

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Jure RENKO

**PRIMERJAVA SENZORIČNIH IN FIZIKALNO-KEMIJSKIH
LASTNOSTI GOJENIH IN PROSTOŽIVEČIH BRANCINOV
(*Dicentrarchus labrax*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF SENSORY AND PHYSICO-CHEMICAL
PROPERTIES OF CULTURED AND WILD EUROPEAN SEA BASS
(*Dicentrarchus labrax*)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Jure RENKO

**PRIMERJAVA SENZORIČNIH IN FIZIKALNO-
KEMIJSKIH LASTNOSTI GOJENIH IN
PROSTOŽIVEČIH BRANCINOV (*Dicentrarchus labrax*)**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Senzorične in fizikalno-kemijske analize so bile opravljene na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorja diplomskega dela je imenovan prof. dr. Božidar Žlender, za somentorja prof. dr. Jurij Pohar in za recenzentko prof. dr. Lea Gašperlin.

Mentor: prof. dr. Božidar ŽLENDER

Somentor: prof. dr. Jurij POHAR

Recenzent: prof. dr. Lea GAŠPERLIN

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Jure RENKO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 637.56+639.3:543.61:543.92(043)=163.6
KG ribe/gojeni brancin/prostoživeči brancin/*Dicentrarchus labrax*/sestava mesa brancinov/fizikalno-kemijske lastnosti/senzorične lastnosti/maščobnokislinska sestava/n-3 maščobne kisline/tekstura
AV RENKO Jure
SA ŽLENDER, Božidar (mentor)/POHAR, Jurij (somentor)/GAŠPERLIN, Lea (recenzentka)
KZ SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2012
IN PRIMERJAVA SENZORIČNIH IN FIZIKALNO-KEMIJSKIH LASTNOSTI GOJENIH IN PROSTOŽIVEČIH BRANCINOV (*Dicentrarchus labrax*)
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP IX, 55 str., 17 pregl., 6 sl., 102 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI V raziskavi smo primerjali kemijsko in maščobnokislinsko sestavo, instrumentalne parametre za barvo in teksturo mišičnine ter senzorično kakovost prostoživečih in gojenih brancinov. Glavne razlike pri osnovni kemijski sestavi brancinov so bile v značilno večji ($P \leq 0,01$) vsebnosti maščob gojenih brancinov v primerjavi s prostoživečimi (11,0 g/100 g) in posledično manjši vsebnosti vode (68,7 g/100 g). Vsebnost mineralov in beljakovin se ni statistično razlikovala. Senzorično imajo gojeni brancini boljšo aromo in skupni vtis ($P \leq 0,005$), medtem ko se pri ostalih šestih lastnostih ne razlikujejo. V teksturi mesa se skupini rib nista značilno razlikovali, kar potrjuje tudi instrumentalna analiza rezne trdote. Merjenje barve s kromametrom pa je pokazalo na značilno bolj rdečo barvo (višje vrednosti a^*) prostoživečih brancinov ($P \leq 0,05$). Maščobe prostoživečih brancinov so vsebovale največ palmitinske (22,7 ut. %), gojenih pa oleinske kisline (22,9 ut. %). Pri vsebnosti EPK in DHK ni bilo statistično značilnih razlik ($P > 0,05$). V maščobah gojenih brancinov je bilo več VNMK, ENMK in so imele boljše razmerje med VNMK in NMK (0,81 vs. 1,52) ter boljši IA (0,52 vs. 0,39). Prostoživeče ribe so v maščobah imele več NMK, n-3 VNMK in n-3 DV-VNMK ter boljše razmerje med n-6 in n-3 MK (0,32 vs. 1,05). Ob upoštevanju več kot dvakrat višje vsebnosti maščob gojenih brancinov je njihov doprinos za varovanje zdravja učinkovitejši kot pri prostoživečih.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 637.56+639.3:543.61:543.92(043)=163.6
CX fish/cultured European sea bass/wild European sea bass/*Dicentrarchus labrax*/sea bass meat composition/physico-chemical properties/sensory properties/fatty acid composition/n-3 fatty acids/texture
AU RENKO Jure
AA ŽLENDER, Božidar (supervisor)/POHAR, Jurij (co-advisor)/GAŠPERLIN, Lea (reviewer)
PP SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2012
TI COMPARISON OF SENSORY AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF CULTURED AND WILD EUROPEAN SEA BASS (*Dicentrarchus labrax*)
DT Graduation thesis (University studies)
NO IX, 55 p., 17 tab., 6 fig., 102 ref.
LA sl
AL sl/en
AB In research we compared chemical and fatty acid composition, instrumental measured parameters for fish flesh colour and texture and sensory quality of wild and cultured European sea bass. Main differences in basic chemical composition were in significantly higher ($P \leq 0.01$) fat content of cultured fish (11.0 g/100 g) and consequently lower water content (68.7 g/100 g). There were no statistically significant differences in mineral and protein content. In sensory approach cultured sea bass have better flavour and overall impression ($P \leq 0.005$), while in other six properties no significant differences were found. No statistically significant differences were also in texture determined as cutting strength with instrumental texture analyser. Colour measurement with chromameter showed significantly more red colour (higher a^* value) of wild sea bass ($P \leq 0.05$). Wild sea bass fats contained most of palmitic (22.7 weight %), but cultured most of oleic acid (22.9 weight %). EPA and DHA content were not significantly distinguished ($P > 0.05$). In cultured sea bass fats, more PUFA and MUFA were found. They also had better PUFA/SFA ratio (0.81 vs. 1.52) and better IA (0.52 vs. 0.39). Wild sea bass had more SFA, n-3 PUFA, n-3 LC-PUFA and better n-6/n-3 ratio (0.32 vs. 1.05). Considering more than two times higher fat content of cultured sea bass, results in affective contribution in health protection comparing with wild ones.

	str.
KAZALO VSEBINE	
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	VI
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	X
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 OPIS BRANCINA	2
2.1.1 Svetovni ulov brancina	2
2.2 SESTAVA RIBJEGA MESA	7
2.2.1 Ribje beljakovine	9
2.2.1.1 Sarkoplazemske beljakovine	9
2.2.1.2 Miofibrilarne beljakovine	9
2.2.1.3 Stroma beljakovine	10
2.2.2 Lipidi	10
2.2.2.1 Nomenklatura maščobnih kislin	11
2.2.2.2 Maščobne kisline	11
2.2.2.3 Trigliceridi	12
2.2.3 Minerali	13
2.2.4 Vitamini	14
2.3 KAKOVOST RIBJEGA MESA	14
2.3.1 Maščobe in maščobne kisline	14
2.3.1.1 n-3 večkrat nenasičene maščobne kisline	15
2.3.1.2 Razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami	16
2.3.1.3 Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami	16
2.3.1.4 Indeks aterogenosti	17
2.3.2 Beljakovine	17
2.3.2.1 Nebeljakovinski dušik	18
2.3.3 Minerali	18
2.3.4 Senzorična kakovost	19
2.3.4.1 Tekstura	19
2.3.4.2 Barva	20

