 g vzorca v modrem tunu in 2,8 g CM/100 g vzorca v osliču. Gojeni in prostoživeči brancin iz naših podatkov vsebujeta 11,5 (gojeni brancin) oz. 11,3 (prostoživeči brancin) g CM/100 g vzorca in sta glede na vsebnost CM primerljiva s skušo (11 g CM/100 g vzorca). Vsebnost SP je nekoliko večja od ostalih vrst morskih rib le pri sardeli (2,51 g SP/100 g vzorca), dočim prostoživeči in gojeni brancin iz naših podatkov zavzemata enaki vrednosti, in sicer 1,0 g SP/100 g vzorca, kar velja tudi za vsebnost SP v lososu. Vsebnost SP pri ostalih morskih ribah je nekoliko večja, in sicer med 1,1 (modri tun) in 1,29 (skuša) g SP/100 g vzorca. Iz preglednice 12 je razvidno, da gojeni in prostoživeči brancin iz naših podatkov v primerjavi z ostalimi morskimi ribami zavzemata povprečne vrednosti za vsebnost SS, SB in CM. Medtem ko je vsebnost SP v morskih vrstah rib iz naših podatkov najmanjša v primerjavi z literaturnimi podatki za morske ribe, ki jih navajajo Golob in sod. (2006) (preglednica 12).

Če primerjamo šarenko z morskimi vrstami rib iz naše raziskave in literaturnimi podatki (Golob in sod., 2006) ugotovimo, da je glede na vsebnost SS šarenka (26,1 g SS/100 g vzorca) primerljiva s cipljem (25,9 g SS/100 g vzorca), ki je v primerjavi z ostalimi morskimi vrstami rib na drugem mestu po najmanjši vsebnosti SS. Vsebnost SB v šarenki (19,0 g SB/100 g vzorca) je enaka vsebnosti SB v prostoživečem brancinu iz naših podatkov, medtem ko je vsebnost CM v šarenki (5,6 g/100 g vzorca) zopet primerljiva s cipljem (4,3 g CM/100 g vzorca), ki ima dokaj majhno vsebnost CM v primerjavi z ostalimi morskimi vrstami rib. Vsebnost SP v šarenki (1,4 g SP/100 g vzorca) je na drugem mestu v primerjavi z morskimi vrstami rib. Vsebnost SS, SB in CM v šarenki je dokaj majhna glede na vsebnost teh hranilnih snovi v vseh morskih vrstah rib, podanih v preglednici 12. Vsebnost SP v šarenki pa je, razen pri sardeli, večja glede na vsebnost SP v ostalih morskih vrstah rib.

Po Marshall in sod. (2006), ki delijo ribe glede na vsebnost maščob, lahko štejemo morske ribe iz naših rezultatov analiz v skupino mastnih rib (več kot 8% maščob). Medtem ko sladkovodni vrsti rib iz naših podatkov spadata med srednje mastne ribe (4-8% maščob).

4.2 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA RIB

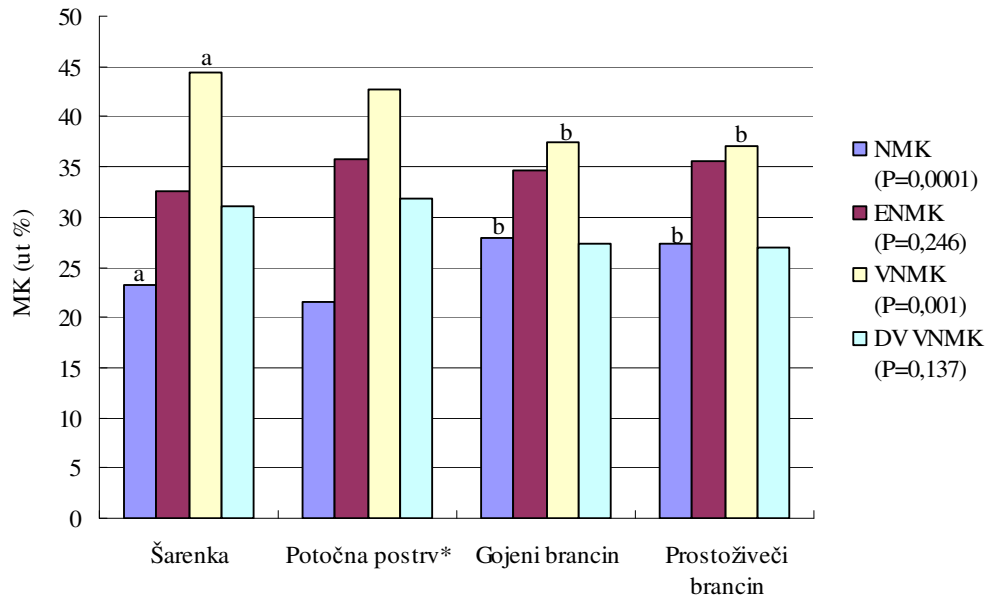
V preglednicah 10 in 11 je predstavljena MK-sestava ribjih maščob v utežnih deležih (preglednica 10) in vsebnost MK v mg/100 g vzorca (preglednica 11). Slike 1, 2, 3 in 4 prikazujejo vsote MK (v ut. % in v mg/100 g vzorca), slika 3 ponazarja razmerje med n-6 in n-3 VNMK ter razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK.

Preglednica 10: Maščobnokislinska sestava štirih vrst rib (ut. % od vseh MK)

MK (ut %)	Šarenka (n=10)	Gojeni brancin (n=3)	Prostoživeči brancin (n=2)	SEM	P-vrednost	*Potočna postrv (n=1)
C 12:0	0,06	0,06	0,07	0,017	0,690	0,05
C 12:1 n-1	0,01	0,02	0,02	0,004	0,056	0,01
C 13:0	0,03 ^a	0,03 ^b	0,03 ^{ab}	0,002	0,008	0,02
C 13:1 n-1	0,03	0,03	0,03 ^a	0,006	0,547	0,03
C 14:0	3,98 ^a	4,91 ^b	4,72 ^{ab}	0,436	0,08	3,56
C 14:1 n-5	0,03 ^a	0,09 ^b	0,09 ^b	0,008	<0,001	0,04
C 15:0 izo	0,15 ^a	0,19 ^b	0,20 ^b	0,020	0,002	0,14
C 15:0 aizo	0,03	0,05	0,05 ^a	0,014	0,064	0,05
C 15:0	0,34 ^a	0,44 ^b	0,44 ^b	0,031	0,0002	0,30
C 16:0 izo	0,09 ^a	0,10 ^b	0,11 ^b	0,009	<0,001	0,07
C 16:0 aizo	0,13	0,08	0,10	0,034	0,129	0,13
C 16:0	14,01 ^a	17,62 ^b	17,19 ^b	0,719	<0,001	12,92
C 16:1 n-7	5,84	6,67	6,74	0,689	0,637	5,53
C 17:0 izo	0,13 ^a	0,19 ^b	0,17 ^b	0,019	0,001	0,12
C 17:0 aizo	0,05 ^a	0,13 ^{ab}	0,17 ^b	0,045	0,007	0,10
C 17:0	0,27	0,26	0,31	0,045	0,410	0,26
C 17:1 n-7	/	0,05	0,05	0,002	0,637	/
C 18:0 izo	0,14 ^a	0,17 ^b	0,18 ^b	0,018	0,007	0,13
C 18:0 aizo	0,45	0,51	0,47	0,170	0,857	0,42
C 18:0	3,05	2,91	2,85	0,231	0,388	3,03
C 18:1	21,51	20,16	20,71	1,968	0,547	24,44
C 18:2 n-6 cc	9,81	7,21	7,29	3,100	0,327	7,58
C 18:3 n-6	0,18 ^a	0,04 ^b	0,08 ^{ab}	0,056	0,014	0,14
C 19:1 n-9	/	0,058	0,06	0,001	0,281	/
C 18:3 n-3	2,04	1,39	1,37	0,523	0,096	2,03
C 18:4 n-3	1,21	1,56	1,47	0,240	0,078	1,07
C20:0	0,13	0,11	0,14	0,031	0,746	0,11
C 20:1 n-12 in n-15	0,37 ^a	0,60 ^b	0,42 ^{ab}	0,098	0,011	0,35
C 20:1 n-9	2,39 ^a	3,67 ^b	3,70 ^b	0,600	0,004	2,85
C 20:2 n-6	0,454	0,38	0,47	0,131	0,654	0,56
C 20:3 n-6	0,29	/	/	0,049	/	0,29
C 21:0	0,02	0,02	0,01	0,005	0,265	0,02
C 20:4 n-6	0,89	0,79	0,86	0,149	0,603	0,97
C 21:1 n-9	/	0,12	0,13	0,016	0,793	/
C 20:3 n-3	0,16	0,00	0,00	0,023	<0,001	0,22
C 20:5 n-3	7,00 ^a	9,63 ^b	9,48 ^{ab}	1,452	0,017	5,46
C 22:0	0,06	0,06	0,05	0,020	0,795	0,04
C 22:1 n-9	2,03 ^a	2,73 ^{ab}	3,22 ^b	0,556	0,023	2,07
C 22:2 n-6	0,04	0,04	0,04	0,012	0,768	0,04
C 23:0	/	0,03	0,03	0,003	0,862	/
C 23:0	/	0,03	0,03	0,003	<0,01	/
C 22:4 n-6	0,12	/	/	0,040	/	0,12
C 22:3 n-3	0,32	0,33	0,26	0,050	0,278	0,36
C 22:5 n-3	2,76 ^a	1,57 ^b	1,18 ^b	0,530	0,001	2,96
C 24:0	0,06	0,06	0,04	0,024	0,659	0,07
C 22:6 n-3	19,04 ^a	14,49 ^b	14,62 ^{ab}	2,74	0,026	20,94
C 24:1 n-9	0,34 ^a	0,44 ^b	0,44 ^b	0,05	0,006	0,43
BCFA	1,15 ^a	1,45 ^b	1,44 ^b	0,20	0,040	1,16

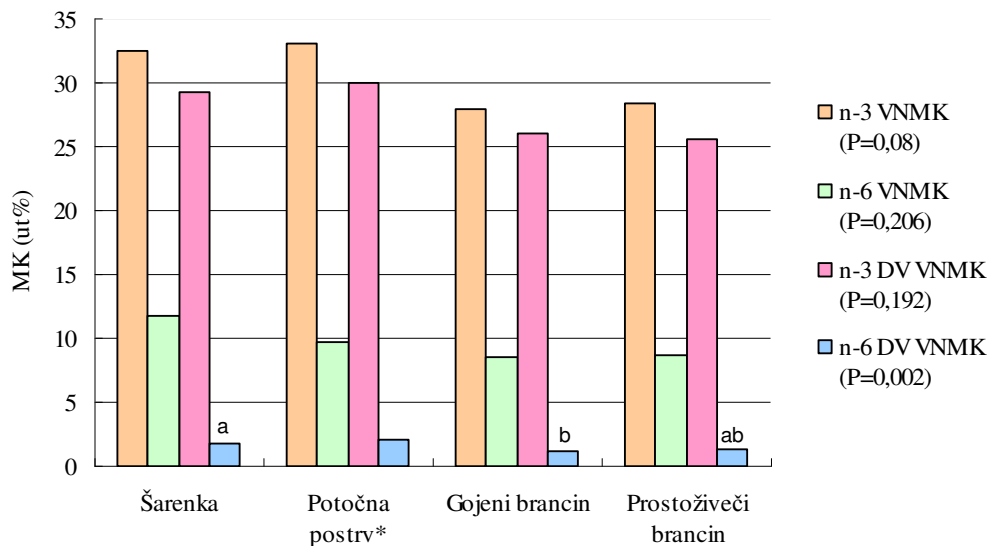
SEM - standardna napaka srednje vrednosti, C18:1- vsota vseh izomer, c - cis, t - trans, BCFA - vsota razvejanih MK, n - število vzorcev, / - pod mejo detekcije pri danih pogojih, * - ni vključena v statistično

analizo, poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkami (a, b, c), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$)



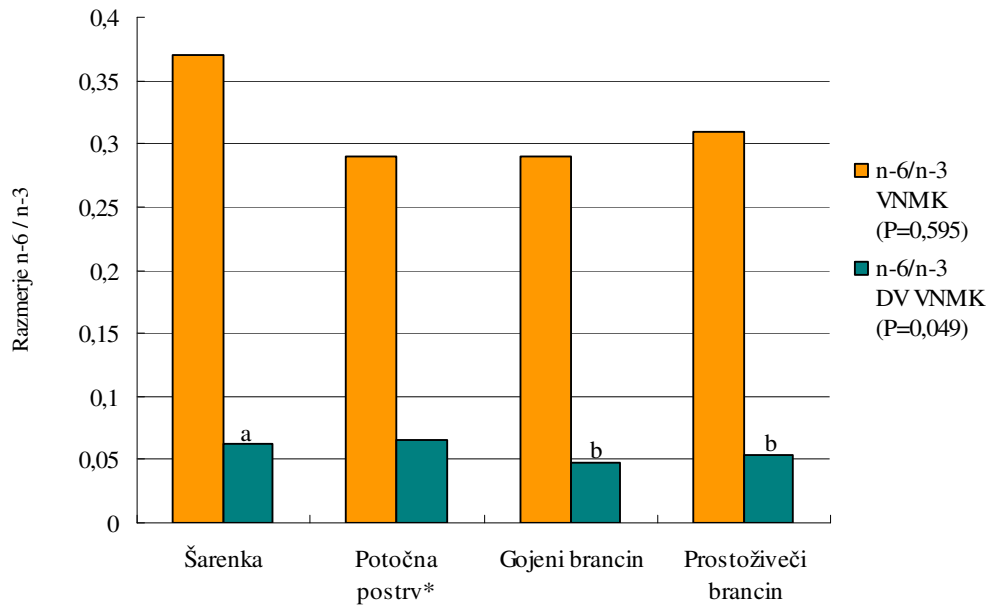
Slika 1: Primerjava utežnih deležev vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK med 4 vrstami rib (poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkami (a, b), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$),

* - ni vključena v statistično analizo



Slika 2: Primerjava utežnih deležev vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK med 4 vrstami rib (poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkami (a, b), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$),

* - ni vključena v statistično analizo



Slika 3: Primerjava razmerij n-6/n-3 VNMK ter n-6/n-3 DV-VNMK med 4 vrstami rib, * - ni vključena v statistično analizo

V preglednici 11 so podane vsebnosti za posamezne MK in vsebnosti za BCFA, v mg/100 g vzorca.