3 MATERIAL IN METODE	21
3.1 MATERIAL	21
3.2 METODE DELA	21
3.2.1 Priprava vzorcev	21
3.2.2 Določanje vsebnosti vode	22
3.2.3 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi	23
3.2.4 Določanje vsebnosti masti	23
3.2.5 Določanje vsebnosti beljakovin	24
3.2.6 Določanje maščobnokislinske sestave	25
3.2.6.1 Ekstrakcija MEMK	25
3.2.6.2 Plinska kromatografija	26
3.2.6.3 Določanje vsebnosti MK v vzorcu	26
3.2.6.4 Faktor odzivnosti FID (Rf)	27
3.2.6.5 Izračun utežnih deležev MK	27
3.2.7 Merjenje barve	28
3.2.8 Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti	29
3.2.9 Senzorična analiza	29
3.2.10 Statistična obdelava podatkov	30
4 REZULTATI IN RAZPRAVA	31
4.1 MASA IN IZPLEN BRANCINOV	31
4.2 OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA RIB	31
4.3 SENZORIČNA KAKOVOST RIB	32
4.4 INSTRUMENTALNO IZMERJENA BARVA	33
4.5 INSTRUMENTALNO IZMERJENA TEKSTURA	34
4.6 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA	34
4.6.1 Ponovljivost metode določanja maščobnih kislin	34
4.6.2 Maščobnokislinska sestava brancinov	36
5 SKLEPI	44
6 POVZETEK	45
7 VIRI	47
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Količina (v tonah) vzgojenih in ujetih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)	3
Preglednica 2: Količina (v tonah) ujetih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)	5
Preglednica 3 Količina (v tonah) vzgojenih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)	6
Preglednica 4: Primerjava sestave mesa (v %) brancina z nekaterimi najbolj poznanimi ribami (Hands, 1996)	8
Preglednica 5: Primerjava sestave prostoživečih in gojenih brancinov (v %) navedenih v literaturi	8
Preglednica 6: Konverzijski faktorji (FA _i) za preračun MEMK v MK (AOAC Official Method 996.06, 1999)	28
Preglednica 7: Mase (g) očiščenih in neočiščenih brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri in Duncanovim testom	31
Preglednica 8: Rezultati kemijske analiza rib (vrednosti g/100 g vzorca) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri in Duncanovim testom	31
Preglednica 9: Parametri senzorične kakovosti gojenih in prostoživečih brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri ter Duncanovim testom	32
Preglednica 10: Rezultati merjenja barve dveh skupin brancinov s kromametrom Minolta in izračunani osnovni statistični parametri	33
Preglednica 11: Rezultati instrumentalnega merjenja teksture dveh skupin brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	34
Preglednica 12: Ponovljivost meritev določanja maščobnih kislin, izmerjenih na ribi iz skupine prostoživečih brancinov	35
Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava mišičnih lipidov gojenih in prostoživečih brancinov (ut. % od vseh MK)	37
Preglednica 14: Maščobnokislinska sestava gojenih in prostoživečih brancinov (v mg/100g vzorca)	39
Preglednica 15: Prehransko pomembne skupine MK v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v ut. %)	40
Preglednica 16: Razlike med vsebnostmi NMK, ENMK in VNMK pri gojenih in prostoživečih brancinih (v mg/100g)	41
Preglednica 17: Parametri prehranske kakovosti MK pri skupini gojenih in prostoživečih brancinov	42

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Brancin (<i>Dicentrarchus labrax</i>) (FAO, 2011a)	2
Slika 2: Skupna količina (v tonah) vzgojenih in ujetih brancinov med leti 1980-2008 (FAO, 2011c).....	4
Slika 3: Primerjava količin ulovljenih in gojenih brancinov med leti 1980-2008 (FAO, 2011c)	7
Slika 4: Shematski prikaz priprave vzorcev brancinov	22
Slika 5: Vsebnosti maščobnih kislin v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v ut. %).....	41
Slika 6: Vsebnosti maščobnih kislin v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v mg/100g)	42

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ALK	α -linolenska kislina
ANOVA	analiza variance (analysis of variance)
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
ARK	arahidonska kislina
c	cis izomera
D	desnosučna
DHK	dokozaheksaenojska kislina (DHA – docosahexaenoic acid)
DV	dolgoverižne (LC – long-chain)
ENMK	enkrat nenasičene maščobne kisline (MUFA – monounsaturated fatty acids)
EPK	eikozapentaenojska kislina (EPK – eicosapentaenoic acid)
FAO	Organizacija za prehrano in kmetijstvo (Food and Agricultural Organisation)
FID	plinski ionizacijski detektor (flame ionization detector)
FR	delno zadrževanje (Fractional Retention)
IA	indeks aterogenosti (Atherogenic index)
L	levosučna
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
P/S	razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami
Rf	faktor odzivnosti (response factor)
t	trans izomera
TMA	trimetilamin
TMAO	trimetilamin oksid
TVB	skupno število hlapnih baz (total volatile basis)
TVBN	skupno število hlapnega bazičnega dušika (total volatile basic nitrogen)
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline (PUFA – polyunsaturated fatty acids)
WHO	svetovna zdravstvena organizacija (World Health Organisation)

1 UVOD

Ribe imajo pomembno vlogo v prehrani kot bogat vir biološko visokovrednih in lahko prebavljivih beljakovin. Imajo ustrezno maščobnokislinsko sestavo in vsebujejo številne pomembne vitamine in minerale (Skvarča, 2001). Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK), ki se nahajajo v ribah, posebno n-3 in n-6, imajo pomembno vlogo pri zmanjšanju pojavnosti kardiovaskularnih bolezni in raka (Bhourri in sod., 2010).

Brancin (*Dicentrarchus labrax* L.) je ena izmed najpogosteje zaužitih rib v Evropi. Povpraševanje po njem se je v zadnjih 15 letih močno povečalo zaradi njegove hranilne vrednosti, okusa, arome in celokupne kakovosti (Kyrana in Lougovois, 2002). Predvsem v Sredozemlju ima velik gospodarski pomen, saj je poleg orade (*Sparus aurata*), največkrat zastopani prebivalec tamkajšnjih ribogojnic. Poleg gojenih, je na trgu moč dobiti tudi brancine ulovljene v njihovem naravnem habitatu, ki pa so dražji. Pojavlja se vprašanje, ali se obe skupini razlikujeta v senzorični kakovosti in fizikalno-kemijskih lastnostih oz. prehranski vrednosti.

Vzrok za razlike v sestavi mesa obeh skupin rib je v največji meri prehrana. Pri gojenih ribah krma zagotavlja široko zastopanost hranil, ki ne določajo samo hitrosti rasti rib, temveč tudi sestavo mesa, pretežno vsebnost maščobe. Tako lahko z različno prehrano vplivamo na kakovost ribjega mesa in hitrost rasti rib (Izquierdo in sod., 2003). Prostoživeči brancini so plenilci in se hranijo z manjšimi ribami, kozicami, rakci in sipami, kar daje povod za razlike v sestavi mesa med obema vrstama (FAO, 2011a).

V raziskavi smo postavili naslednje hipoteze. Največje razlike pričakujemo v vsebnosti maščob, ki bi jih naj bilo več pri gojenih ribah, in maščobnokislinski sestavi. Dozdajšnje raziskave so pokazale boljšo kakovost maščob prostoživečih brancinov, če kot parametre kakovosti vzamemo vsebnost n-3 maščobnih kislin (MK), razmerje med VNMK in nasičenimi maščobnimi kislinami – NMK (P/S indeks), razmerje med n-3 in n-6 maščobnimi kislinami, indeks aterogenosti (IA) ter vsebnost eikozapentaenojske (EPK ali C20:5 n-3) in dokozaheksaenojske kisline (DHK ali C22:6 n-3). Vsebnost beljakovin in mineralov se naj ne bi bistveno razlikovala med obema skupinama rib.

Senzorična kakovost, ocenjena s strani izšolanih preizkuševalcev, se bo razlikovala, vendar je težko predvideti, katera vrsta rib bo bolje ocenjena. Barva presne mišičnine bo merjena tudi s kromametrom, da se bodo videle razlike tudi med obema metodama vrednotenja. Podobno velja za teksturo, ki se bo poleg senzorično ocenjevala tudi instrumentalno. Na splošno, naj bi imele gojene ribe mehkejšo teksturo in blažji okus kot prostoživeče ribe, kar gre pripisati razlikam v mišični strukturi, povprečni sestavi in vsebnosti aromatičnih komponent mesa (Johnston in sod., 2006). Maščobe in v njih topne organske spojine izboljšujejo okus, vonj, teksturo in sočnost hrane (Plestenjak in Golob, 2000), zato pričakujemo boljše senzorične lastnosti pri ribah z večjo vsebnostjo le-teh. Na večjo zaželenost prostoživečih rib pri potrošnikih vpliva predvsem geografski izvor ter neznani okoljski in prehranski dejavniki (Johnston in sod., 2006).

2 PREGLED OBJAV

2.1 OPIS BRANCINA

Brancin velja za eno izmed najkvalitetnejših morskih rib. Ima srebrn trup s temnejšim hrbtom in belim trebuhom. Zraste lahko do dolžine 90 centimetrov in lahko tehta do 7 kilogramov, čeprav v povprečju tehtajo od 1-3 kg. Brancini so plenilci, ki živijo v manjših skupinah. Najdemo jih tudi v jezerih s slano vodo ter večjih rečnih deltah (Whiteman, 2001).



Slika 1: Brancin (*Dicentrarchus labrax*) (FAO, 2011a)

Brancini so evritermni (5-28 °C) in evrihalini (nad 3 ‰). Sezona drstenja brancinov v Mediteranu je pozimi (od decembra do marca), v Atlantiku pa vse do junija. Glede na to, da niso preveč občutljivi na nizke temperature, lahko nekateri brancini prezimijo v priobalnem predelu, namesto da se vračajo na odprto morje (FAO, 2011a). Brancini so plenilci in se hranijo z manjšimi ribami in različnimi vrstami rakov. Po izvalitvi se mladice zadržujejo med algami, ki jim nudijo zavetje. V plitvo morje ob obali se premaknejo, ko so stare od 2-3 mesece in dolge približno 4-5 centimetrov. Na odprto morje odplavajo šele po nekaj letih. Brancini spolno dozori, ko so stari od 4-6 let in veliki približno 35 cm, njihova življenjska doba pa je 20 let (Fish in Fish, 2011).

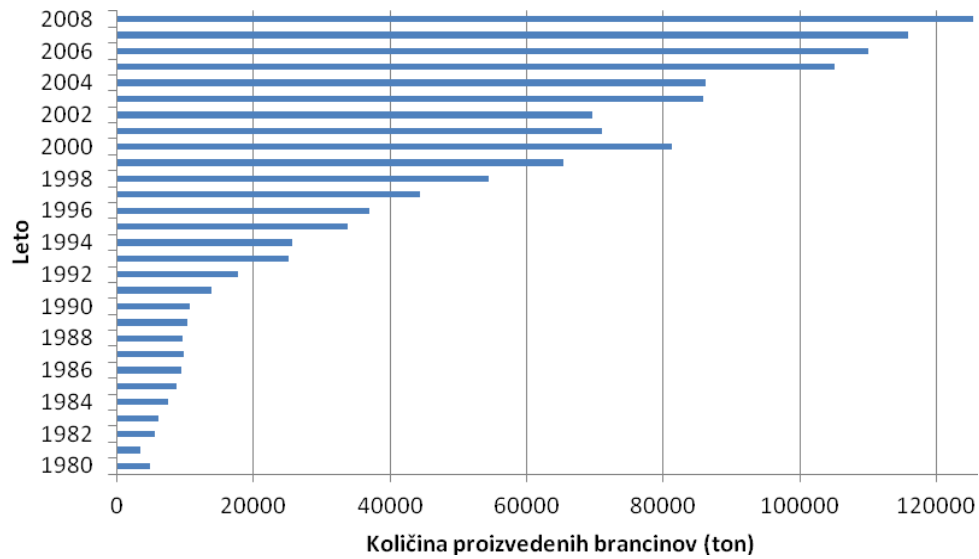
Gojenje brancinov se je razmahnilo v obalnih lagunah in rezervoarjih podvrženih plimi, kjer so gojili mladice ujete na morju. Do masovne proizvodnje mladice je prišlo v poznih 60-ih letih, ko je bila mogoča reprodukcija rib. Sedaj se glavnina brancinov vzgoji v morskih kletkah. Potrebno je pogosto hranjenje z ribjim obrokom ter sprotno preverjanje velikosti rib, kajti v nasprotnem primeru lahko pride do velikih razlik v rasti in do kanibalizma (FAO, 2011a).

2.1.1 Svetovni ulov brancina

Brancin je poleg orade, ena izmed najpogosteje gojenih rib v Mediteranu (Grigorakis, 2007). Največ brancinov (ulovljenih in vzgojenih) prihaja iz Turčije, sledijo pa Grčija, Španija, Italija, Francija in Egipt (preglednica 1). V razred večjih pridelovalk spadajo še Hrvaška, Ciper, Portugalska, Tunizija in Velika Britanija. Ostale države pridelovalke manjših količin brancinov pa so Alžirija, Bosna in Hercegovina, Bolgarija, Kanalski otoki, Danska, Dominikanska Republika, Nemčija, Islandija, Irska, Libija, Malta, Norveška, Oman, Albanija, Belgija, Izrael, Maroko, Nizozemska, Združeni arabski emirati in Slovenija (FAO, 2011c).