Preglednica 11: Maščobnokislinska sestava štirih vrst rib (vsebnosti MK so podane v mg/100 g vzorca)

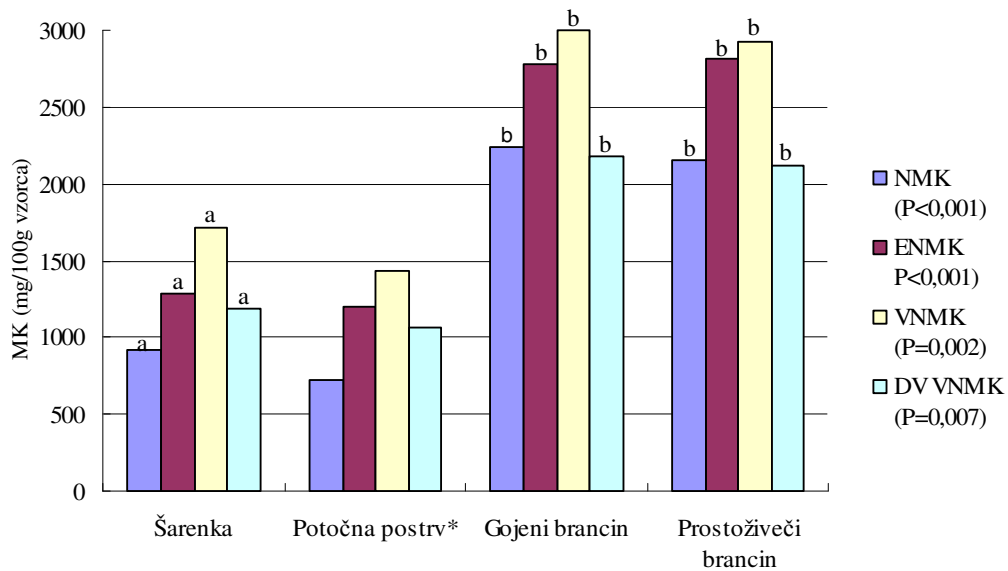
MK (mg/100 g vzorca)	Šarenka (n=12)	Gojeni brancin (n=3)	Prostoživeči brancin (n=2)	SEM	P-vrednost	*Potočna postrv (n=1)
C 12:0	2,49 ^a	4,47 ^b	5,47 ^b	0,964	0,001	1,68
C 12:1 n-1	0,41 ^a	1,23 ^b	1,42 ^b	0,191	<0,001	0,19
C 13:0	0,98 ^a	2,40 ^b	2,30 ^b	0,304	<0,001	0,71
C 13:1 n-1	1,14 ^a	2,19 ^b	2,56 ^b	0,504	0,002	0,89
C 14:0	159,40 ^a	393,40 ^b	372,10 ^b	49,166	<0,001	119,00
C 14:1 n-5	1,18 ^a	6,79 ^b	6,88 ^b	0,708	<0,001	1,36
C 15:0 izo	6,05 ^a	15,87 ^b	15,61 ^b	2,112	<0,001	4,78
C 15:0 aizo	1,24 ^a	4,19 ^b	4,18 ^b	0,504	<0,001	1,59
C 15:0	13,67 ^a	35,04 ^b	34,45 ^b	4,187	<0,001	10,05
C 15:1 n-5	/	1,21	1,24	0,027	<0,001	/
C 16:0 izo	2,73 ^a	8,35 ^b	8,51 ^b	0,938	<0,001	2,25
C 16:0 aizo	4,65 ^a	6,51 ^b	7,77 ^{ab}	1,016	0,002	4,25
C 16:0	552,20 ^a	1413,20 ^b	1355,50 ^b	150,568	<0,001	432,20
C 16:1 n-7	230,20 ^a	534,30 ^b	531,60 ^b	65,747	<0,001	185,10
C 17:0 izo	5,19 ^a	15,92 ^b	13,67 ^b	1,906	<0,001	4,07
C 17:0 aizo	1,85 ^a	10,31 ^b	13,12 ^b	2,104	<0,001	3,47
C 17:0	10,70 ^a	20,52 ^b	24,41 ^b	4,453	0,001	7,86
C 17:1 n-7	/	4,212	4,228	0,198	0,934	/
C 18:0 izo	5,60 ^a	13,88 ^b	14,00 ^b	1,886	<0,001	4,50
C 18:0 aizo	18,10 ^a	41,04 ^b	36,73 ^b	7,984	0,001	13,98
C 18:0	119,80 ^a	233,05 ^b	224,10 ^b	34,989	0,001	101,35
C 18:1 n-12, n-9 c+t	851,90 ^a	1617,90 ^b	1634,60 ^b	266,803	0,001	817,70

se nadaljuje

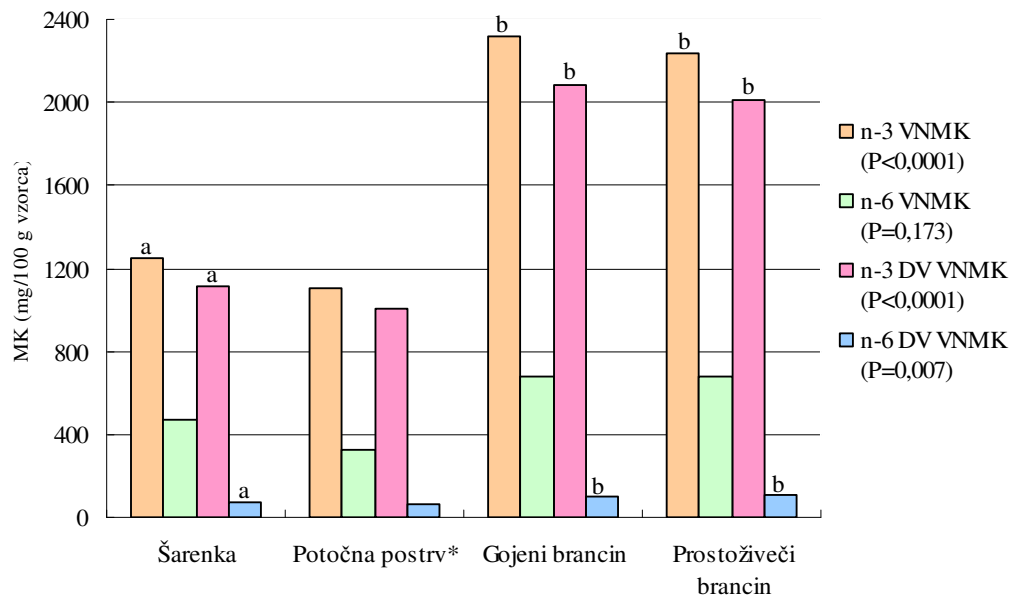
nadaljevanje

MK (mg/100 g vzorca)	Šarenka (n=12)	Gojeni brancin (n=3)	Prostoživeči brancin (n=2)	SEM	P-vrednost	*Potočna postrv (n=1)
C 18:2 n-6 cc	393,08	576,62	572,40	181,777	0,207	253,59
C 18:3 n-6	7,05	3,15	6,46	2,708	0,211	4,72
C 19:1 n-9	/	4,69	4,80	0,362	0,749	/
C 18:3 n-3	83,30	111,20	108,10	34,155	0,367	68,00
C 18:4 n-3	48,10 ^a	124,50 ^b	115,70 ^b	15,103	<0,001	35,8
C 20:0	5,08 ^a	9,05 ^{ab}	10,52 ^b	2,349	0,008	3,52
C 20:1 n-12 + 15	14,50 ^a	47,9 ^b	33,40 ^b	6,364	<0,001	11,90
C 20:1 n-9	93,90 ^a	295,10 ^b	292,20 ^b	1,328	0,886	95,40
C 20:2 n-6	18,20 ^a	30,40 ^{ab}	36,90 ^b	8,565	0,016	18,80
C 20:3 n-6	11,23	8,08	/	3,449	0,399	9,75
C 21:0	0,86 ^a	1,79 ^b	0,98 ^{ab}	0,436	0,018	0,74
C 20:4 n-6	33,61 ^a	63,35 ^b	67,97 ^b	6,466	<0,001	32,55
C 21:1 n-9	/	9,87	10,06	1,328	0,886	/
C 20:3 n-3	6,40	/	/	2,404	/	7,33
C 20:5 n-3	272,70 ^a	772,00 ^b	747,40 ^b	80,469	<0,001	182,80
C 22:0	2,51	4,43	1,96	1,338	0,087	1,31
C 22:1 n-9	81,10 ^a	219,50 ^b	254,10 ^b	38,336	<0,001	69,20
C 22:2 n-6	1,70	2,88	3,04	0,752	0,022	1,25
C 23:0	/	2,63	2,66	0,497	0,958	/
C 22:4 n-6	4,55	/	/	1,383	/	4,12
C 22:3 n-3	12,20 ^a	26,16 ^b	20,38 ^b	3,691	<0,001	11,87
C 22:5 n-3	104,70	126,30	93,60	26,995	0,374	99,10
C 24:0	2,01 ^a	4,53 ^b	3,02 ^{ab}	1,372	0,038	2,19
C 22:6 n-3	722,10 ^a	1161,00 ^b	1153,50 ^b	133,819	0,001	700,60
C 24:1 n-9	13,60 ^a	34,90 ^b	34,60 ^b	4,677	<0,001	14,50 ^a
BCFA	45,50 ^a	116,10 ^b	113,60 ^b	14,320	<0,001	38,90

SEM - standardna napaka srednje vrednosti, c - cis, t - trans, C18:1- vsota vseh izomer, BCFA - vsota razvejanih MK, n - število vzorcev, p - statistična verjetnost / - pod mejo detekcije pri danih pogojih, * - ni vključena v statistično analizo, poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkami (a, b, c), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$)



Slika 4: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK v mg/100 g vzorca med 4 vrstami rib (poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkama (a,b), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$), * - ni vključena v statistično analizo



Slika 5: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK v mg/100 g vzorca med 4 vrstami rib (poskusne skupine, ki so označene z različnimi črkama (a, b), se statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,05$), * - ni vključena v statistično analizo

Večina virov navaja maščobnokislinsko sestavo rib v utežnih deležih posameznih MK v maščobi. Vendar je kljub temu smiselno vsebnosti posameznih MK izraziti tudi kot maso MK sicer v mg/100 g vzorca rib, saj tako predstavljene podatke največkrat zasledimo v prehranskih tabelah (Golob in sod., 2006).

V razpravi smo izpostavili vsebnosti MK v mg/100 g vzorca za tiste MK, ki jih literaturni viri omenjajo kot esencialne MK in za katere podajajo priporočila o vnosu. Prevelike količine NMK so zdravju škodljive (Salobir, 2001), zato podajamo le kratek opis k rezultatom.

Največji delež vsote NMK pripada gojenemu brancinu (27,91%), sledi mu prostoživeči brancin (27,28%), šarenka (23,15%) in na koncu potočna postrv (21,50%) (slika 1). Enako zaporedje v vsebnosti utežnih deležev v NMK med gojenim in prostoživečim brancinom podajajo v raziskavi Periago in sod. (2005) ter Testi in sod. (2006). Razlika v utežnem deležu NMK je visoko statistično značilna ($P \leq 0,001$) med šarenko in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom ($P \leq 0,0001$). Največji utežni delež izmed vseh NMK pri vseh štirih vrstah rib ima palmitinska kislina (C16:0), kar navajajo tudi literaturni viri (Testi in sod., 2006; Periago in sod., 2005; Alasalvar in sod., 2002). Največji utežni delež palmitinske kisline smo določili v vzorcu gojenega brancina (17,62%), prostoživečega brancina (17,19%), šarenke (14,01%) in v vzorcu potočne postrvi (12,92%). Gojeni brancin ter šarenka in prostoživeči brancin ter šarenka se med seboj statistično značilno razlikujejo ($P \leq 0,001$) v vsebnosti palmitinske kisline.

Med tremi vrstami rib ni bilo statistično značilnih razlik za vsoto ENMK. Največji utežni delež vsote ENMK pripada potočni postrvi (35,75%), nato prostoživečemu brancinu (35,62%), gojenemu brancinu (34,64%) in nazadnje šarenki (32,56%) (slika 1). Testi in sod. (2006) podajajo podobne rezultate za vsebnost ENMK v gojenem brancinu in šarenki. Upoštevanje naših in literaturnih podatkov (Testi in sod., 2006; Hunter in sod., 2000) kaže na oleinsko kislino (C18:1 n-9) kot kislino z največjim utežnim deležem izmed vseh posameznih ENMK (preglednica 9). Največji delež oleinske kisline (C18:1 n-9) pripada potočni postrvi (24,44%). Na drugem mestu po zastopanosti deleža oleinske kisline je šarenka (21,51%), na tretjem mestu je prostoživeči brancin (20,71%) in z najmanjšim utežnim deležem gojeni brancin (20,16%) (preglednica 9). Druga po zastopanosti izmed posameznih ENMK je palmitooleinska kislina (C16:1 n-7), katere utežni delež je trikrat manjši od oleinske kisline. Delež palmitooleinske kisline v maščobi prostoživečega brancina znaša 6,74%, v gojenem brancinu 6,67%, v šarenki 5,84% in najmanjši delež palmitooleinske kisline vsebuje potočna postrv (5,53%).

Šarenka vsebuje največji utežni delež VNMK, in sicer 44,30%, sledi ji potočna postrv (42,75%), gojeni brancin (37,44%) in na zadnjem mestu po vsebnosti VNMK je prostoživeči brancin (37,09%) (slika 1). Razlike v deležu VNMK med šarenko, to je

sladkovodno vrsto in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom, so statistično značilne ($P < 0,001$). Podobne rezultate za delež VNMK v maščobi gojenega brancina in šarenki podajajo tudi Testi in sod. (2006). V raziskavi, ki so jo opravili Periago in sod. (2005), VNMK imajo v morskih ribah večji utežni delež v prostoživečem brancinu (36,8%) kot v gojenem brancinu (30,9%). Podobne rezultate kot Periago in sod. (2005) navajajo v svoji raziskavi tudi Alasalvar in sod. (2002). Razliko v utežnih deležih VNMK med morskima vrstama rib iz naše analize in literaturnimi podatki si lahko razlagamo glede na vrsto krme, sezono ulova, reprodukcijsko stanje rib in glede na telesni del ribe, ki ga analiziramo. Pri vseh štirih vrstah rib med VNMK (preglednica 10) prevladuje DHK (C22:6 n-3). Največji utežni delež DHK pripada potočni postrvi (20,94%), sledi ji šarenka (19,04%), nato še prostoživeči brancin (14,62%) in z najmanjšim deležem gojeni brancin (14,49%) (preglednica 10). Utežni delež DHK je večji v sladkovodnih vrstah rib kot v morskih, kar navaja tudi literatura (Testi in sod., 2006; Hunter in sod., 2000) in večji v prostoživečem kot v gojenem brancinu (Alasalvar in sod., 2002). Medtem ko je pri sladkovodnih vrstah rib LK (C18:2 n-6) na drugem mestu po deležu med posameznimi VNMK, pri morskih vrstah rib drugo mesto izmed posameznih VNMK zavzema EPK (C20:5 n-3). LK (C18:2 n-6) ima največji delež v šarenki (9,81%), sledi ji potočna postrv (7,58%), nato prostoživeči brancin (7,29%) in z najmanjšim deležem gojeni brancin (7,21%). Največji utežni delež EPK zavzema gojeni brancin (9,63%), z malo razlike mu sledi prostoživeči brancin (9,48%), v šarenki znaša njen delež 7,0% in najmanjši utežni delež ima EPK v potočni postrvi (5,46%). Hunter in sod. (2000) prav tako navajajo večji utežni delež LK v sladkovodnih kot v morskih ribah, le da sta utežna deleža pri obeh vrstah za polovico manjša kot v naših podatkih. Obenem pa Hunter in sod. (2000) navajajo večji delež EPK v prostoživeči postrvi kot prostoživečem brancinu. Enako zaporedje LK in EPK v šarenki podajajo v svojih rezultatih tudi Haliloglu in sod. (2002). Testi in sod. (2006) v svojih rezultatih podajajo večje utežne deleže EPK v gojenem brancinu kot v šarenki, le da so utežni deleži pri obeh vrstah rib manjši od utežnih deležev EPK iz naših rezultatov. Razlika v utežnem deležu DHK in EPK je statistično značilna ($P \leq 0,01$) med šarenko in gojenim brancinom (preglednica 10).