Preglednica 1: Količina (v tonah) vzgojenih in ujetih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)

Leto	Hrvaška	Ciper	Egipt	Francija	Grčija	Italija	Portugalska	Španija	Tunizija	Velika Britanija	Turčija	Slovenija	Ostalo	SKUPAJ
1980				2218	5	1700	454	52		134	304		27	4894
1981				1235	5	1265	380			147	390		26	3448
1982				2962	128	1194	560	330		149	230		32	5585
1983				2617	98	1381	436	298		231	1007		27	6095
1984		1		4216	141	1824	427	430	2	145	317		104	7607
1985		1		3933	222	3155	310	375	15	106	653		44	8814
1986		1		4173	344	2977	462	419	30	129	814		207	9556
1987				4562	247	3320	325	440	40	128	699		75	9836
1988		3		3905	286	2927	167	480	316	171	1339		141	9735
1989		10		3896	758	2714	11	441	300	201	1727		297	10355
1990		15		3288	2204	2590	93	572	283	191	1246		285	10767
1991		15	720	3481	2801	3541	79	520	305	262	1766		415	13905
1992	383	19	720	3615	5664	3942	61	505	161	157	1996	6	508	17737
1993	174	34	1139	4631	7926	4593	154	735	419	249	4318	13	787	25172
1994	182	20	720	4642	7363	5378	247	808	571	549	4113	34	1070	25697
1995	247	99	1184	5186	10068	8233	333	907	230	722	4889	31	1686	33815
1996	172	100	1704	5327	12117	6281	384	1227	210	582	7621	53	1201	36979
1997	394	57	2691	5126	15573	6630	555	985	565	572	9750	29	1391	44318
1998	1183	205	4171	5893	18727	7739	551	1393	551	501	12610	54	847	54425
1999	1320	298	3387	6728	24702	9081	756	1768	254	687	15650	36	672	65339
2000	1322	299	10657	7172	26998	10295	702	2507	202	406	19777	47	905	81289
2001	1533	383	1641	6929	25642	12235	968	2891	461	457	16746	64	996	70946
2002	1802	422	2575	7600	24329	10604	851	3882	649	640	15052	29	1170	69605
2003	1818	448	3193	8874	27891	13012	1431	4227	457	601	21682	62	2180	85876
2004	2303	698	2754	8230	26447	10149	1302	4332	466	633	26925	80	1854	86173
2005	2012	583	5304	9363	31787	6418	1707	6193	633	516	38071	26	2542	105155
2006	2417	590	2118	8963	35329	8473	2045	8360	492	576	38898	31	1657	109949
2007	2821	740	2569	8586	35572	8710	1687	9784	793	715	42321	16	1560	115874
2008	2710	752	6245	6447	35518	8686	1475	10303	788	813	50021	54	1475	125287



Slika 2: Skupna količina (v tonah) vzgojenih in ujetih brancinov med leti 1980-2008 (FAO, 2011c)

Po podatkih FAO (Food and Agriculture Organisation, 2011c) se je svetovna proizvodnja brancinov v preteklem desetletju več kot podvojila. Glede na celotno količino vseh morskih organizmov so brancini na 238., na Mediteranu in v Črnem morju pa na 11. mestu. V naravnem habitatu ulovljeni brancini so v svetovnem merilu na 476. mestu, v primerjavi z ostalo ulovljeno morskno hrano, v Mediteranu in v Črnem morju pa na 60. mestu. Količina ulovljenih brancinov se ne povečuje.

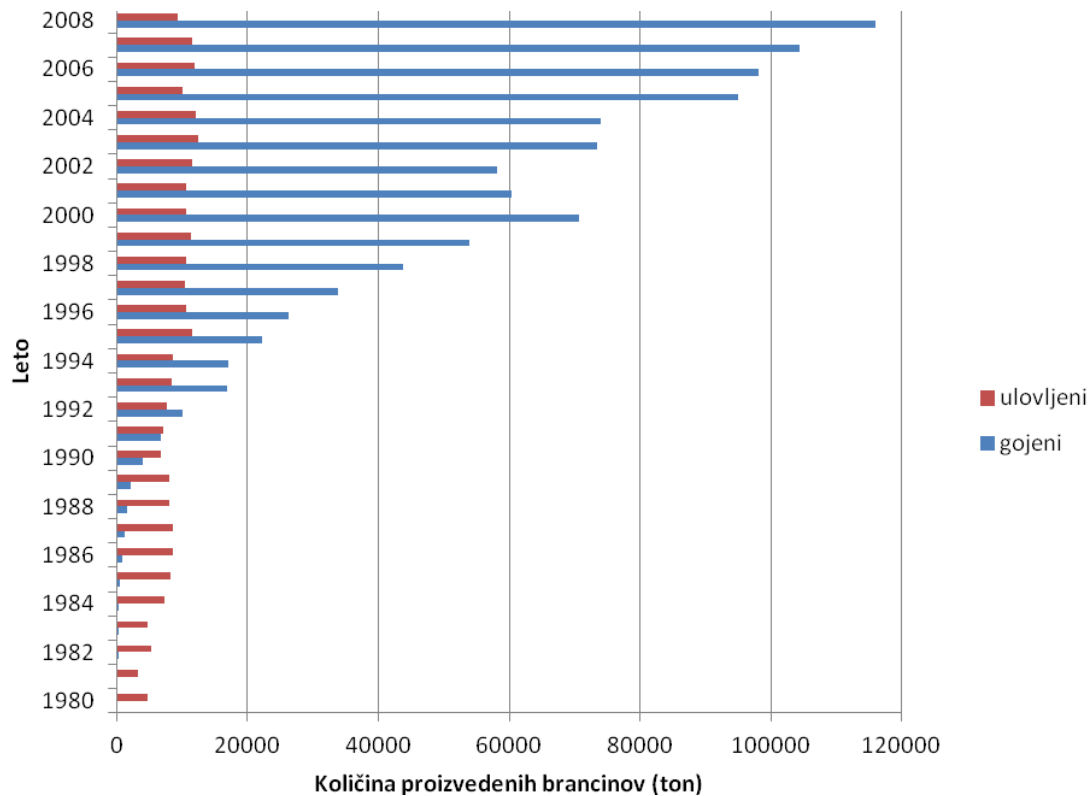
Preglednica 2: Količina (v tonah) ujetih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)

Leto	Egipt	Francija	Grčija	Italija	Nizozemska	Portugalska	Španija	Turčija	Velika Britanija	Slovenija	Ostalo	SKUPAJ
1980		2218		1580		449	52	304	134		27	4764
1981		1235		1115		370		390	147		26	3283
1982		2962	118	994		540	330	230	149		32	5355
1983		2617	78	131		406	298	1007	231		27	4795
1984		4216	101	1544		392	430	317	145		102	7247
1985		3863	162	2815		268	346	653	106		20	8233
1986		4083	254	2427		410	388	814	129		102	8607
1987		4422	177	2570		273	402	694	128		19	8685
1988		3760	176	1997	11	115	451	1334	171		53	8068
1989		3646	458	1614	2	6	417	1676	201		90	8110
1990		2988	252	1540		91	541	1144	191		99	6846
1991		3067	271	2003		76	428	989	262		65	7161
1992		3065	621	2116		53	362	1188	157		36	7598
1993	419	3301	581	2127		71	365	1160	249		88	8361
1994		2504	493	2528		107	457	1884	549		83	8605
1995	429	2530	529	4633		68	446	2116	722	2	92	11567
1996	727	3330	455	2481	8	57	534	2411	582		89	10674
1997	453	3012	380	2030	1	40	474	3450	572		89	10501
1998	559	2793	258	1889	49	38	457	3950	501		142	10636
1999	662	3503	289	1881	32	37	541	3650	687	1	173	11456
2000	626	4152	345	2195	60	49	670	1900	406	1	206	10610
2001	800	4208	300	2735	79	43	584	1200	457	5	165	10576
2002	1336	4064	469	3428	96	43	543	713	640	4	151	11487
2003	1404	4998	567	3412	164	47	387	700	589	7	245	12520
2004	942	4792	681	3318	192	67	530	628	621	2	336	12109
2005	1112	5450	828	156	327	177	480	581	516	1	483	10111
2006	1746	5724	1289	138	308	461	597	490	576	1	558	11888
2007	1971	5346	812	205	376	495	632	421	715	1	569	11543
2008	1862	3247	482	186	380	406	563	751	790	4	608	9279

V Sredozemlju močno narašča količina brancinov proizvedenih v t.i. akvakulturi. Medtem ko se leta 1980 skorajda ni dalo dobiti brancinov iz ribogojnic, v zadnjih letih predstavljajo že več kot 80 % vseh na trgu. Tu lahko iščemo tudi vzroke za manjšo ceno tovrstnih rib. Po pogostosti gojenja se brancin v svetu uvršča na 87. mesto med vso v akvakulturi pridelano morskoro hrano, v Sredozemlju in Črnem morju pa celo na 4. mesto. V večji količini so gojene le orade (*Sparus aurata*), mediteranska klapavica (*Mytilus galloprovincialis*) in japonska kočica (*Ruditapes philippinarum*). Slednji dve spadata med školjke, tako da je brancin druga najpogostejše gojena riba v Sredozemlju (FAO, 2011c).

Preglednica 3 Količina (v tonah) vzgojenih brancinov med leti 1980-2008 v posameznih državah (FAO, 2011c)

Leto	Hrvaška	Ciper	Egipt	Francija	Grčija	Italija	Portugalska	Španija	Tunizija	Turčija	Slovenija	Ostalo	SKUPAJ
1980					5	120	5						130
1981					5	150	10						165
1982					10	200	20						230
1983					20	250	30						300
1984		1			40	280	35		2			2	360
1985		1		70	60	340	42	29	15			24	581
1986		1		90	90	550	52	31	30			105	949
1987				140	70	750	52	38	40	5		56	1151
1988		3		145	110	930	52	29	316	5		77	1667
1989		10		250	300	1100	5	24	300	51		205	2245
1990		15		300	1952	1050	2	31	283	102		186	3921
1991		15	720	414	2530	1538	3	92	305	777		350	6744
1992	383	19	720	550	5043	1826	8	143	161	808	6	472	10139
1993	174	34	720	1330	7345	2466	83	370	419	3158	13	699	16811
1994	182	20	720	2138	6870	2850	140	351	571	2229	34	987	17092
1995	247	99	755	2656	9539	3600	265	461	230	2773	29	1594	22248
1996	172	100	977	1997	11662	3800	327	693	210	5210	53	1104	26305
1997	394	57	2238	2114	15193	4600	515	511	565	6300	29	1301	33817
1998	1152	205	3612	3100	18469	5850	513	936	551	8660	54	687	43789
1999	1300	298	2725	3225	24413	7200	719	1227	254	12000	35	487	53883
2000	1300	299	10031	3020	26653	8100	653	1837	202	17877	46	661	70679
2001	1520	383	841	2721	25342	9500	925	2307	461	15546	59	765	60370
2002	1800	422	1239	3536	23860	7176	808	3339	649	14339	25	925	58118
2003	1813	448	1789	3876	27324	9600	1384	3840	457	20982	55	1788	73356
2004	2300	698	1812	3438	25766	6831	1235	3802	466	26297	78	1341	74064
2005	2000	583	4192	3913	30959	6262	1530	5713	633	37490	25	1744	95044
2006	2400	590	372	3239	34040	8335	1584	7763	492	38408	30	808	98061
2007	2800	740	598	3240	34760	8505	1192	9152	793	41900	15	636	104331
2008	2700	752	4383	3200	35036	8500	1069	9740	788	49270	50	520	116008



Slika 3: Primerjava količin ulovljenih in gojenih brancinov med leti 1980-2008 (FAO, 2011c)

Iz slike 3 je razvidno, da se je gojenje brancinov močneje razmahnilo šele v zadnjih 20-ih letih. V letu 1991 je bilo na tržišču približno polovico brancinov iz vsake skupine, sedaj je gojenih brancinov več kot 12-krat več.

2.2 SESTAVA RIBJEGA MESA

Ribe, podobno kot večina živalskih proizvodov, vsebujejo vodo, beljakovine in druge dušikove spojine, lipide, ogljikove hidrate, minerale in vitamine. Kemijska sestava rib variira od vrste do vrste, znotraj njih pa se spreminja glede na starost, spol, okolje in letni čas. Proteini in lipidi so glavna komponenta, medtem ko je ogljikovih hidratov zelo malo (manj kot 0,5 %) (FAO, 2011b).

Podatki o vsebnosti vode, pepela, beljakovin in maščob so za veliko vrst rib zbrani v Bailey's Industrial Oil and Fat Products (Hands, 1996). V preglednici 4 so podatki za brancina primerjani z nekaterimi bolj znanimi ribami na našem trgu.

Preglednica 4: Primerjava sestave mesa (v %) brancina z nekaterimi najbolj poznanimi ribami (Hands, 1996)

	Voda	Pepel	Proteini	Masčobe	NMK	ENMK	VNMK	n-3	n-6	
slanik (<i>Clupea harengus</i>)	72,1	1,47	18	9,05	2,04	3,74	2,13	1,67	0,19	
skuša (<i>Scomber scombrus</i>)	63,6	1,36	18,6	13,9	3,26	4,06	4,76	2,46	0,402	
Losos – gojen (<i>Salmo salar</i>)	68,9	1,06	19,9	10,9	2,18	3,87	3,93	2	1,74	
šarenka - gojena (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	72,7	1,44	20,9	5,41	1,55	1,54	1,81	0,986	0,735	
brancin kuhan/pečen	–	72,1	1,41	23,6	2,57	0,655	0,544	0,953	0,762	0,031
brancin (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	78,3	1,1	18,4	2,01	0,511	0,424	0,743	0,595	0,24	

Vsebnost beljakovin in mineralov ni tako spremenljiva kot pri lipidih, saj ni zelo odvisna od prehrane, temveč predvsem od vrste ribe, genetskih značilnosti in velikosti. Do največjih razlik v sestavi mesa prihaja zaradi okolja, v katerem je riba živela. S tem mislimo na to, ali je bila riba gojena oz. je zrasla v naravnem habitatu. Gojene ribe vsebujejo več lipidov zaradi dostopne hrane z večjo vsebnostjo le teh. Količina lipidov pri prostoživečih ribah je največ odvisna od tipa prehrane in njene dostopnosti (Haard, 1992).

Preglednica 5: Primerjava sestave prostoživečih in gojenih brancinov (v %) navedenih v literaturi

avtor	vrsta ribe	voda	lipidi	beljakovine	minerali
Alasalvar in sod., 2002	G	72,2 ± 1,8	5,2 ± 1,3	20,7 ± 1,0	1,5 ± 0,1
	P	75,5 ± 3,6	1,4 ± 1,3	19,2 ± 0,7	1,5 ± 0,1
Fuentes in sod., 2010*	G	74,6 ± 0,3	4,4 ± 0,7	19,1 ± 0,3	1,2
	P	77,5 ± 0,2	1,0 ± 0,7	21,6 ± 1,2	1,3
Periago in sod., 2005	G	72,6 ± 0,7	6,7 ± 1,6	23,4 ± 1,7	/
	P	69,5 ± 1,5	9,2 ± 5,0	17,6 ± 0,4	/
Grigorakis, 2007	G	71,2 ± 2,9	6,4 ± 1,6	20,9 ± 1,4	1,4 ± 0,3
	P	72,6 ± 3,6	5,7 ± 3,1	18,9 ± 1,5	1,2 ± 0,2

G – gojeni brancin; P – prostoživeči brancin; *podatki za gojene brancine v Grčiji

Rezultati dozdejšnjih primerjav med gojenimi in prostoživečimi brancini (preglednica 5) kažejo na razlike med skupinama, predvsem pri vsebnosti lipidov. Njihova vsebnost je bila večja pri gojenih brancinih, razen v rezultatih, ki jih navaja Periago in sod. (2005), kjer so izmerili tudi veliko večjo vsebnost beljakovin pri gojeni vrsti. Najmanjše razlike so v vsebnosti mineralov.