Razlika v utežnih deležih n-3 VNMK in n-6 VNMK med sladkovodno vrsto in morskima vrstama rib ni statistično značilna ($P > 0,05$). Obe skupini MK imata večji utežni delež v sladkovodnih kot v morskih vrstah rib (slika 2). Naši podatki za utežni delež vsote n-3 VNMK pri šarenki in gojenem brancinu sovpadajo z rezultati raziskave, ki so jo opravili Testi in sod. (2006). Medtem ko isti avtorji za n-6 VNMK za šarenko in gojenega brancina podajajo nekoliko večje utežne deleže. Haliloglu in sod. (2002) podajajo podobne vrednosti utežnih deležev n-6 VNMK za šarenko, medtem ko je utežni deleže za vsoto n-3 VNMK za 10% manjši kot v naših rezultatih.

Od posameznih MK iz n-6 VNMK velja omeniti arahidonsko kislino (C20:4 n-6), katere največji delež vsebuje potočna postrv (0,97%), sledijo ji šarenka (0,89%), prostoživeči

brancin (0,86%) in gojeni brancin (0,79%). Kljub temu, da smo določili nizke utežne deleže n-6 v primerjavi z rastlinskimi viri, so omenjene MK pomembne za normalno delovanje organizma (Mahaffey, 2004).

Utežni delež vsote DV-VNMK je največji v potočni postrvi (31,92%), nato v šarenki (31,06%) in nazadnje v morskih vrstah rib, v gojenem brancinu (27,26%) in v prostoživečem brancinu (26,91%) (slika 2). Največ DV-VNMK iz n-3 DV-VNMK vsebujejo maščobe potočne postrvi (29,94%), z malo razlike maščobe šarenke (29,27%), nato še maščobe gojenega brancina (26,02%) in na koncu, z najmanjšim deležem n-3 DV-VNMK maščobe prostoživečega brancina (25,54%). Razlika v utežnem deležu vsote n-6 DV-VNMK med šarenko in gojenim brancinom je statistično značilna ($P < 0,01$). Največji utežni delež za vsoto n-6 DV-VNMK zopet pripada potočni postrvi (1,99%), sledi ji šarenka (1,79%), nato še morski vrsti rib, in sicer prostoživeči brancin (1,37%) in gojeni brancin (1,24%).

Ob primerjavi vsebnosti utežnih deležev MK sladkovodnih in morskih rib iz preglednice 10 ter slik 1 in 2 je razvidno, da morski vrsti rib prednjačita v vsebnosti NMK in BCFA pred sladkovodnima vrstama rib ter da med šarenko in gojenim brancinom ter šarenko in prostoživečim brancinom obstaja statistično značilna razlika za obe vsoti MK ($P \leq 0,05$). Pri vseh ostalih MK (ENMK, VNMK, DV-VNMK, n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK) večje utežne deleže zavzemata sladkovodni vrsti rib. Izmed slednjih večji utežni delež za vsoti VNMK in n-6 VNMK pripada šarenki, medtem ko večji utežni delež vsot ENMK, n-3 VNMK, DV-VNMK, n-3 DV-VNMK in n-6 DV-VNMK pripada potočni postrvi.

Na sliki 4 prikazujemo vsebnosti za NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK v vseh štirih vrstah rib, podane v mg/100 g vzorca. Izračunane vsebnosti so v povprečju dvakrat večje v morskih kot sladkovodnih vrstah rib. Razlika ($P \leq 0,05$) v vsebnosti vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK med šarenko in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom je statistično značilna ($P \leq 0,05$).

Na sliki 5 so podane vsote v mg/100 g vzorca, za posamezne skupine znotraj VNMK. Izmed vseh 4 skupin vsot MK, največjo vsebnost zavzema n-3 VNMK, in sicer v gojenem brancinu (2321,20 mg/100 g vzorca). Sledi mu prostoživeči brancin (2238,65 mg/100 g vzorca), šarenka (1372,40 mg/100 g vzorca) in kot slednja potočna postrv (1162,20 mg/100 g vzorca). Statistično značilna razlika ($P \leq 0,05$) za vsebnost n-3 VNMK, n-3 DV-VNMK in n-6 DV-VNMK je med sladkovodno vrsto (šarenko) in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom.

V preglednici 12 so prikazani literaturni podatki za vsote NMK, ENMK, VNMK, n-3 VNMK, n-6 VNMK, podane v mg/100 g vzorca ter razmerje med n-6 in n-3 VNMK. Šarenka je glede na vsebnost NMK in ENMK izmed vseh sladkovodnih vrst rib na drugem

mestu, in sicer vsebuje 915,17 mg NMK/100 g vzorca ter 1288,41 mg ENMK/100 g vzorca. Večjo vsebnost NMK in ENMK od šarenke ima le gojeni krap (1039 mg NMK/100 g vzorca in 2282 mg ENMK/100 g vzorca), medtem ko je potočna postrv na tretjem mestu, tako po zastopanosti NMK (719,49 mg NMK/100 g vzorca) kot tudi ENMK (1196,27 mg ENMK/100 g vzorca).

Glede na vsebnost VNMK in n-3 VNMK sladkovodni vrsti rib iz naše analize prednjačita pred ostalimi sladkovodnimi vrstami (Golob in sod., 2006), in sicer šarenka vsebuje 1718,79 mg VNMK/100 g vzorca, potočna postrv pa 1430,25 mg VNMK/100 g vzorca. Sledita jima gojena potočna postrv (1240 mg VNMK/100 g vzorca) in gojeni krap (1040 mg VNMK/100 g vzorca), najmanjšo vsebnost VNMK pa vsebuje ščuka (391 mg VNMK/100 g vzorca). Največjo vsebnost n-3 VNMK ima šarenka (1249,42 mg n-3 VNMK/100 g vzorca), potočna postrv iz naše analize pa 1106,0 mg n-3 VNMK/100 g vzorca. Ostale 3 vrste sladkovodnih rib imajo precej manjše vsebnosti n-3 VNMK. In sicer si sledijo v naslednjem vrstnem redu: gojena potočna postrv (840 mg n-3 VNMK/100 g vzorca), gojeni krap vsebuje 499 mg n-3 VNMK/100 g vzorca in ščuka le 313 mg n-3 VNMK/100 g vzorca. Glede na vsebnost n-6 VNMK šarenka zavzema drugo mesto (469,36 mg n-6 VNMK), za gojenim krapom (541 mg n-6 VNMK/100 g vzorca), na predzadnjem mestu med sladkovodnimi ribami je potočna postrv iz naše analize, s 324,76 mg n-6 VNMK/100 g vzorca.

Tako kot pri sladkovodnih vrstah rib iz preglednice 12, je tudi razpon vsebnosti posameznih vsot MK v morskih ribah precejšen. Gojeni in prostoživeči brancin iz naših podatkov sta tako primerljiva med seboj in zavzemata povprečne vrednosti izmed vseh morskih vrst za vsoti NMK in ENMK. Od morskih rib največ NMK vsebuje modri tun (4149 mg NMK/100 g vzorca), gojeni brancin vsebuje 2240,59 mg NMK/100 g vzorca in prostoživeči brancin 2150,49 mg NMK/100 g vzorca, najmanjšo vsebnost NMK zavzema oslič (590 mg NMK/100 g vzorca). Največ ENMK vsebuje losos (6098 mg ENMK/100 g vzorca), medtem ko prostoživeči brancin iz naše analize vsebuje 2811,71 mg ENMK/100 g vzorca, gojeni brancin pa 2779,86 mg ENMK/100 g vzorca. Glede na vsebnost VNMK in n-3 VNMK sta morski ribi iz naše analize v samem vrhu. Največji vsoti VNMK in n-3 VNMK zavzema losos (3969 mg VNMK/100 g vzorca in 3349 mg n-3 VNMK/100 g vzorca). Medtem ko morski ribi iz naše analize vsebujeta tretjino omenjenih vsot manj kot losos. Gojeni brancin vsebuje 2999,22 mg VNMK/100 g vzorca in 2321,20 mg n-3 VNMK/100 g vzorca. Prostoživeči brancin pa vsebuje 2923,30 mg VNMK/100 g vzorca in 2238,65 mg n-3 VNMK/100 g vzorca. Vsoti VNMK in n-3 VNMK imata v morskih ribah velik razpon. Najmanjši vsebnosti za obe vsoti vsebuje cipelj, in sicer 80 mg VNMK/100 g vzorca ter 537 mg n-3 VNMK/100 g vzorca.

Največjo vsebnost n-6 VNMK izmed vseh morskih rib, predstavljenih v preglednici 12, zavzema prostoživeči brancin (683,63 mg n-6 VNMK/100 g vzorca), z malo razlike mu

sledi gojeni brancin (678,01 mg n-6 VNMK/100 g vzorca). Najmanjšo vsebnost n-6 VNMK izmed vseh morskih rib ima oslič (85 mg n-6 VNMK/100 g vzorca).

Ob primerjavi šarenke z vsemi ostalimi vrstami rib v preglednici 12 ugotovimo, da je vsebnost NMK v šarenki (915,17 mg NMK/100 g vzorca) več kot polovico manjša od povprečja NMK v morskih ribah in je primerljiva z vsebnostjo NMK v sardeli (816 mg NMK/100 g vzorca). Vsebnost ENMK v šarenki (1288,41 mg ENMK/100 g vzorca) je primerljiva s potočno postrvjo iz naših podatkov (1196,27 mg ENMK/100 g vzorca). Sicer pa je vsebnost ENMK v šarenki pod povprečjem za ENMK tako v morskih kot tudi v vseh vrstah rib iz preglednice 12. Vsebnosti vsot VNMK in n-3 VNMK v šarenki zavzemata povprečni vrednosti za vse vrste rib iz preglednici 12. Izmed vseh rib je šarenka glede na vsebnost VNMK in n-3 VNMK (1718,79 mg VNMK/100 g vzorca in 1249,42 mg n-3 VNMK/100 g vzorca) primerljiva z vsebnostjo omenjenih skupin MK v potočni postrvi iz naše analize (1430,25 mg VNMK/100 g vzorca in 1106,0 mg n-3 VNMK/100 g vzorca). Vsebnost n-6 VNMK v šarenki (469,36 mg n-6 VNMK/100 g vzorca) je nad povprečjem med vsemi ribami in je primerljiva z vsebnostjo n-6 VNMK v sledu (460 mg n-6 VNMK/100 g vzorca).

Razmerje med n-6 in n-3 VNMK (slika 3) je večje v sladkovodnih kot v morskih vrstah rib in znaša v povprečju za vse štiri vrste rib iz naših podatkov 0,32. Največje razmerje ima šarenka (0,37), na drugem mestu je prostoživeči brancin (0,31) in kot slednja sta potočna postrv in gojeni brancin z enakim razmerjem (0,29). Večje razmerje pri prostoživečem kot pri gojenem brancinu navajajo v rezultatih svoje raziskave Periago in sod. (2005). Razmerje med n-6 in n-3 VNMK, ki ga Haliloglu in sod. (2002) podajajo v svojih rezultatih za šarenko znaša 0,65.

Razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK se statistično značilno ($P \leq 0,05$) razlikuje med sladkovodno in morskima vrstama rib. Izmed vseh štirih vrst rib je razmerje največje v potočni postrvi (0,066), nato z malo razlike v šarenki (0,062), sledi ji prostoživeči brancin (0,054) in z najmanjšim razmerjem gojeni brancin (0,048).

V primerjavi z literaturnimi podatki (Golob in sod., 2006) za sladkovodne ribe iz preglednice 12, je največje razmerje med n-6 in n-3 VNMK v gojenem krapu (1,1), medtem ko je razmerje v šarenki (0,37) primerljivo z razmerjem v gojeni potočni postrvi (0,4). Razmerje med n-6 in n-3 VNMK v potočni postrvi (0,29) pa je primerljivo z razmerjem v ščuki (0,2). Razmerje n-6 proti n-3 VNMK pri morskih ribah zavzema vrednosti od 0,5 v ciplju do 0,1 v sardeli in osliču. Gojeni brancin (0,29) in prostoživeči brancin (0,31) iz naših podatkov zavzemata povprečni vrednosti razmerij n-6 in n-3 VNMK in sta najbolj primerljivi z razmerjem v modrem tunu (0,3).

Preglednica 11 nam ponazarja posamezne MK, podane kot masa v mg/100 g vzorca. Ker so za zdravje ljudi pomembne le nekatere izmed MK, bomo v nadaljevanju interpretirali

rezultate le za EPK, DHK, ALK in LK. Slednje avtorji navajajo kot nujno potrebne v prehrani ljudi (Mozaffarian in Rimm, 2006; Bourre, 2005; Kris-Etherton in sod., 2002). Največ DHK (C22:6 n-3) vsebuje gojeni brancin (1161,05 mg DHK/100 g vzorca). Sledi mu prostoživeči brancin (1153,50 mg DHK/100 g vzorca), nato šarenka (722,10 mg DHK/100 g vzorca) in kot slednja potočna postrv (700,60 mg DHK/100 g vzorca). Razlika v vsebnosti DHK in EPK je statistično značilna ($P \leq 0,001$) med šarenko in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom. Gojeni brancin vsebuje poleg DHK tudi največ EPK od vseh 4 vrst rib, in sicer 772,02 mg EPK/100 g vzorca, prostoživeči brancin 747,356 mg EPK/100 g vzorca, v šarenki je vsebnost EPK manjša za več kot polovico, in sicer znaša 272,72 mg EPK/100 g vzorca in najmanjša vsebnost EPK je v potočni postrvi (182,21 mg EPK/100 g vzorca). Da je vsebnost EPK in DHK večja v gojenih kot v prostoživečih vrstah rib, navajata v literaturi tudi Saito in Nakatsugawa (1994).

Vsebnost LK (C18:2 n-6) in ALK (C18:3 n-3) zavzemata pri vseh 4 vrstah rib enako zaporedje kot EPK in DHK, le z manjšimi masami. LK ima torej največjo maso v gojenem brancinu (576,62 mg LK/100 g vzorca), sledi mu prostoživeči brancin (573 mg LK/100 g vzorca), nato šarenka (393,08 mg LK/100 g vzorca) in kot zadnja potočna postrv (253,59 mg LK/100 g vzorca). Vsebnost ALK je v gojenem brancinu 111,17 mg ALK/100 g vzorca, sledi mu prostoživeči brancin (108,12 mg ALK/100 g vzorca), nato še sladkovodni ribi, šarenka (883,3 mg ALK/100 g vzorca) ter slednja potočna postrv (68 mg ALK/100 g vzorca). Enake rezultate navajajo tudi avtorji raziskav (Steffens, 1997; Hanson in sod., 1985). Naši rezultati za vsebnost esencialnih MK v vzorcih šarenk so primerljivi s podatki za omenjene esencialne MK (Fatty acids, 1998).

Po priporočilih Kris-Etherton in sod. (2002) naj bi ljudje dnevno zaužili 0,5-1,8 g EPK in DHK. WHO (2003) priporočajo uživanje rib 1 do 2-krat na teden, pri čemer naj bi v enem ribjem obroku zaužili 200-500 mg EPK in DHK skupaj. Analizirane ribe v povprečju vsebujejo 934,32 mg DHK/100 g vzorca in 493,73 mg EPK/100g vzorca. Ob upoštevanju priporočil o uživanju rib 1 do 2-krat na teden (280 g skupaj), zadostimo potrebam po vnosu DHK in EPK v naš organizem.

Preglednica 12: Primerjava kemijske in maščobnokislinske sestave (mg/100 g vzorca) 10 vrst rib iz literature z našimi rezultati

Vrste rib	Literaturni podatki (Golob in sod., 2006)										Jagrič			
	Cipelj	Modri tun	Sardela	Sled	Oslič	Skuša	Losos	Potočna postrv, gojena	Ščuka	Krap, gojeni	Šarenka, gojena	Potočna postrv, prostož.	Brancin, gojeni	Brancin, prostož.
Kemijska analiza														
g SS/100g vzorca	25,9	38,5	27,6	28,8	20,9	32,0	34,5	24,9	20,4	28,7	26,1	25,5	31,0	30,0
g SB/100g vzorca	20,4	21,5	19,7	18,1	17,2	18,7	19,9	19,0	18,4	16,9	19,0	17,8	19,6	19,0
g CM/100g vzorca	4,3	15,5	4,1	9,2	2,8	11,9	13,6	5,0	0,9	7,6	5,6	4,8	11,5	11,3
g SP/100g vzorca	1,2	1,1	2,51	1,27	1,21	1,29	1,0	1,33	1,05	1,1	1,4	1,3	1,0	1,0
NMK	1487	4149	816	2470	590	3310	2868	682	83	1039	915,17	719,49	2240,59	2150,49
ENMK	1446	4193	442	2340	640	4704	6098	901	173	2282	1288,41	1196,27	2779,86	2811,71
VNMK	807	2080	1151	2610	828	2495	3969	1240	391	1040	1718,79	1430,25	2999,22	2923,30
n-3 VNMK	537	1602	1043	2150	743	2155	3349	840	313	499	1249,42	1106,00	2321,20	2238,65
n-6 VNMK	270	478	90,1	460	85,0	340	620	374	78	541	469,36	324,76	678,01	683,63
n-6/n-3 VNMK	0,5	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,4	0,2	1,1	0,37	0,29	0,29	0,31

SS - suha snov, SB - surove beljakovine, CM - celokupne surove maščobe, SP - surovi pepel, NMK - nasičene maščobne kisline, ENMK - enkrat nenasičene maščobne kisline, VNMK - večkrat nenasičene maščobne kisline, prostož. - prostoživeča

4.3 OSNOVNA KEMIJSKA ANALIZA KRME

Sedem vzorcev krme, s katero so bile krmljene analizirane šarenke, smo razdelili v tri skupine (A, B, C) glede na proizvajalca. V preglednici 13 podajamo rezultate za osnovno kemijsko (weendsko) analizo za vse 3 skupine krme.

Preglednica 13: Kemijska analiza krme (vrednosti g/100 g vzorca)

Weendska analiza (g/100 g vzorca)	A (n=3)	B (n=3)	C (n=1)
Suha snov	93,97	92,70	92,95
Surove beljakovine	43,35	46,81	39,54
Celokupne maščobe	26,43	19,25	24,72
Surovi pepel	8,24	7,20	9,40
Surova vlaknina	3,83	2,92	3,42

n - število vzorcev, A, B, C – skupine krme, razdeljene glede na proizvajalca, uporabljene za krmljenje analiziranih šarenk

Povprečne vrednosti znašajo 93,2 g SS/100 g vzorca, 43,23 g SB/100 g vzorca, 23,47 g CM/100 g vzorca, 8,28 g SP/100 g vzorca in 3,39 g SV/100 g vzorca.

Krma A izmed vseh treh krm vsebuje največ SS (94,0 g SS/100 g vzorca), CM (26,4 g CM/100 g vzorca) in SV (3,8 g SV/100 g vzorca). Največ SB (46,8 g SB/100 g vzorca) vsebuje krma B in največ SP (9,4 g SP/100 g vzorca) krma C. Najmanjša vsebnost SS je v krmi B (92,7 g SS/100 g vzorca). Najmanj SB vsebuje krma C (39,5 g SB/100 g vzorca), najmanj CM vsebuje krma B (19,25g/100 g vzorca), najmanj SP vsebuje krma B (7,2 g SP/100 g vzorca) in najmanjšo vsebnost SV (2,9 g SV/100 g vzorca) ima krma B.

Aganović (1979) v svoji knjigi podaja rezultate kemijske analize za vsebnost SS, SB in SP za 5 krm, različnih proizvajalcev. Vrednosti naših podatkov za krme se z Aganovičevimi (1979) ujemajo v vsebnosti SB in SS, za vsebnost SP pa Aganović (1979) podaja večje vrednosti (v povprečju med 13 in 16%). Ruyter in sod. (2006) v rezultatih kemijske analize za tri krme (sestavljene iz ribjega olja, sojinega olja in mešanice ribjega ter sojinega olja) podajajo večje vsebnosti za hranilne snovi kot prikazujejo naši rezultati. Skalli in Robin (2004) ter Bandarra in sod. (2006) navajajo v svojih raziskavah večje vsebnosti SS, SB in SS, saj so bile s to krmo krmljene mladice, ki so tehtale v povprečju 13-14 g.

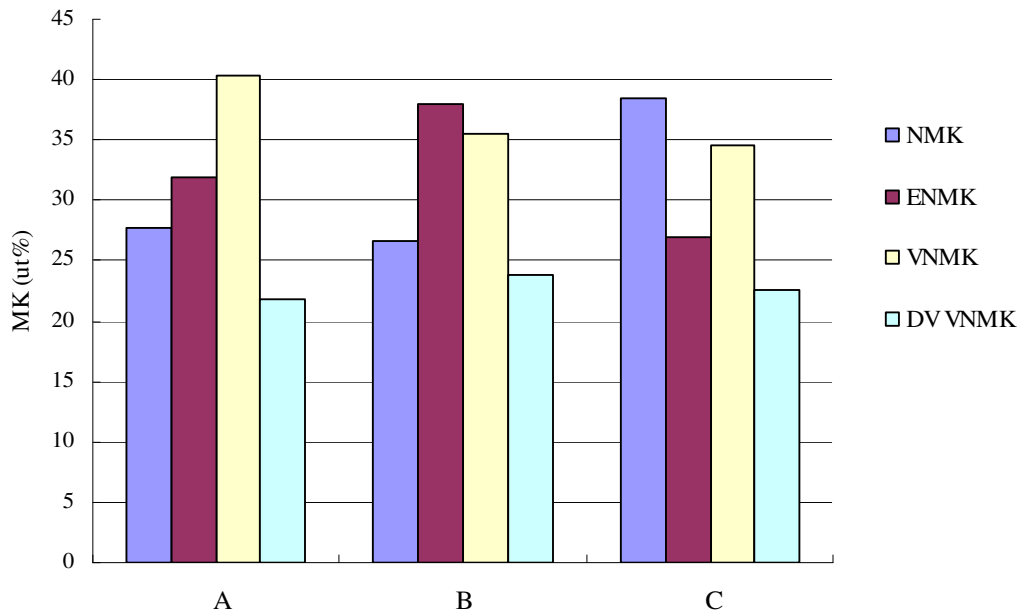
4.4 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA KRME

V preglednicah 14 in 15 je predstavljena MK-sestava krme, razdeljena v tri skupine (A, B, C), glede na proizvajalca, s katero so bile krmljene analizirane šarenke. Vrednosti za MK so podane v utežnih deležih (preglednica 14) in v mg/100 g vzorca (preglednica 15).

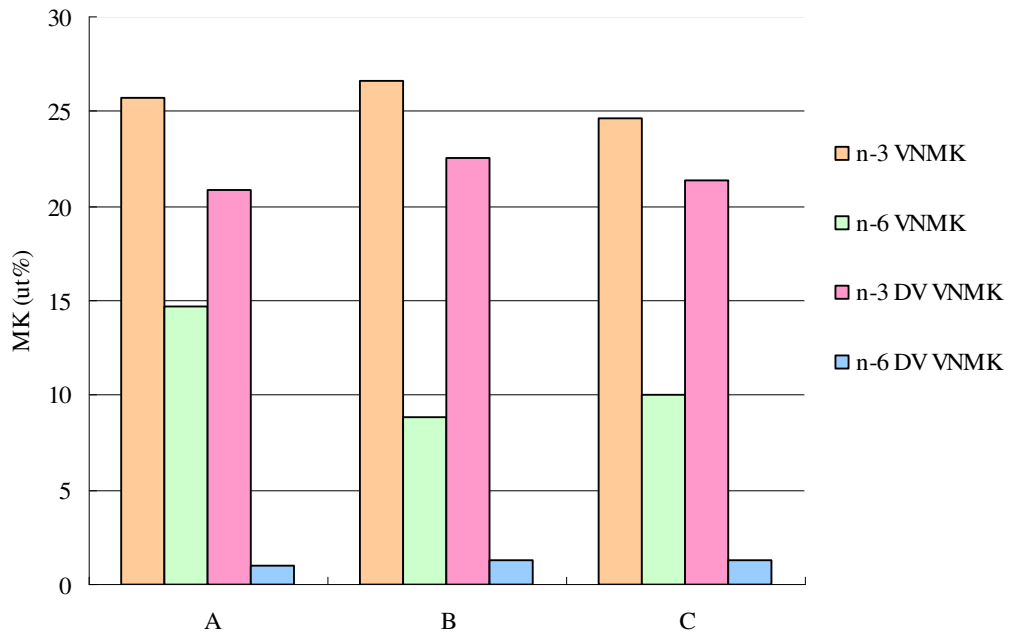
Preglednica 14: Maščobnokislinska sestava krme (ut. % od vseh MK)

MK (ut %)	A (n=3)	B (n=3)	C (n=1)
C 12:0	0,11	0,10	0,16
C 12:1 n-1	0,03	0,02	0,02
C 13:0	0,04	0,04	0,04
C 13:1 n-1	0,04	0,04	0,04
C 14:0	5,18	5,31	6,24
C 14:1 n-5	0,04	0,05	0,04
C 15:0 izo	0,21	0,21	0,22
C 15:0	0,44	0,44	0,52
C 16:0 izo	0,09	0,09	0,09
C 16:0 aizo	0,03	0,03	0,03
C 16:0	15,36	15,16	24,96
C 16:1 n-7	5,13	5,80	7,08
C 17:0 izo	0,24	0,21	0,28
C 17:0 aizo	0,11	0,09	0,15
C 17:0	0,36	0,34	0,46
C 17:1 n-7	0,24	0,27	0,17
C 18:0 izo	0,16	0,19	0,14
C 18:0 aizo	1,05	0,76	0,79
C 18:0	3,56	3,08	3,77
C 18:1	19,32	20,29	17,60
C 18:2 n-6 cc	13,58	7,49	8,50
C 18:3 n-6	0,15	0,13	0,23
C 18:3 n-3	2,93	2,29	1,48
C 18:4 n-3	1,95	1,84	1,78
C 20:0	0,32	0,24	0,27
C 20:1 n-12 in n-15	0,30	0,52	0,11
C 20:1 n-9	2,64	4,56	1,00
C 20:2 n-6	0,16	0,28	0,18
C 20:3 n-6	0,10	0,14	0,18
C 21:0	0,05	0,04	0,04
C 20:4 n-6	0,67	0,69	0,80
C 21:1 n-9	0,02	0,03	/
C 20:3 n-3	0,09	0,14	0,14
C 20:5 n-3	9,12	8,54	9,24
C 22:0	0,24	0,13	0,18
C 22:1 n-9	3,76	5,80	0,57
C 22:2 n-6	0,01	0,03	/
C 22:4 n-6	0,05	0,13	0,13
C 23:1 n-9	0,05	0,03	/
C 22:3 n-3	0,27	0,27	0,33
C 22:5 n-3	1,06	2,07	1,74
C 24:0	0,13	0,10	0,13
C 22:6 n-3	10,28	11,49	9,88
C 24:1 n-9	0,43	0,57	0,31
BCFA	1,89	1,58	1,70

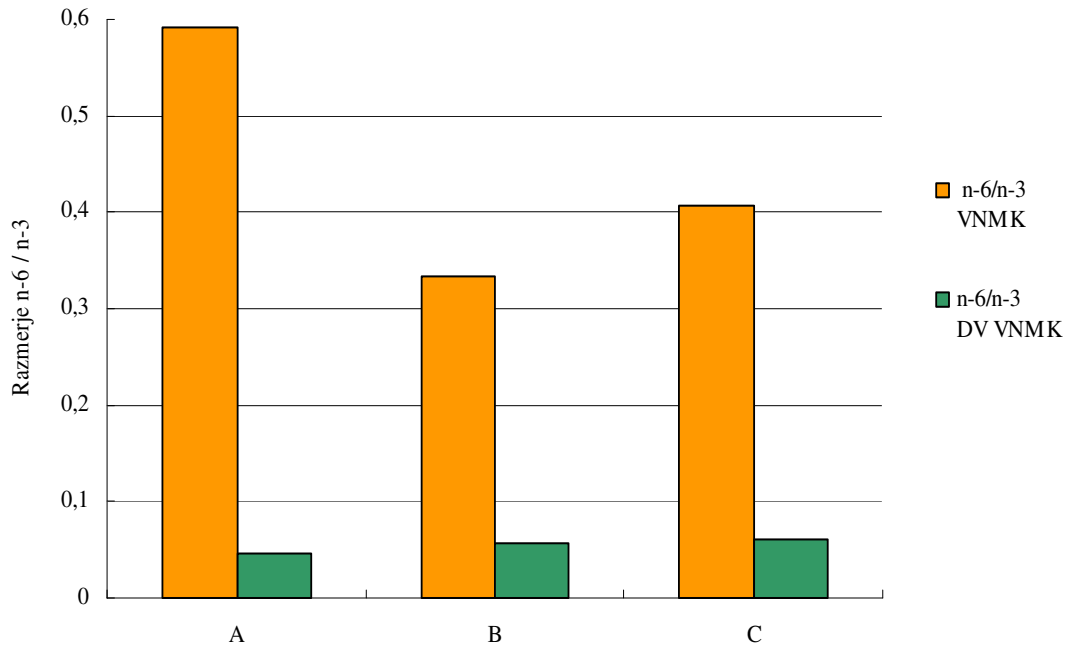
c - cis, t - trans, C18:1- vsota vseh izomer, BCFA - vsota razvejanih MK, / - pod mejo detekcije pri danih pogojih, n - število vzorcev, A, B, C - skupine krme, razdeljene glede na proizvajalca, uporabljene za krmljenje analiziranih šarenk



Slika 6: Primerjava utežnih deležev vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK med krmami 3 različnih proizvajalcev



Slika 7: Primerjava utežnih deležev vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK med krmami 3 različnih proizvajalcev



Slika 8: Primerjava razmerij n-6/n-3 VNMK ter n-6/n-3 DV-VNMK med krmami 3 različnih proizvajalcev

V preglednici 15 so prikazane vsednosti za posamezne MK in za vsoto BCFA, v mg/100 g vzorca za krme treh različnih proizvajalcev, s katero so bile krmiljene analizirane šarenke.