Pri primerjavi brancinov, gojenih v morski in sladki vodi (Eroldoğan in sod., 2003), so ugotovili, da praktično ne prihaja do razlik med sestavo mesa, vendar brancini gojeni v slani vodi zrastejo od 20-30 % več v istem času pri isti prehrani.

2.2.1 Ribje beljakovine

Vsebnost beljakovin v ribah se giblje med 11-27%. Četrtno te vrednosti pa lahko doseže nebeljakovinski dušik, ki je definiran kot v vodi topna komponenta, ki vsebuje dušik nebeljakovinske narave in ima majhno molekulsko maso (FAO, 2011b). Sem spadajo proste aminokisljine, peptidi, amini, amino oksidi, gvanidini, amonijeve spojine, poliamini, nukleotidi in njihovi razgradnji produkti, sečnina in nukleinske kisline (Shahidi, 1994).

Beljakovine pri ribah delimo na sarkoplazemske, miofibrilarne in beljakovine stroma tipa. Beljakovine so sestavni del kontraktilnih nitk – miofibril (aktinski in miozinski filamenti), sarkoplazme in strome skeletnega mišičnega vlakna. Skeletne mišice vsebujejo tudi mišično barvilo mioglobin, ki je po kemični sestavi podoben hemoglobinu (Fazarinc in Rajar, 2003). Mišice temnejše barve ribe uporabljajo za plavanje pri nizkih hitrostih, medtem ko so bele mišice odgovorne za kratkotrajno gibanje pri maksimalni hitrosti in hitro potrošnja mišične energije (Carpene in sod., 1998). Vsebnost beljakovin je manj odvisna od zunanjih dejavnikov, kot sta vrsta in količina hrane, temveč bolj od intrinzičnih, kot so vrsta ribe, sorta in velikost (Periago in sod., 2005).

Med gojenimi in prostoživečimi brancini avtorji niso našli statistično značilnih razlik v vsebnosti beljakovin (Alasalvar s sod, 2002a; Grigorakis, 2007; Fuentes in sod., 2010), oz. je teh več pri gojeni vrsti (Periago in sod., 2005; Yildiz in sod., 2007).

2.2.1.1 Sarkoplazemske beljakovine

Sarkoplazemske beljakovine so topne v nevtralni solni raztopini z nizko ionsko jakostjo ($<0,15 \text{ mol/dm}^3$) in predstavljajo približno 30 % vseh mišičnih beljakovin (FAO, 2011b). Mednje štejemo mioglobin, hemoglobin, encime in druge albumine. Mišična vlakna z večjo vsebnostjo sarkoplazemskih beljakovin imajo temnejšo barvo. Nekatere vrste rib iz morij z mrzlo vodo vsebujejo karakteristične proteine (protizmrzalni proteini, glikoproteini), ki prav tako spadajo med sarkoplazemske. Sarkoplazemski encimi (glikolitični, hidrolitični) so odgovorni za poslabšanje kvalitete ribjega mesa po smrti. Različne proteinaze najdene v sarkoplazemski frakciji, lahko nadalje katalizirajo razgradnjo dušikovih spojin v mišičnem tkivu. Aktivnost teh encimov je odvisna od vrste ribe, tipa mišičnih vlaken, ravnanja z ribo po ulovu ter od sezonskih in okoljskih dejavnikov (Shahidi, 1996).

2.2.1.2 Miofibrilarne beljakovine

Miofibrilarne beljakovine so topne v nevtralni solni raztopni pretežno visoke ionske jakosti ($0,5 \text{ mol/dm}^3$) (FAO, 2011b). Največjo količino miofibrilarnih proteinov v mišicah morskih živali predstavljajo miozin, aktin, tropomiozin in troponini C, I in T. Njihova vrednost je od 40-60 % vseh beljakovin. Ti proteini se ne razgradijo med *rigor mortis*-om in dolgotrajnejšim zamrzovanjem. Miozin je najbolj zastopana frakcija miofibrilarnih proteinov (50-60 %). Miozinske molekule so sestavljene iz dveh težjih verig (200 in 240 kD), ki sta z nekovalentno vezjo povezani z dvema paroma lažjih verig (16-28 kD) (Shahidi, 1996).

2.2.1.3 Stroma beljakovine

Stroma beljakovine oz. beljakovine vezivnega tkiva so sestavljene iz kolagena in elastina v vezivnem tkivu in predstavljajo do 10 % vseh proteinov v ribah. Vsebnost kolagena v mišicah je odvisna od vrste, prehranjevalnega režima in stopnje odraslosti ribe. Čeprav večja vsebnost kolagena vpliva na slabšo teksturo mesa, pa pri ribah tak problem ne obstaja (Shahidi, 1996). Ribji kolagen se hitro razgradi, ker je zelo termolabilen. Njegova hidroliza se prične že pri 35 °C (kolagen v mesu klavnih živali pri 60 °C), zato se mišični segmenti ločijo eden od drugega in to vpliva na hitro mehčanje ribjega mesa (Skvarča, 2001).

Ugotovili so (Periago in sod., 2005), da kljub večji vsebnosti beljakovin, gojeni brancini vsebujejo značilno manj kolagena in hidroksiprolina v primerjavi s prostoživečimi. Hidroksiprolin je značilna komponenta vseh vrst kolagena in predstavlja približno 14 % aminokislin v njem (Candy in sod., 2008).

2.2.2 Lipidi

Lipidi so biološko pomembne organske snovi. Nahajajo se v vseh živih organizmih in igrajo pomembno vlogo tako v živalskem kot tudi v rastlinskem svetu. Lipidi so glavna sestavina bioloških membran. So glavni vir energije celice ter v živih organizmih delujejo kot antigeni, receptorji, senzorji in biološki detergenti.

Delitev lipidov:

- lipidi, ki ne hidrolizirajo:
 - ogljikovodiki: alkani, karotenoidi (skvalen, β -karoten),
 - alkoholi: dolgoverižni alkoholi (C_{10} in več), steroli (holesterol),
 - kisline: dolgoverižne maščobne kisline (C_{10} in več),
- enostavni estri:
 - maščobe (maščobne kisline + glicerol),
 - voski (maščobne kisline + alkohol),
 - sterolni estri (maščobne kisline + holesterol),
- fosfolipidi:
 - fosfatidne kisline (maščobne kisline + glicerol + fosfat),
 - fosfatidi (maščobne kisline + glicerol + fosfat + aminoalkohol),
- glikolipidi:
 - cerebrozidi (maščobna kislina + sfingozin + sladkor),
 - gangliozidi (maščobna kislina + sfingozin + sladkor + neuraminska kislina) (Polak, 2006).