Preglednica 15: Maščobnokislinska sestava krme (vrednosti MK so podane v mg/100 g vzorca)

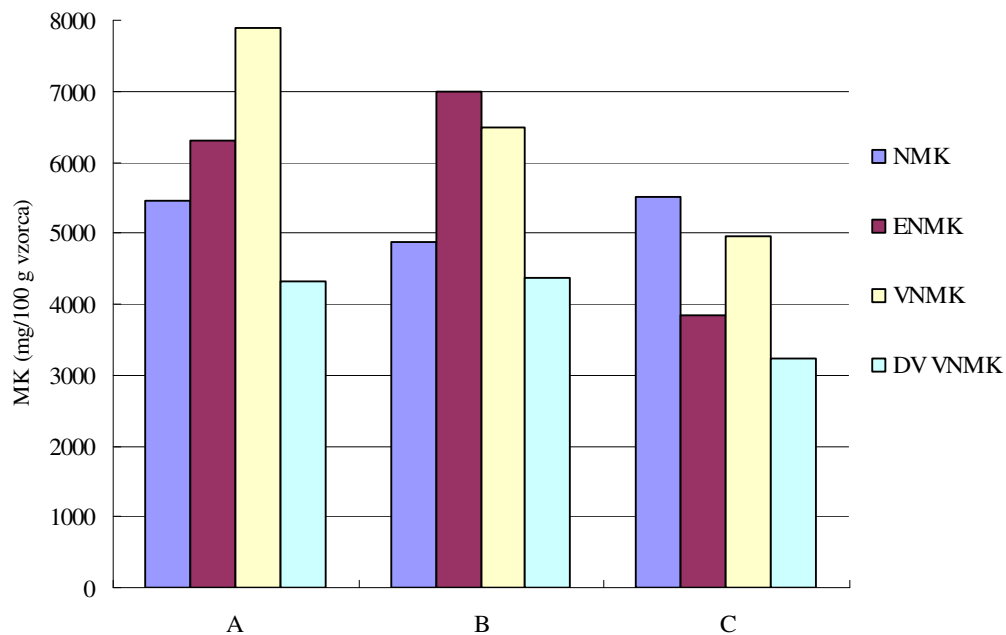
MK (mg/100 g vzorca)	A (n=3)	B (n=3)	C (n=1)
C 12:0	21,74	17,34	22,91
C 12:1 n-1	4,80	3,72	2,71
C 13:0	8,25	5,88	6,96
C 13:1 n-1	8,44	6,80	6,02
C 14:0	1021,60	974,70	891,60
C 14:1 n-5	7,30	9,09	5,04
C 15:0 iso	41,88	38,36	31,16
C 15:0	87,08	80,31	74,50
C 16:0 iso	18,05	16,95	13,32
C 16:0 aiso	5,28	4,56	3,82
C 16:0	3013,80	2785,80	3567,90
C 16:1 n-7	1015,80	1068,00	1012,50
C 17:0 iso	47,84	37,22	40,35
C 17:0 aiso	21,06	16,93	21,46
C 17:0	71,57	62,41	65,12
C 17:1 n-7	46,24	49,43	24,59
C 18:0 iso	31,22	35,03	20,20
C 18:0 aiso	209,34	136,16	113,11
C 18:0	702,69	565,65	538,71
C 18:1	3832,50	3687,10	2515,70
C 18:2 n-6 cc	2576,90	1365,30	1215,10
C 18:3 n-6	29,66	23,50	32,32
C 18:3 n-3	575,89	409,02	211,59

se nadaljuje

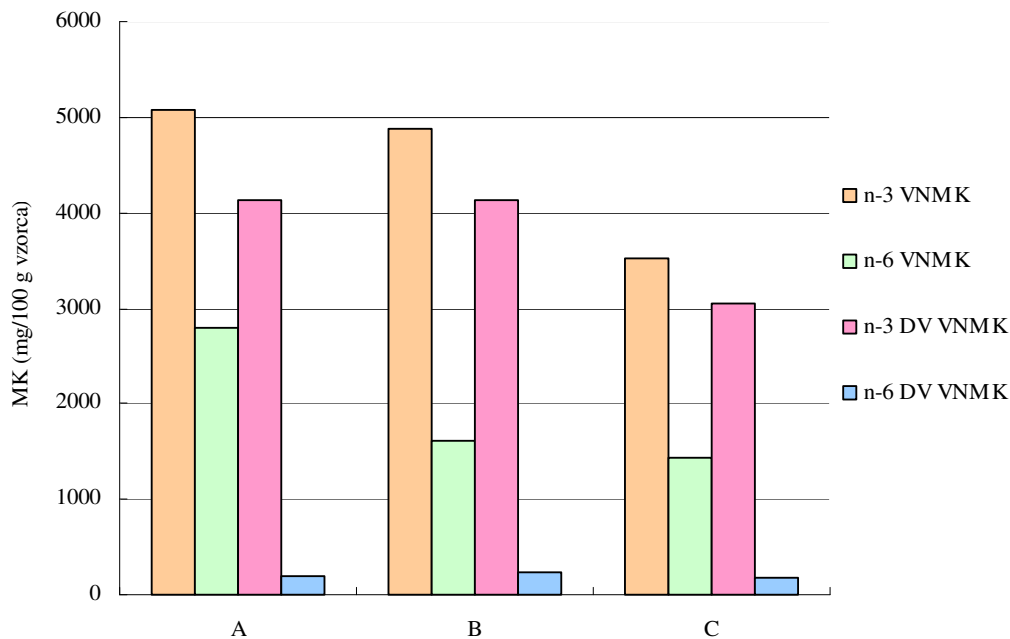
nadaljevanje

MK (mg/100 g vzorca)	A (n=3)	B (n=3)	C (n=1)
C 18:4 n-3	382,60	336,56	255,50
C 20:0	62,84	42,89	38,00
C 20:1 n-12 in n-15	57,66	98,43	15,11
C 20:1 n-9	512,08	856,41	141,41
C 20:2 n-6	31,79	52,09	25,22
C 20:3 n-6	18,94	25,12	25,73
C 21:0	9,04	7,80	5,09
C 20:4 n-6	132,10	126,42	114,80
C 21:1 n-9	2,94	3,62	0,00
C 20:3 n-3	17,46	26,88	19,95
C 20:5 n-3	1810,80	1556,60	1320,30
C 22:0	46,03	23,80	26,05
C 22:1 n-9	722,42	1092,70	81,67
C 22:2 n-6	2,51	6,38	/
C 22:4 n-6	9,78	23,35	17,89
C 23:1 n-9	10,90	6,17	/
C 22:3 n-3	53,40	48,67	47,51
C 22:5 n-3	210,37	386,24	249,06
C 24:0	24,50	17,67	18,73
C 22:6 n-3	2030,50	2117,40	1411,60
C 24:1 n-9	83,90	105,06	44,89
BCFA	374,66	285,22	243,43

c - cis, t - trans, C18:1-vstota vseh izomer, BCFA - vsota razvejanih MK, / - pod mejo detekcije pri danih pogojih, n - število vzorcev, A, B, C - skupine krme, razdeljene glede na proizvajalca, uporabljene za krmljenje analiziranih šarenk



Slika 9: Primerjava vsot NMK, ENMK, VNMK in DV-VNMK v mg/100 g vzorca med krmami 3 različnih proizvajalcev



Slika 10: Primerjava vsot n-3 in n-6 VNMK ter n-3 in n-6 DV-VNMK v mg/100 g vzorca med krmami 3 različnih proizvajalcev

Večina literarnih virov navaja rezultate maščobnokislinske sestave krme v utežnih deležih posameznih MK v maščobi. Naši podatki so z literarnimi podatki glede zastopanosti vsot in posameznih MK v krmi primerljivi (Ruyter in sod., 2006; de Francesco in sod., 2004). Medtem ko se vrednosti posameznih MK in njihovih vsot v naših podatkih razlikujejo z omenjenimi literarnimi viri. Glavni razlog je v sestavi krme, ki ponekod temelji le na rastlinskih virih (sojino olje, laneno olje..), ponekod le na ribjih oljih, ali pa je krma sestavljena tako iz rastlinskih kot tudi iz ribjih virov. Na podlagi rezultatov MK-sestave krme, vključene v našo analizo, predvidevamo, da je naša krma sestavljena iz mešanice živalskih in rastlinskih proizvodov.

Največ NMK vsebuje krma C (38,46%), sledi ji krma A (27,67%) in z malo razlike še krma B (26,55%) (slika 6). Največji delež od posameznih NMK v krmah 3 različnih proizvajalcev zavzema palmitinska kislina (C16:0), katere utežni delež je največji v krmi C (24,96%), sledita ji krma A (15,36%) in krma B (15,16%). Utežni delež izmed posameznih NMK je največji za palmitinsko kislino (C16:0), obenem pa se vrednosti utežnih deležev iz naših podatkov ujemajo z literarnimi, ki jih v svojih raziskavah navajajo tudi Steffens (1997), Robin in Peron (2004) ter de Francesco in sod. (2004). Skalli in Robin (2004), Ruyter in sod. (2006) ter Bandarra in sod. (2006) navajajo nekoliko manjši utežni delež za palmitinsko kislino v krmah za ribe. Predvidevamo, da se razlike v utežnih deležih posameznih MK pojavljajo glede na vsebnost sestavin v posamezni krmi. Na drugem

mestu po zastopanosti posameznih NMK je miristinska kislina (C14:0), ki v povprečju pri vseh treh krmah zavzema eno tretjino deleža palmitinske kisline (C16:0) (preglednica 14).

Vsota ENMK znaša v povprečju za vse 3 krme 32,3% in je največja v krmi B (37,95%), nato v krmi A (31,30%) in najmanjša v krmi C (26,93%) (slika 6). Utežni delež vsote ENMK za krmo A in B iz naših podatkov je primerljiv z utežnim deležem ENMK v krmi, ki je vsebovala mešanico sojinega in ribjega olja (Ruyter in sod., 2006). Medtem ko je utežni delež vsote ENMK v krmi C primerljiv z rezultati krme, ki jih v svoji raziskavi podajajo Ruyter in sod. (2006) za krmo, ki je vsebovala le sojino olje. De Francesco in sod. (2004) v svojih rezultatih za vsoto ENMK podajajo vrednosti 38,8% za krmo, sestavljeno le iz rastlinskih proizvodov, kar je primerljivo z rezultati naše analize za krmo A. Medtem ko za utežni delež vsote ENMK v krmi, sestavljene le iz ribje moke, de Francesco in sod. (2004) navajajo veliko večje vrednosti (41,9%) kot so podane za vse 3 krme v naših rezultatih. Oleinska kislina (C18:1 n-9) ima od vseh posameznih ENMK največji delež, in sicer njen razpon zavzema vrednosti od 20,29% v krmi B do 17,6% v krmi C. Ruyter in sod. (2006) navajajo podobne vrednosti za utežne deleže za oleinsko kislino kot so razvidni iz naših podatkov (preglednica 14), in sicer za krmo, sestavljeno le iz sojinega olja. Medtem ko je krma, sestavljena le iz ribjega olja, zavzemala za polovico manjši utežni delež oleinske kisline (Ruyter in sod., 2006). Druga po zastopanosti ENMK je palmitooleinska (C16:1 n-7), s povprečnim utežnim deležem 6,00% v vseh treh krmah (preglednica 14).

Največji utežni delež izmed vseh štirih vsot MK zavzema vsota VNMK (Ruyter in sod., 2006; de Francesco in sod., 2004), in sicer v povprečju 36,83% (slika 6). Krma A (40,40%) vsebuje največji utežni delež vsote VNMK, sledi ji krma B (35,50%) in krma C (34,61%). Izmed posameznih VNMK največji utežni delež v krmi A (13,58%) zavzema linolna kislina (C18:2, n-6), medtem ko je njen delež v krmi B in C za polovico manjši in je glede zastopanosti posameznih VNMK šele na tretjem mestu. Večina literarnih podatkov navaja linolno kislino (C18:2, n-6) kot kislino z največjim utežnim deležem izmed vseh posameznih VNMK, vendar so utežni deleži zelo različni. Ruyter in sod. (2006) navajajo kar dvakrat večje utežne deleže LK v krmi rastlinskega izvora, medtem ko je v krmi iz ribjega olja njen delež le 4,4% oz. 2,2% v krmi iz ribje moke, katerih rezultate podajajo de Francesco in sod. (2004). Slednji navajajo le nekoliko večji utežni delež za LK v krmi rastlinskega izvora v primerjavi z utežnim deležem LK v krmi B in C. Pri vseh treh krmah v povprečju največji delež izmed posameznih VNMK zavzema DHK (C22:6 n-3). Njen utežni delež je največji v krmi proizvajalca B (11,49%), sledi ji krma A (10,28%) in najmanjši delež vsebuje krma C (9,88%). Na drugem mestu glede zastopanosti posameznih VNMK je EPK (C20:5 n-3), z največjim deležem v krmi C (9,24%), nato v krmi A (9,12%) in z najmanjšim deležem v krmi B (8,54%) (preglednica 14).

Glede na veliko vsebnost EPK (C20:5 n-3) in DHK (C22:5 n-3) v maščobah analizirane krme, lahko sklepamo, da je krma iz naše analize sestavljena pretežno iz ribjih in manj rastlinskih virov, saj DV-VNMK ne najdemo v rastlinskih virih.

Izmed vseh prikazanih vsot MK na sliki 7, največji delež v povprečju zavzema skupina n-3 VNMK, s povprečjem 25,64% in katere največji utežni delež pripada krmi B (26,63%). Druga po zastopanosti n-3 VNMK je krma A (25,70%) in kot slednja krma C (24,59%). Naši rezultati za vsebnost vsote n-3 VNMK so primerljivi z rezultati de Francesco in sod. (2004) za krmo, sestavljeno le iz rastlinskih virov, medtem ko je utežni delež vsote n-3 VNMK v krmi iz ribje moke v povprečju večji za 5%. Razlike med krmami A, B in C v utežnih deležih so majhne, tako za vsoto n-3 VNMK kot tudi za vsoto n-3 DV-VNMK. Krma B vsebuje največji utežni delež n-3 DV-VNMK (22,51%), sledi ji krma C (21,33%) in na zadnjem mestu je krma A (20,82%).

Največji utežni delež iz skupine n-6 VNMK pripada krmi A (14,71%), na drugem mestu je krma C (10,01%) in kot zadnja je krma B (8,87%). Naši rezultati za utežne deleže n-6 VNMK se močno razlikujejo od rezultatov, ki jih v svoji raziskavi podajajo Ruyter in sod. (2006). Slednji namreč navajajo manjši utežni delež vsote n-6 VNMK v krmi iz 100% ribjega olja, medtem ko sta deleža za isto vsoto v krmi, sestavljeni iz 50% ribjega in 50% sojinega ter v krmi iz 100% sojinega olja, skoraj trikrat večja kot v krmah iz naših podatkov. Največji utežni delež iz skupine n-6 DV-VNMK pripada krmi C (1,29%), sledi ji krma B (1,25%) in kot slednja je krma A (0,98%).

Slika 8 ponazarja razmerje med n-6 in n-3 VNMK ter med n-6 in n-3 DV-VNMK. Razmerje med n-6 in n-3 VNMK znaša v povprečju 0,44 pri vseh treh krmah in je največje v krmi A (0,59). Razmerje za vse tri krme je primerljivo z razmerjem med n-6 in n-3 VNMK v krmi iz rastlinskih virov (de Francesco in sod., 2004), in sicer znaša 0,45. Ruyter in sod. (2006) navajajo veliko večje razmerje med n-6 in n-3 VNMK za krmo, ki vsebuje le sojino olje (4,2) kot za krmo iz mešanice ribjega in sojinega olja (1,6). Krma, sestavljena le iz ribjega olja, ima razmerje med n-6 in n-3 VNMK 0,2 (Ruyter in sod., 2006).

Razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK znaša v povprečju 0,05 za vse tri krme. Največje razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK ima krma C (0,06). Razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK je 0,047 v krmi A in 0,056 v krmi B.

Preglednica 15 ponazarja vsebnost posameznih MK in vsoto BCFA v krmah 3 različnih proizvajalcev, v mg/100 g vzorca. Sliki 9 in 10 pa prikazujeta vsote MK za krme A, B in C. Izmed vseh vsot MK, prikazanih v sliki 9, največjo maso zavzemajo VNMK, in sicer v krmi A (7881,89 mg/100 g vzorca), nato v krmi B (6501,39 mg/100 g vzorca) in najmanj v krmi C (4946,57 mg/100 g vzorca). Največjo maso vsot MK, prikazanih na sliki 10 zavzemajo n-3 VNMK, ki ravno tako kot pri vsoti VNMK, zavzemajo največjo maso v

krmi A (5081,05 mg/100 g vzorca), nato v krmi B (4881,35 mg/100 g vzorca) in najmanjšo vsoto n-3 VNMK vsebuje krma C (3515,49 mg/100 g vzorca).

Izmed vseh posameznih MK največjo maso zavzema oleinska kislina (C18:1 n-9), in sicer je največ vsebuje krma A (3832,50 mg/100 g vzorca), naslednja je krma B (3687,10 mg/100 g vzorca) in najmanj je vsebuje krma C (2515,70 mg/100 g vzorca). Na drugem mestu glede zastopanosti posameznih MK je palmitinska kislina (C16:0) z največjo maso v krmi C (3567,90 mg/100 g vzorca), nato v krmi A (3013,80 mg/100 g vzorca) in najmanj v krmi B (2785,80 mg/100 g vzorca). Na tretjem mestu je linona kislina (C18:2 n-6) in kot četrta z največjo maso od posameznih MK je DHK (C22:6 n-3). Največ DHK vsebuje krma B (2117,40 mg/100 g vzorca), sledi ji krma A (2030,50 mg/100 g vzorca) in kot slednja je krma C (1411,60 mg/100 g vzorca). Krma C v povprečju za vse posamezne kot tudi za vsote MK zavzema najmanjše vrednosti.

Lahko rečemo, da se je maščobnokislinska sestava proučevanih krmnih mešanic A, B in C sicer nekoliko razlikovala, vendar razlike s stališča prehranske vrednosti maščob niso bistvene.

4.5 VPLIV KRME NA MAŠČOBNOKISLINSKO SESTAVO ŠARENK

Šarenke smo razdelili v skupini A in B glede na krmo, s katero so bile krmljene. Tako je bila skupina šarenke-A krmljena s krmo A in skupina šarenke-B je bila krmljena s krmo B. Maščobnokislinska sestava šarenk-A in šarenk-B je podana v utežnih deležih (preglednica 16) in v mg/100 g vzorca (preglednica 17).

Preglednica 16: Maščobnokislinska sestava šarenk, krmljenih z različnima krmama (ut. % od vseh MK)

MK (ut %)	Šarenke-A (n=5)	Šarenke-B (n=5)	SEM	P-vrednost
C 12:0	0,06	0,05	0,020	0,448
C 12:1 n-1	0,01	0,01	0,005	0,365
C 13:0	0,02	0,03	0,003	0,826
C 13:1 n-1	0,03	0,03	0,005	0,188
C 14:0	4,14	3,75	0,494	0,254
C 14:1 n-5	0,03	0,03	0,006	0,633
C 15:0 izo	0,16	0,14	0,021	0,103
C 15:0 aizo	0,02	0,04	0,014	0,147
C 15:0	0,36	0,34	0,035	0,323
C 16:0 izo	0,06	0,06	0,009	0,138
C 16:0 aizo	0,11	0,13	0,033	0,412
C 16:0	14,27	13,59	0,711	0,170
C 16:1 n-7	5,72	5,73	0,638	0,891
C 17:0 izo	0,14	0,12	0,018	0,040
C 17:0 aizo	0,03	0,04	0,020	0,377
C 17:0	0,28	0,26	0,024	0,299
C 18:0 izo	0,15	0,14	0,012	0,051
C 18:0 aizo	0,46	0,36	0,128	0,290
C 18:0	2,27	3,68	0,167	0,221
C 18:1	22,46	21,81	1,641	0,550
C 18:2 n-6 cc	10,06	8,32	1,603	0,125
C 18:3 n-6	0,53	0,15	0,027	0,255
C 18:3 n-3	2,32	1,86	0,492	0,184
C 18:4 n-3	1,23	1,06	0,181	0,180
C20:0	0,15	0,11	0,252	0,053
C 20:1 n-12 in n-15	0,41	0,38	0,086	0,591
C 20:1 n-9	2,54	3,01	0,486	0,866
C 20:2 n-6	0,46	0,41	0,073	0,374
C 20:3 n-6	0,27	0,29	0,033	0,530
C 21:0	0,02	0,02	0,005	0,563
C 20:4 n-6	0,79	0,95	0,113	0,045
C 20:3 n-3	0,17	0,15	0,018	0,119
C 20:5 n-3	6,63	6,67	0,671	0,933
C 22:0	0,08	0,05	0,018	0,044
C 22:1 n-9	2,40	1,99	0,386	0,133
C 22:2 n-6	0,03	0,04	0,009	0,304
C 22:4 n-6	0,10	0,15	0,032	0,047
C 22:3 n-3	0,30	0,34	0,041	0,125
C 22:5 n-3	2,44	3,08	0,422	0,044
C 24:0	0,05	0,06	0,021	0,280
C 22:6 n-3	17,18	21,25	2,693	0,051
C 24:1 n-9	0,44	0,34	0,021	0,040
NMK	23,73	22,32	1,379	0,145
ENMK	33,97	32,96	2,049	0,458
VNMK	42,30	44,72	2,362	0,144
BCFA	1,16	1,04	0,161	0,296
n-3 VNMK	30,42	34,41	2,280	0,024
n-6 VNMK	11,89	10,31	1,641	0,167
n-6/n-3 VNMK	0,39	0,30	0,065	0,054
DV-VNMK	28,53	33,33	2,883	0,030
n-6 DV-VNMK	1,66	1,84	0,183	0,155
n-3 DV-VNMK	26,88	31,49	2,732	0,028
n-6/n-3 DV-VNMK	0,06	0,06	0,004	0,219

SEM - standardna napaka srednje vrednosti, c - cis, t - trans, MK, C18:1-vsota vseh izomer, NMK - vsota nasičenih MK, ENMK - vsota enkrat nenasičenih MK, VNMK - vsota večkrat nenasičenih MK, BCFA - vsota razvejanih MK DV-VNMK - vsota dolgoveržnih nenasičenih MK, BCFA - vsota razvejanih MK, n -

število vzorcev, pomembne statistično značilne razlike ($P \leq 0,05$), šarenke-A – skupina šarenk, krmljenih s krmo A, šarenke-B – skupina šarenk, krmljenih s krmo B

Preglednica 17: Maščobnokislinska sestava šarenk, krmljenih z različnimi krmama (MK v mg/100 g vzorca)

MK (mg/100 g vzorca)	Šarenke-A (n=5)	Šarenke-B (n=5)	SEM	P-vrednost
C 12:0	2,92	2,08	1,170	0,277
C 12:1 n-1	0,4	0,44	0,214	0,794
C 13:0	1,12	0,88	0,356	0,300
C 13:1 n-1	1,36	0,94	0,446	0,159
C 14:0	214,90	135,40	55,823	0,172
C 14:1 n-5	1,34	1,04	0,477	0,313
C 15:0 izo	7,42	5,02	2,203	0,124
C 15:0 aizo	1,00	1,30	0,513	0,810
C 15:0	16,26	11,94	4,591	0,176
C 16:0 izo	3,36	2,34	0,996	0,140
C 16:0 aizo	4,98	4,22	0,839	0,179
C 16:0	647,12	473,38	160,671	0,126
C 16:1 n-7	259,18	205,70	78,253	0,311
C 17:0 izo	6,64	4,18	1,895	0,075
C 17:0 aizo	1,48	1,50	2,033	0,985
C 17:0	12,78	8,30	0,374	0,145
C 18:0 izo	6,96	4,76	1,822	0,093
C 18:0 aizo	21,24	13,42	8,243	0,173
C 18:0	141,98	103,30	32,676	0,098
C 18:1	1022,72	757,24	275,086	0,166
C 18:2 n-6 cc	452,60	290,32	115,741	0,057
C 18:3 n-6	7,54	5,20	2,237	0,140
C 18:3 n-3	106,50	65,68	32,667	0,084
C 18:4 n-3	55,66	38,44	16,262	0,133
C20:0	6,78	3,94	1,811	0,037
C 20:1 n-12 in n-15	18,30	13,00	4,620	0,110
C 20:1 n-9	113,02	89,32	31,016	0,273
C 20:2 n-6	20,58	14,72	5,747	0,145
C 20:3 n-6	12,12	9,74	2,857	0,219
C 21:0	0,88	0,80	0,402	0,544
C 20:4 n-6	35,56	31,76	7,421	0,443
C 20:3 n-3	7,72	5,40	2,147	0,129
C 20:5 n-3	303,98	232,90	89,686	0,245
C 22:0	3,44	1,76	0,989	0,029
C 22:1 n-9	106,48	70,26	26,210	0,060
C 22:2 n-6	1,88	1,32	0,631	0,189
C 22:4 n-6	4,38	4,88	1,559	0,632
C 22:3 n-3	13,38	11,52	3,002	0,345
C 22:5 n-3	109,80	103,92	29,831	0,763
C 24:0	2,06	2,12	0,907	0,881
C 22:6 n-3	778,18	704,54	147,474	0,471
C 24:1 n-9	16,86	11,70	3,750	0,062
NMK	1076,80	970,60	275,489	0,129
ENMK	1539,80	1150,20	406,218	0,168
VNMK	2180,60	1520,40	413,257	0,177
BCFA	53,00	36,80	15,733	0,141
n-3 VNMK	1372,40	1162,20	301,768	0,303
n-6 VNMK	534,80	358,00	132,012	0,067
n-6/n-3 VNMK	0,39	0,30	0,065	0,054
DV-VNMK	1284,60	1120,80	278,523	0,379
n-6 DV-VNMK	74,40	62,40	17,169	0,296
n-3 DV-VNMK	1210,20	1058,20	261,892	0,386
n-6/n-3 DV-VNMK	0,06	0,06	0,004	0,223

SEM - standardna napaka srednje vrednosti, c - cis, t - trans, MK, C18:1 vsota vseh izomerNMK - vsota nasičenih MK, ENMK - vsota enkrat nenasičenih MK, VNMK - vsota večkrat nenasičenih MK, BCFA - vsota razvejanih MK DV-VNMK - vsota dolgoveržnih nenasičenih MK, BCFA - vsota razvejanih MK, P-

stat. znač. razlika n - število vzorcev, šarenke-A- skupina šarenk, krmljenih s krmo A, šarenke-B – skupina šarenk, krmljenih s krmo B

Iz preglednice 16 je razvidno, da je razlika med skupinama šarenk A in B v vsebnosti margarinske (C17:0), dokozanojske (C22:0), ARK (C20:4 n-6), dokozatetradiojska (C22:4 n-6), DPK (C20:5 n-3), nevronske (C24:1, n-9), ter vsot n-3 VNMK, DV-VNMK, in n-3 DV-VNMK, podanih v utežnih deležih, statistično značilna ($P \leq 0,05$). Glede zastopanosti posameznih MK iz skupine NMK prevladuje palmitinska kislina (C16:0), katere utežni delež je večji v skupini šarenk A (14,27%) kot v skupini šarenk B (13,59%). Tudi Haliloglu in sod. (2002) v svoji raziskavi predstavljajo palmitinsko kislino kot kislino z največjim utežnim deležem izmed NMK, vendar je njen delež večji (20,66%) kot v naših rezultatih. Medtem ko so naši rezultati za vsebnost palmitinske kisline (C16:0) primerljivi z rezultati, ki jih v svoji raziskavi navajata Özogul Y. in Özogul F. (2007). Vsebnost margarinske (C17:0) znaša v skupini šarenk-A 0,14% in v skupini šarenk-B 0,12%. Dokozanojska (C22:0) je v večjem deležu zastopana v skupini šarenk-A (0,08%) kot v skupini šarenk-B (0,05%).

Izmed ENMK, ki zavzemajo 33,97% v skupini šarenk-A in 32,96% v skupini šarenk-B prevladuje oleinska (C18:1 n-9) z 22,46% v skupini šarenk-A in z 21,81% v skupini šarenk-B. Haliloglu in sod. (2002) podajajo nekoliko večje vrednosti za utežne deleže oleinske kisline v krmi za šarenke.

Izmed vsote VNMK, ki zavzema največji utežni delež v obeh skupinah šarenk je v največjem deležu izmed posameznih MK zastopana DHK (C22:6 n-3). Njen utežni delež znaša 21,25% v skupini šarenk-B in 17,18% v skupini šarenk-A. Na drugem mestu po zastopanosti je LK (C18:2 n-6), s precejšnjo razliko med skupinama, ki pa ni statistično značilna ($P > 0,05$). Skupina šarenk-A (10,06%) prednjači glede vsebnosti LK pred skupino šarenk B (8,32%). Na tretjem mestu glede zastopanosti posameznih MK iz skupine VNMK je EPK (C20:5 n-3) z majhno razliko med skupinama šarenk-B (6,67%) in šarenk-A (6,63%).

Vsota n-3 VNMK zavzema večji utežni delež v skupini šarenk-B (34,41%), medtem ko je njen utežni delež v skupini šarenk-A 30,42%. Tako kot pri vsoti n-3 VNMK, tudi pri vsotah DV-VNMK in n-3 DV-VNMK zavzema večji utežni delež skupina šarenk-B. Utežni delež vsote DV-VNMK znaša za skupino šarenk-B 33,33%, za skupino šarenk-A pa 28,53%. Skupina šarenk-B vsebuje 31,49% n-3 DV-VNMK, skupina šarenk-A pa 26,88%. Razlike med skupinama šarenk-A in šarenk-B za vse tri omenjene vsote so statistično značilne ($P \leq 0,05$). Haliloglu in sod. (2002) ne podajajo statistično značilnih razlik za omenjene vsote, za krmljene šarenke.