Glede na vsebnost lipidov, delimo ribe na:

- puste (<2 % maščob): polenovka (*Gadus* spp.), navadni ostriž (*Perca flavescens*),
- suhe (2-4 % maščob): iverke, morski list (*Solea* spp.),
- srednje mastne (4-8% maščob): losos (*Oncorhynchus* spp.),
- mastne (>8 % maščob): skuša (*Scomber* spp.) (Ackman, 1990).

Različni sistemi vzreje in prehranjevanja pri brancinih vplivajo na kakovost mesa, posebno na količino in kakovost maščob (Xiccato in sod., 2004). Vsebnost lipidov je bila v večini raziskav značilno večja pri gojenih brancinih (Alasalvar in sod., 2002a; Orban in sod., 2002; Orban s sod., 2003; Saĝglik in sod., 2003; Bell in sod., 2007; Nasopoulou in sod., 2007; Fuentes in sod., 2010; Bhourri in sod., 2010), pri nekaterih pa ni bilo opaženih statistično značilnih razlik med skupinama (Periago in sod., 2005; Grigorakis, 2007).

2.2.2.1 Nomenklatura maščobnih kislin

Poimenovanje maščobnih kislin je zelo različno. Nekateri uporabljajo trivialna imena, ki temeljijo na osnovi botaničnih in zooloških virov in nimajo nič skupnega s samo strukturo maščobne kisline. Prepoznavanje le-te pa je s svojim poimenovanjem predlagal IUPAC, tako da maščobne kisline poimenujemo glede na osnovi števila ogljikovih atomov v verigi ter na položaj in število nenasičenih vezi glede na karboksilno skupino. Ravno tako poimenujemo in označimo položaj substituiranih skupin ter optično aktivnost (L, D) in geometrijsko konfiguracijo dvojnih vezi. S prehranskega stališča pa je najbolj zanimivo poimenovanje s črko n (ω) ter številko, na katerem atomu je dvojna vez. Šteje se od metilne proti karboksilni skupni (Polak, 2006).

2.2.2.2 Maščobne kisline

Značilna komponenta lipidov so maščobne kisline. Maščobne kisline vsebujejo dolgo alkilno verigo, ki vsebuje od 4-24 ogljikovih atomov. Molekula maščobne kisline vsebuje eno samo polarno skupino, karboksilno skupino, in dolgo nepolarno alkilno verigo. Zaradi tega so maščobne kisline netopne v vodi. V celicah se ne nahajajo prosto, ampak so vedno kovalentno vezane na glicerol. Alkilna veriga je lahko popolnoma nasičena, kar pomeni, da vsebuje samo enojne vezi. Nenasičena pa vsebuje eno ali več dvojnih vezi. V splošnem so nenasičene kisline dvakrat bolj pogosto zastopane kot nasičene kisline in to tako v živalskih, kot tudi v rastlinskih lipidih (Polak, 2006).

Ribje maščobe vsebujejo do 40 % dolgoverižnih MK (14-22 ogljikovih atomov), ki so večkrat nenasičene. Odstotek VNMK s štiri, pet ali šest dvojnimi vezmi je manjši pri sladkovodnih ribah (približno 70 % vseh VNMK) kot pri morskih ribah (približno 88 % vseh VNMK). Sestava lipidov ni fiksna in se lahko spreminja s hrano in letnim časom (FAO, 2011b).

Vse do sedaj zasledene primerjave gojenih in prostoživečih brancinov so pokazale na večjo oz. značilno večjo vsebnost VNMK pri prostoživeči skupini rib (Krajnović-Ozretić in sod., 1994; Alasalvar in sod., 2002b; Orban in sod., 2002; Saĝglik in sod., 2003; Orban in sod., 2003; Periago in sod., 2005; Grigorakis, 2007; Erdem in sod., 2009; Fuentes in sod., 2010; Bhourri in sod., 2010). Posledično je imela ta skupina manjšo vsebnost ENMK in nasičenih MK. Med posameznimi MK so v največji količini prisotne oleinska (C18:1 n-9), palmitinska (C16:0), DHK (C22:6 n-3), EPK (C20:5 n-3) in linolna kislina (LK, C18:2 n-6).

Pri prostoživečih brancinih je najbolj zastopana palmitinska kislina (Alasalvar in sod., 2002b; Fuentes in sod., 2010), DHK (Bell in sod., 2007; Bhourri in sod., 2010) oz. oleinska kislina (Periago in sod., 2005; Erdem in sod., 2009). Vsebnost palmitinske kisline je od 18,9 (Erdem in sod., 2009) do 24,6 ut. % (Fuentes in sod., 2010), DHK je od 12,7 (Erdem in sod., 2009) do 24,4 ut. % (Bhourri in sod., 2010), oleinske kisline od 11,1 (Alasalvar in sod., 2002b) do 22,5 ut. % (Periago in sod., 2005) in EPK od 5,0 (Erdem in sod., 2009) do 12,2 ut. % (Fuentes in sod., 2010). Z izjemo omenjenih je pri prostoživečih brancinih največjo vsebnost dosegla LK, in to 14 ut. % (Periago in sod., 2005), ter arahidonska kislina (ARK, C20:4 n-6), katere vsebnost je dosegla 7,8 ut. % pri raziskavi, ki jo je opravil Bhourri in sod. (2010).

Gojeni brancini vsebujejo največ oleinske kisline (Alasalvar in sod., 2002b; Periago in sod., 2005; Bell in sod., 2007; Erdem in sod., 2009; Fuentes in sod., 2010), njena količina je od 17,5 (Bhourri in sod., 2010) do 28,3 ut. % (Fuentes in sod., 2010). Druga po pogostosti pojavljanja v gojeni vrsti brancinov je palmitinska kislina, ki jo je od 17,6 (Bell in sod., 2007) do 21,5 ut. % (Periago in sod., 2005; Fuentes in sod., 2010). Bhourri in sod. (2010) je izmeril največjo vsebnost DHK (23,0 ut. %), ki je sicer tretja najbolj prisotna MK pri gojeni sorti. Naslednji po zastopanosti sta LK, ki jo je od 5,7 (Alasalvar in sod., 2002b) do 13,6 ut. % (Fuentes in sod., 2010) in EPK z vsebnostjo od 6,0 (Alasalvar in sod., 2002b) do 9,1 ut. % (Bell in sod., 2007).

Skupina raziskovalcev (Person-Le Ruyet in sod., 2004) je poskušala ugotoviti, ali zmanjšan vnos n-3 VNMK v prehrano mladice brancinov, vpliva na njihovo zmanjšano prilagodljivost na višjo temperaturo. Ugotovili so, da ni bilo drastičnega vpliva.

Robin in Skalli (2007) sta poskušala ugotoviti, koliko n-3 VNMK, zaužitih s prehrano brancinov, se pojavi v samih ribah po hranjenju, t.i. FR indeks (Fractional Retention). To razmerje je bilo za n-3 VNMK od 0,5 do 0,6; pri linolni kislini 0,75 in pri linolenski 0,7.