Razmerje med n-6 in n-3 VNMK znaša za skupino šarenk-A 0,39, medtem ko je pri skupini šarenk-B 0,30. Razlika med skupinama šarenk za razmerji n-6 in n-3 VNMK ter n-6 in n-3 DV-VNMK ni statistično značilna ($P>0,05$).

Razlika vsebnosti MK, podanih v mg/100 g vzorca, med skupinama šarenk-A in šarenk-B, krmljenih z različnima krmama, je statistično značilna ($P\leq 0,05$) le za eikozanojsko kislino (C20:0) in dokozanojsko kislino (C22:0). Ostale MK, podane v mg/100 g vzorca so zastopane v enakem zaporedju kot MK, podane v utežnih deležih, v preglednici 16. Medtem ko smo vpliv krme pojasnili za utežne deleže pomembnih vsot MK, to so n-3 VNMK, DV-VNMK in n-3 DV-VNMK, krma ni značilno vplivala ($P>0,05$) na MK-sestavo teh vsot, podanih v mg/100g vzorca pri šarenkah-A in šarenkah-B. S tem pa tudi ni značilno vplivala na vsebnost esencialnih MK v skupinah šarenk-A in šarenk-B.

Kot smo omenili, se maščobnokislinska sestava proučevanih krmnih mešanic A in B v prehranski vrednosti ni bistveno razlikovala. Zato ni presenetljivo, da se kljub nekaterim statistično značilnim razlikam v MK-sestavi, tudi prehranska vrednost maščob šarenk, krmljenih s tema vrstama krme, ne razlikuje bistveno.

5 SKLEPI

Na podlagi rezultatov analiz in statistične obdelave podatkov, podajamo naslednje sklepe:

Proučevana sladkovodna vrsta rib (šarenka) se med gojenim brancinom in prostoživečim brancinom v osnovni kemijski sestavi (SS, CM ter SP) statistično značilno ($P \leq 0,001$) razlikuje. Obe vrsti brancina vsebujeta namreč več CM ter manj vode in SP kot šarenka, pa tudi potočna postrv, ki v statistično analizo ni bila zajeta. Vsebnost beljakovin je bila v vseh vrstah rib podobna. Glede na vsebnost celokupnih maščob, gojenega in prostoživečega brancina po Marshall in sod. (2006) uvrščamo v skupino mastnih rib, šarenko in potočno postrv pa v skupino srednje mastnih rib.

Maščobe šarenke so vsebovale v primerjavi z gojenim in prostoživečim brancinom statistično značilno (vse razlike $P \leq 0,05$): manj NMK, več VNMK, manj EPK, več DPK, DHK, več n-6 DV-VNMK (statistično značilna razlika le med šarenko in gojenim brancinom) in nekoliko večje razmerje med n-6 in n-3 DV-VNMK.

Maščobnokislinska sestava maščob gojenih in prostoživečih vrst brancina se ni razlikovala. Prav tako je bila MK-sestava prostoživeče potočne postrvi zelo podobna MK-sestavi maščob gojene šarenke.

Rezultati analiz tako kažejo, da se v prehranski vrednosti maščobe šarenke in brancina (gojenega in prostoživečega) ne razlikujejo bistveno. Ker pa so šarenke vsebovale v primerjavi z gojenim in prostoživečim brancinom veliko manj ($P \leq 0,05$) maščob (5,6 g/100g v primerjavi z 11,5 oz. 11,3 g/100 g), je bila vsebnost večine MK v užitem delu šarenke manjša ($P \leq 0,05$).

MK-sestava krmnih mešanic A, B in C se ne razlikuje bistveno in je odvisna od deleža celokupnih maščob. Glede na veliko vsebnost DV-VNMK v vseh treh vzorcih krme sklepamo, da je krma iz naše analize sestavljena pretežno iz ribjih in manj iz rastlinskih virov.

MK-sestava krmnih mešanic A in B se ni toliko razlikovala, da bi imela bistven vpliv na prehransko vrednost maščob šarenk-A in šarenk-B, čeprav je prišlo zaradi razlik v krmi do statistično značilnih razlik ($P \leq 0,05$) v utežnih deležih ARK, DPK, vsote n-3 VNMK, vsote DV-VNMK in vsote n-3 DV-VNMK.

Na podlagi rezultatov analiz vseh štirih vrst rib lahko rečemo, da so brancini v primerjavi s šarenkami boljši vir esencialnih MK zaradi tega, ker vsebujejo več maščob. Lahko tudi zaključimo, da z uživanjem vseh štirih proučevanih vrst rib 1 do 2 porciji (skupno 280 g) na teden brez težav pokrijemo potrebe po n-3 DV VNMK (EPK IN DHK).

6 POVZETEK

Veliko ljudi je glede pojma zdrave prehrane že ozaveščenih do tolikšne mere, da vedo, da s svojim načinom prehranjevanja in stilom življenja vplivajo na delovanje organizma. Kljub temu pa se o maščobah v živilih še vedno pogosto razmišlja z negativnim pridihom.

Vemo, da se je uživanje skupnih maščobnih kislin v zadnjem času močno povečalo. Vendar se je predvsem povečalo uživanje nasičenih in n-6 nenasičenih maščobnih kislin, zmanjšalo pa uživanje n-3 nenasičenih maščobnih kislin, kar posledično vpliva na večje tveganje umrljivosti za srčnožilnimi boleznimi.

Ker so maščobe nujno potrebne za življenje, je prav, da poznamo ne le vsebnost maščob v živilih, ampak tudi vsebnost posameznih maščobnih kislin in njihova razmerja. Slednje je bil namen naše raziskave. Za potrebe slovenskih prehranskih tabel smo analizirali maščobnokislinsko (MK) sestavo šarenke iz različnih gojišč v Sloveniji in vzporedno s tem še MK-sestavo gojenega in prostoživečega brancina ter prostoživeče potočne postrvi. Eden od ciljev naloge je bil tudi analizirati MK-sestavo krme, ki se je uporabljala za krmljenje gojenih šarenk ter ugotoviti njen vpliv na MK-sestavo gojenih šarenk.

V statistično obdelavo smo vključili 17 vzorcev rib, od katerih je bilo 12 vzorcev šarenk (izlovljenih iz 12-ih različnih slovenskih ribogojnic), trije vzorci gojenega brancina (iz Jadranskega morja) in dva vzorca prostoživečega brancina, prav tako iz Jadranskega morja. Vsak vzorec rib je predstavljal užiten del, to je meso (file) in kožo dveh rib iste vrste. Do začetka analize so bili vzorci rib shranjeni v zamrzovalniku, krma pa v hladnem, suhem in temnem prostoru. V užitnih delih rib in v krmi smo opravili osnovno kemijsko analizo in analizo maščobnokislinske sestave (Park in Goins, 1994).

Rezultati kemijske analize rib kažejo na primerljivost naših podatkov z literaturnimi viri. Razlika v vsebnosti SS, CM in SP med sladkovodno vrsto (šarenko) in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom je statistično značilna ($P \leq 0,001$).

Razlike med sladkovodno vrsto in morskima vrstama rib v utežnih deležih za vsote NMK, VNMK in BCFA so statistično značilne ($P \leq 0,05$). Razlika v utežnem deležu za n-6 DV-VNMK pa je statistično značilna ($P \leq 0,05$) med šarenko in gojenim brancinom. Delež VNMK najbolj zaznamuje MK-sestavo rib.

Od VNMK prevladujejo DV-VNMK, od katerih sta najpogostejši DHK in EPK. Razlike v vsebnosti DHK in EPK med šarenko in gojenim brancinom ter med šarenko in prostoživečim brancinom za EPK in DHK so statistično značilne ($P \leq 0,05$). DHK zavzema večji utežni delež v maščobi sladkovodnih kot v morskih vrstah rib. Njen delež je največji v maščobi potočne postrvi. Medtem ko je utežni delež EPK večji v maščobi morskih v primerjavi s sladkovodnimi vrstami. Največ EPK vsebuje gojeni brancin.

Kljub temu, da vrsta ribe vpliva na vsebnost esencialnih MK v ribah, so rezultati naše raziskave pokazali, da se v prehranski vrednosti maščobe šarenke in brancina ne razlikujejo bistveno in da z uživanjem katerekoli vrste rib, ki so bile vključene v našo raziskavo, zadostimo priporočilom o dnevnem vnosu DHK in EPK (skupno 0,5-1,8 g/dan). Izmed vseh 4-ih vrst rib, vključenih v naš poskus, gojeni brancin vsebuje največje vrednosti esencialnih MK, to pa zaradi tega, ker vsebuje skoraj dvakrat več maščob kot šarenka.

Razmerje med n-6 in n-3 DV-VNМК se statistično značilno ($P \leq 0,05$) razlikuje med šarenko in gojenim ter med šarenko in prostoživečim brancinom in je večje v sladkovodnih kot v morskih vrstah rib. Iz tega sklepamo, da maščobe sladkovodnih rib vsebujejo večji delež n-6 VNМК kot morske ribe.

Vpliv krme na MK-sestavo šarenk-A in šarenk-B smo pojasnili za utežne deleže n-3 VNМК, DV-VNМК, n-3 DV-VNМК, medtem ko na MK-sestavo šarenk, podano v mg/100 g vzorca, krma ni značilno vplivala. Rezultati tako kažejo, da se MK-sestava krmnih mešanic ni bistveno razlikovala in ni imela pomembnejšega vpliva na prehransko vrednost maščob šarenk-A in šarenk-B.

7 VIRI

- Aganović M. 1979. Salmonidne vrste riba i njihov uzgoj. 1. izdaja. Sarajevo, Svjetlost: 11-231
- Ailhaud G., Massiera F., Weill P., Legrand P., Alessandri J.M., Guesnet P. 2006. Temporal changes in dietary fats: Role of n-6 polyunsaturated fatty acids in excessive adipose tissue development and relationship to obesity. *Progress in Lipid Research*, 45: 203-236
- Alasalvar C., Taylor K.D.A., Zubcov E., Shahidi F., Alexis M. 2002. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79: 145-150
- Arts M.T., Ackman R.G., Holub B.J. 2001. »Essential fatty acids« in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58: 122-137
- Bandarra N.M., Nunes M.L., Andrade A.M., Prates J.A.M., Pereira S., Monteiro M., Rema P., Valente L.M.P. 2006. Effect of dietary conjugated linoleic acid on muscle, liver and visceral lipid deposition in rainbow trout juveniles (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 254, 1-4: 496-505
- Barbone F., Valent F., Pisa F., Horvat M., Daris F., Fajon D., Gibičar D., Logar M. 2004. Risks and benefits of fish consumption in an Italian population moderately exposed to methylmercury. *RMZ-Materials and geoenvironment, periodical for mining, metallurgy and geology (RMZ-materiali in geokolje, revija za rudarstvo, metalurgijo in geologijo)*, 51: 344-345
- Barrado E., Jiménez F., Prieto F., Nuevo C. 2003. The use of fatty-acid profiles of the lipids of the rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) to differentiate tissue and dietary feed. *Food Chemistry*, 81, 1: 13-20
- BNF (British Nutrition Foundation). 2003. Healthy eating: A whole diet approach.
[http://www.nutrition.org.uk/upload/BNF%20Healthy%20Eating\(5\).pdf](http://www.nutrition.org.uk/upload/BNF%20Healthy%20Eating(5).pdf) (12. mar. 2007)
- Bojčić C., Debeljak L., Vuković T., Jovanović-Kršljanin B., Apostolski K., Ržaničanin B., Turk M., Volk S., Drecun Đ., Habeković D., Hristić Đ., Fijan N., Pažur K., Bunjevac I., Marošević Đ. 1982. Slatkovodno ribarstvo. Zagreb, Ribozajednica, Jumena: 105-558
- Bourre J.M. 2005. Where to find omega-3 fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3 fatty acids to increase nutritional value of derived products for human: What is actually useful? *The Journal of Nutrition, Health and Aging*, 9, 4: 232-242
- Boyer R.F. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 209 str.
- Buzzi M., Henderson R.J., Sargent J.R. 1996. The desaturation and elongation of linolenic acid and eicosapentaenoic acid by hepatocytes and liver microsomes from rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) fed diets containing fish oil or olive oil. *Biochimica et Biophysica Acta, Lipids and Lipid Metabolism*, 1299, 2: 235-244
- Caballero M.J., Obach A., Rosenlund G., Montero D., Gisvold M., Izquierdo M.S. 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214, 1-4: 253-271

- Cahu C., Salen P., de Lorgeril M. 2004. Farmed and wild fish in the prevention of cardiovascular diseases: Assessing possible differences in lipid nutritional values. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 14, 1: 34-41
- Calder P.C. 1997. N-3 polyunsaturated fatty acids and immune cell function. *Advances in Enzyme Regulation*, 37: 197-237
- Calder P.C. 2004. Long-chain fatty acids and cardiovascular disease: further evidence and insights. *Nutrition Research*, 24: 761-772
- CINDI (Countrywide Integrated Noncommunicable disease intervention) 2000. CINDI Dietary Guide, WHO Regional Office for Europe: 13-29
<http://www.euro.who.int/document/e70041.pdf> (12. apr. 2007)
- Connor W.E. 2000. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71: 171-175
- Cordier M., Brichon G., Weber J.M., Zwingelstein G. 2002. Changes in the fatty acid composition of phospholipids in tissues of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*) during annual cycle. Roles of environmental temperature and salinity. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 133, 3: 281-288
- Cowey C.B., Sargent J.R. 1977. Lipid nutrition in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 57, 4: 269-273
- Čepin S. 1997. Trendi prireje in porabe mesa v svetu in pri nas. V: Meso v prehrani in zdravje, Radenci, 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 37-39
- De Francesco M., Parisi G., Médale F., Lupi P., Kaushik S.J., Poli B.M. 2004. Effect of long-term feeding with a plant protein mixture based diet on growth and body/fillet quality traits of large rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 236, 1-4: 413-429
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung). 2004. Die neuen 10 Regeln der DGE..
<http://www.dge.de/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=15> (21. mar. 2007)
- DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung). 2000. Fisch sollte nicht nur Karfreitag auf den Tisch.
<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=100> (21. mar. 2007)
- FAO. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. Rome, Food and Agricultural Organisation of the United Nations, 348: 2-195
<http://www.fao.org/docrep/V7180E/V7180E00.HTM> (1. mar. 2007)
- FAO. 2003. FAOSTAT-Consumption-Core consumption data.
<http://faostat.fao.org/site/346/DesktopDefault.aspx?PageID=346> (15. jun. 2007)
- FAO. 2005. FAOSTAT. Fishery in Europe. New York, Food and Agricultural Organisation of the United Nations.
<http://faostat.fao.org/default.aspx> (21. mar. 2007)

- FAO/WHO. 1994. Fats and oils in human nutrition. Report of Joint Expert consultation. Rome, Food and Agricultural Organisation: 147 str.
- Farkas T., Dey I., Buda C., Halver J.E. 1994. Role of phospholipid molecular species in maintaining lipid membrane structure in response to temperature. *Biophysical Chemistry*, 50, 1-2: 147-155
- Fatty acids: seventh supplement to the fifth edition of McCance and Widdowson's. The composition of foods. 1998. London, Royal Society of Chemistry, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: 131-210
- Field C.J. 2003. Dietary importance. V: *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Finglas P. (eds). Amsterdam, Academic Press: 2317-2318
- Fournier V., Destaillets F., Hug B., Golay P.A., Joffre F., Juenéda P., Sémon E., Dionisi F., Lambelet P., Sébédio J.L., Berdeaux O. 2007. Quantification of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid geometrical isomers formed during fish oil deodorization by gas-liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*: 1154: 353-359
- Gillum R.F., Mussolino M.E., Madans J.H. 1996. The relationship between fish consumption and stroke incidence: The NHANES I Epidemiologic Follow-up Study (National Health and Nutrition Examination Survey). *Archives of Internal Medicine*, 156, 5: 537-542
- Gladyshev M.I., Sushchik N.N., Gubanenko G.A., Demirchieva S.M., Kalachova G.S. 2006. Effect of way of cooking on content of essential polyunsaturated fatty acids in muscle tissue of humpback salmon (*Onchorhynchus gorbuscha*). *Food Chemistry*, 96, 3: 446-451
- Golob T., Stibilj V., Žlender B., Doberšek U., Jamnik M., Polak T., Salobir J., Čandek-Potokar M. 2006. Slovenske prehranske tabele, Meso in mesni izdelki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 222-267
- Gordon G., Bey H.J. 2005. Islandski čudež Omega-3: islandska skrivnost dolgega življenja, ki varuje pred boleznimi srca, rakom, sladkorno boleznijo, artritisom, prezgodnjim staranjem in nevarnimi vnetji. Ljubljana, ARA založba: 33-74
- Haliloglu H.I., Aras N.M., Yetim M. 2002. Comparison of muscle fatty acids of three trout species rainbow trout, (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Onchorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26: 1097-1102
- Haliloglu H.I., Bayir A., Sirkecioglu N., Mevlüt M., Atamanalp M. 2004. Comparison of fatty acid composition in some tissues of rainbow trout (*Onchorhynchus mykiss*) living in seawater and freshwater. *Food chemistry*, 86, 1: 55-59
- Hanson B.J., Cummins K.W., Cargill A.S., Lowry R.R. 1985. Lipid content, fatty acid composition, and the effect of diet on fats of aquatic insects. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 80, 2: 257-267
- Hazel J.R., McKinley S.J., Williams E.E. 1992. Thermal adaptation in biological membranes: interacting effects of temperature and pH. *Journal of Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 162, 7: 593-601

- Hashimoto K., Yoshizawa A.C., Saito K., Yamada T., Kanehisa M. 2006. The Repertoire of Desaturates for Unsaturated Fatty Acid Synthesis in 397 Genomes. *Genome Informatics*, 17, 1: 173-183
- Henderson R.J., Tocher D.R. 1987. The lipid composition and biochemistry of freshwater. *Progress in Lipid Research*, 26, 4: 281-347
- Horrobin D.F. 1995. Abnormal membrane concentrations of 20 and 22-carbon essential fatty acids: A common link between risk factors and coronary and peripheral vascular disease. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 53, 6: 385-396
- Horrocks L.A., Young K.Y. 1999. Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA). *Pharmacological Research*, 40, 3: 211-225
- Howe P., Meyer B., Record S., Baghurst K. 2006. Dietary intake of long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, 22, 1: 47-53
- Hunter B.J., Ed B., Roberts D.C. 2000. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. *Nutrition Research*, 20, 7: 1047-1058
- Innis S.M. 2003. Perinatal biochemistry and physiology of long-chain polyunsaturated fatty acids. *The Journal of Pediatrics*, 143, 4: 1-8
- Izquierdo M.S., Obach A., Arantzamendi L., Montero D., Robaina L., Rosenlund G. 2003. Dietary lipid sources for sea bream and sea bass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9, 6: 397-407
- Kanazawa A., Teshima S.I., Ono K. 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 63, 3: 295-298
- Keli S.O., Feskens E.J., Kromhout D. 1994. Fish consumption and risk of stroke: the Zutphen Study. *Stroke*, 25: 328-332
- Kinsella J.E. 1987. Effects of polyunsaturated fatty acids on factors related to cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, 60, 12: 23-32
- Kolakowska A., Olley J., Dunstan G.A. 2002. Fish lipids. V: Chemical and functional properties of food lipids. Sikorski Z.E., Kolakowska A. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 228-248
- Krajnović-Ozretić M., Najdek M., Ozretić B. 1994. Fatty acids in liver and muscle of farmed and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Physiology*, 109, 3: 611-617
- Kris-Etherton P.M., Harris W.S., Appel L.J. 2002. Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. *Circulation*, 106, 21: 2747-2757
- Leaf A., Xiao Y., Kang J.X., Billman G.E. 2003. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *Pharmacology & Therapeutics*, 98: 355-377

- Lehninger A.L., Nelson D.L., Cox M.M. 1993. Principles of Biochemistry. 2nd ed. New York, Worth Publishers: 240-242
- Linseisen J., Kesse E., Slimani N. 2002. Meat consumption in the European Prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) cohort: results from 24-hour dietary recalls. Public Health Nutrition, 5: 1243-1258
- Linko R.R., Rajasilta M., Hiltunen R. 1992. Comparison of lipid and fatty acid composition in vendace (*Coregonus albula* L.) and available plankton feed. Comparative Biochemistry and Physiology. Part A: Physiology, 103, 1: 205-212
- Lovell R.T. 1991. Nutrition of aquaculture species. Journal of Animal sciences, 69, 10: 4193-4200
- Mahaffey K.R. 2004. Fish and shellfish as dietary sources of methylmercury and the omega-3 fatty acids, eicosahexaenoic acid and docosahexaenoic acid: risk and benefits. Environmental Research, 95: 414-428
- Marshall M.R., Kristinsson H., Balaban M.O. 2006. Effect of high pressure treatment on omega-3 fatty acids in fish muscle. Final report. Gainesville, University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences: 3-5
- Martin D.W.Jr., Mayes P.A., Rodwell V.W., Granner D.K. 1989: Harperov pregled biohemije. Druga izdaja. Beograd, IŠKRO: 222-225
- McDonald P., Edwards R.A., Greenhalgh J.F.D., Morgan C.A. 1995: Animal nutrition. 5th ed. New York, Copublished in the United States with John Wiley & Sons: 34 str.
- Methodenbuch. 1993a. Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Ergaenzunglieferung. 3.1 Feuchtigkeit, Wasser Bestimmung der Feuchtigkeit. Darmstadt, VDLUFA-Verlag
- Methodenbuch. 1993b. Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Ergaenzunglieferung. 4.1 Rohprotein, Bestimmung vor Rohprotein. Darmstadt, VDLUFA-Verlag
- Methodenbuch. 1993c. Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Ergaenzunglieferung. 5.1.1 Rohfet, Bestimmung vor Rohfett, Amtliche methode. Darmstadt, VDLUFA-Verlag
- Methodenbuch. 1993d. Band III. Die Chemische Untersuchung von Futtermitteln, 3. Ergaenzunglieferung. 8.1.1 Rohasche, Bestimmung vor Rohasche, Amtliche Methode. Darmstadt, VDLUFA-Verlag
- Mnari A., Bouhlef I., Chraief I., Hammami H., Romdhane M.S., El Cafsi M., Chaouch A. 2007. Fatty acids in muscles and liver of Tunisian wild and farmed gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Food Chemistry, 100, 4: 1393-1397
- Montano N., Gavino G., Gavino V.C. 2001. Polyunsaturated fatty acids contents of some traditional fish and shrimp paste condiments of the Philippines. Food Chemistry, 75, 2: 155-158
- Moreira A.B., Visentainer J.V., de Souza N.E., Matsushita M. 2001. Fatty acids profile and cholesterol contents of three Brazilian Brycon freshwater fishes. Journal of Food Composition and Analysis, 14, 6: 565-574

- Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., Willett W.C. 2006: Trans fatty acids and coronary heart disease. *New England Journal of Medicine*, 354, 15: 1601-1613
- Mozaffarian D., Rimm E.B. 2006: Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA*, 296, 15: 1885-1899
- Owen J.M., Adron J.A., Middleton C., Cowey C.B. 1975. Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot (*Scophthalmus maximus*) and rainbow trout (*Salmo gairdnerii*). *Lipids*, 10, 9: 528-531
- Özogul Y., Özogul F., 2007: Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black Seas. *Food Chemistry*, 100, 4: 1634-1638
- Park P.W., Goins G.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
- Peng J., Larondelle Y., Pham D., Ackman R.G., Rollin X. 2003. Polyunsaturated fatty acid profiles of whole body phospholipids and triacylglycerols in anadromous and landlocked Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) fry. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B*: 134: 335-348
- Periago M.J., Ayala M.D., López-Albors O., Abdel I., Martínez C., García-Alcázar A., Ros G., Gil F. 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249, 1-4: 175-188
- Radešček D., Zaletel K.L., Kozina B., Gruntar Č.M., Kopač T., Valič S., Sučić V.M., Hafner A., Kofol B.T., Stanojević J.O., Belović B., Janet E. 2004. Dejavniki tveganja za nenalezljive bolezni pri odraslih prebivalcih Slovenije (z zdravjem povezan vedenjski slog). Ljubljana, Medicinska fakulteta, Katedra za javno zdravje: 19-21
- ReNPPPR (Resolucija o nacionalnem programu prehranske politike) 2005. Resolucija o nacionalnem programu prehranske politike 2005-2010. Ur. l. RS št. 39-1392/05
- Robin J.H., Regost C., Arzel J., Kaushik S.J. 2003. Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. *Aquaculture*, 225, 1-4: 283-293
- Robin J.H., Peron A. 2004. Consumption vs. Deposition of essential fatty acids in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae fed semi-purified diets. *Aquaculture*, 238, 1-4: 283-294
- Ruyter B., Moya-Falcón C., Rosenlund G., Vegusdal A. 2006. Fat content and morphology of liver and intestine of Atlantic salmon (*Salmo salar*): Effects of temperature and dietary soybean oil. *Aquaculture*, 252, 2-4: 441-452
- Saito M., Nakatsugawa K. 1994. Increased susceptibility of liver to lipid peroxidation after ingestion of a high fish oil diet. *International journal for vitamin and nutrition research*, 64, 2: 144-151
- Salobir K. 2001. Prehransko fiziološka funkcionalnost maščob. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8-9 nov. 2001. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 121-135
- SAS Institue Inc.1999. The SAS system for Windows, Release 8.1. Cary, NC, USA

- Sargent J., Bell G., McEvoy L., Tocher D., Estevez A. 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. *Aquaculture*, 177: 191-199
- Satué M.T., López M.C. 1996. Sex-linked differences in fatty acid composition of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) liver oil. *Food Chemistry*, 57, 3: 359-363
- Simopoulos A.P., Cleland L.G. 2003. Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio: The Scientific Evidence. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 92: 1-13
- Skalli A., Robin J.H. 2004. Requirement of n-3 long chain polyunsaturated fatty acids for European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles: growth and fatty acid composition. *Aquaculture*, 240: 399-415
- Sprecher H. 2000. Metabolism of highly unsaturated n-3 in n-6 fatty acids. *Biochimica et Biophysica Acta, Molecular and Cell Biology of Lipids*, 1486, 2-3: 219-231
- Steffens W. 1997. Effects of variation in essential fatty acids in fish feeds on nutritive value of freshwater fish for humans. *Aquaculture*, 151: 97-119
- Stolyhwo A., Kolodziejska I., Sikorski Z.E. 2006. Long chain polyunsaturated fatty acids in smoked Atlantic mackerel and Baltic sprats. *Food Chemistry*, 94, 4: 589-595
- Tapiero H., Ba N.G., Couvreur P., Tew K.D. 2002. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomedicine Pharmacotherapy*, 56: 215-222
- Testi S., Bonaldo A., Gatta P.P., Badiani A. 2006. Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry*, 98: 104-111
- USDHHS (U.S. Department of Health and Human Services), USDA (United States Department of Agriculture). *Dietary Guidelines for Americans*, 2005.
<http://www.mypyramid.gov/> (8. jun. 2007)
- Viga A., Grahl-Nielsen O. 1990. Genotypic and phenotypic fatty acid composition in the tissues of salmon *Salmo salar*. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 96: 721-727
- WHO (World Health Organisation) 2003. *Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases*. WHO, Technical report series, 916: 23-90
- Zei M. 1983. *Morski ribji trg*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 21 str.
- Zheng X., Seiliez I., Hastings N., Tocher D.R., Panserat S., Dickson C.A., Bergot P., Teale A.J. 2004. Characterization and comparison of fatty acyl $\Delta 6$ desaturase cDNAs from freshwater and marine teleost fish species. *Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 139, 2: 269-279
- Žemva A. 2004. Kardioprotektivni učinki ribjega olja in omega-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin. *Zdravniški vestnik*, 73: 37-39
- Žlender B. 2000. Morske in sladkovodne ribe: Sestava in kakovost mesa rib. *Meso in mesnine*, 1, 1: 42-43

ZAHVALA

Iskrena hvala Vam, prof. Salobir za mentorstvo in obenem vso podporo, nasvete, vzpodbude in nenazadnje za strokovni pregled diplomske naloge. Hvala Vam za sproščeno vzdušje in za Vašo pripravljenost biti na razpolago-kadarkoli.

Hvala asist. Levartova za pomoč pri sami izvedbi poskusa, za Vašo prijaznost, nasvete in strokovni pregled diplomske naloge.

Hvala Vam, ga. Mojca Koman Rajšp ter celotnemu osebju v laboratoriju na Oddelku za prehrano, za nesebično pomoč pri izvedbi poskusa, za prijaznost in zaupanje v samostojno raziskovalno delo.

Hvala Vam, prof. Pohar za kritično presojo in strokovni pregled diplomskega dela.

Hvala sošolki Andreji za pomoč pri izvedbi diplomske naloge.

Aleša, hvala ti za lektoriranje nastalega dela, za tistih par neprespanih noči, ki si jih žrtvovala zame.

Hvala Vam, dragi prijatelji in prijateljice za vse vzpodbudne besede, nasvete in zaupanje.

Elvin, hvala za vse opravičene dneve z dela in vzpodbude, ki so pripomogli k nastanku diplomske naloge.

Tomaž, hvala ker preposto si in me sprejemaš tako kot sem, v veselju in žalosti. Hvala za tvojo nesebičnost, potrpežljivost in ljubezen.

Hvala Vam, drage sestrice Rahela, Ina in Lara, ki ste si nič kolikokrat vzele čas in prebirale to nalogo ter pomagale z nasveti in dejanji.

Hvala mami Davida in ati Jože za vso podporo, ljubezen, zaupanje vame.

Zahvala tudi pokojni stari mami Gizeli, ki me je še do nedavnega podpirala s svojo ljubeznijo in v vsakem trenutku mojega življenja verjela vame.