Ob spremljanju MK sestave brancinov pri različnih načinih termične obdelave so ugotovili (Yanar in sod., 2007), da se pri pečenju, pečenju na žaru in mikrovalovnem segrevanju MK sestava ni značilno spremenila. Izjema je bilo cvrtje v sončničnem olju, kjer so fileji brancina absorbirali oleinsko kislino (C18:1 n-9), linolno kislino (C18:2 n-6), NMK in VNMK. Ti fileji so imeli tudi najslabše razmerje med n-6 in n-3 MK.

2.2.2.3 Trigliceridi

Najbolj pogosti in najbolj preprosti naravni lipidi so triacilgliceroli, ki jih pogosto imenujemo maščobe, nevtralne maščobe ali trigliceridi. Triacilgliceroli so estri glicerola z enakimi ali različnimi maščobnimi kisljinami. Triglicerid je sestavljen iz treh maščobnih kislin, pritrjenih na glicerol (Drummond in Brefere, 2009). Predstavljajo glavnino maščob, niso pa vezani v membranah celic. V organizmu so shranjeni kot koncentrirane energijske rezerve v maščobnih celicah tkiv, nekaj pa jih kroži s krvjo kot lipoproteini (Polak, 2006). Poleg fosfolipidov predstavljajo glavnino maščob pri ribah kostnicah (FAO, 2011b).

2.2.3 Minerali

Vsebnost mineralov je na grobo ocenjena kot vsebnost pepela, kjer so minerali v obliki oksidov, sulfatov, fosfatov, nitratov in kloridov. Minerale lahko razdelimo glede na njihovo nujnost človeškemu organizmu:

- esencialni makro minerali (priporočljiv vnos >100 mg/dan): kalcij, kalij, natrij, magnezij, klor in fosfor,
- elementi v sledovih – mikro minerali (priporočljiv vnos <100 mg/dan): krom, kobalt, baker, jod, železo, mangan, molibden, selen, silicij, cink, fluor in nikelj,
- nehranljivi in toksični minerali: merkurij, svinec, arzen in kadmij (Artola, 2004).

Morski organizmi absorbirajo minerale iz hrane in iz vode, s katero so obkroženi. Shranijo jih v kostno tkivo in organe (Alasalvar in sod., 2002b). Nekateri minerali, kot so Cu, Zn, Mn, Fe in Se, imajo lahko antioksidativne lastnosti, še posebno, če so vključeni v proteine. Elementi Hg, Cd in Pb so prisotni v vodi predvsem zaradi nevestnega človeškega ravnanja z morji, jezeri in rekami. Ob vstopu teh elementov v prehranjevalno verigo, lahko povzročijo številne zdravstvene težave pri potrošnikih (Custodio in sod., 2011). Surovo meso morskih rib vsebuje v povprečju 0,6-1,5% mineralov. Najpomembnejši med njimi so odgovorni za normalno delovanje človeškega organizma: natrij, kalij, magnezij, kalcij, železo, fosfor in jod (Erkan in Özden, 2007).

Vsebnost mineralov je pri skupinah prostoživečih in gojenih brancinov podobna (Alasalvar in sod., 2002b; Orban in sod., 2002; Yildiz in sod., 2007; Fuentes in sod., 2010), medtem ko so nekateri izmerili značilno večjo vsebnost mineralov pri gojeni vrsti (Grigorakis, 2007; Yildiz, 2008). Bhoury in sod. (2010) je določil različno vsebnost posameznih mineralov v različnih tkivih (hrbta mišica, trebušna mišica in jetra) pri obeh skupinah rib, najbolj pogosto zastopani minerali so bili kalij, natrij, kalcij in magnezij. Kalcij in kalij sta bila prisotna v največjih koncentracijah tudi pri primerjavi vsebnosti mineralov pri brancinih, ki so jo opravili Custodio in sod. (2011). Ostali (Alasalvar in sod., 2002b; Yildiz, 2008; Fuentes in sod., 2009) navajajo, da sta najbolj zastopana elementa pri brancinih železo in cink.

Dugo in sod. (2006) je meril vsebnost Zn, Cu, Se, Pb in Cd v gojenih brancinih v Tirenskem in Sicilskem morju in pri tem meril tudi vsebnosti teh mineralov v hrani in vodi. Rezultati so pokazali značilno povezanost med mikroelementi v morski vodi in njihovo akumulacijo v tkiva brancinov. Brancini so po njihovem mnenju lahko uporabni biološki pokazatelji onesnaženja morske vode. Poleg tega so dober vir esencialnih mikrohranil (Cu, Se, Zn).

Hranjenje brancinov s hrano z dodanimi minerali, poveča njegovo vsebnost v mesu, ki je značilno večja kot pri isto starih prostoživečih brancinih (Šatović in Beker, 2004; Yildiz, 2008).

2.2.4 Vitamini

Vitamini so kompleksne organske spojine, ki jih organizem ne more sintetizirati v zadostnih količinah, zato jih je potrebno zagotoviti s prehrano. Različni organizmi imajo drugačno potrebo po vitaminih. V osnovi delimo vitamine na topne v vodi (B, C, ...) in topne v maščobah (A, D, E, K). Za normalno delovanje ribe in raki potrebujejo štiri v maščobi topne vitamine in enajst v vodi topnih vitaminov (Jadhav, 2009).

Ribe vsebujejo pomembne vitamine A, D in B kompleksa. V koži rib se nahaja termostabilen in manj oksidativen vitamin C (Huss, 1988; Cvrtila in Kozačinski, 2006). Kljub temu ribje meso pogosto ni priporočljiv vir vitaminov, saj jih večina rib ne zagotavlja v velikih količinah. Večje vsebnosti, predvsem vitaminov A in D, so v maščobah ribjih jeter (Sen, 2005).

Tako kot pri večini hranil, tudi pri vitaminih povečan vnos v prehrano zviša njihovo vsebnost v mesu brancinov. To so dokazali na primeru vitamina E (Gatta in sod., 2000).

2.3 KAKOVOST RIBJEGA MESA

Kakovost ribe je zelo težko opredeliti. Na to, kar potrošnik razume pod besedo »kakovost«, vplivajo številni dejavniki. Mednje spadajo vrsta ribe, številčnost vrste, sezona drstenja, letni čas, prehrana, ravnanje z ribo po ulovu in shranjevanje. Kvaliteto ribe določajo hranilne, mikrobiološke, biokemijske in fizikalno-kemijske lastnosti. Ne glede na to, se potrošniki za nakup ribe odločijo predvsem zaradi njihove svežosti. Najpomembnejši pokazatelji kvalitete ribjega mesa so: varnost, vsebnost maščob in MK sestava, barva in tekstura, n-3 MK in vsebnost mineralov (esencialnih in težkih kovin) (Artola, 2004).

Številne raziskave so pokazale na zmanjšanje tveganja za obolelostjo in smrtnostjo zaradi kardiovaskularnih bolezni pri povečanem uživanju rib oz. ribjih maščob (Kromhout in sod., 1985; Daviglus in sod., 1997; Zhang in sod., 1999; Oomen in sod., 2000; Hu in sod., 2002; Kris-Etherton in sod., 2003; He in sod., 2004). Pri redkih ni bilo opaženega značilnega vpliva (Ascherio in sod., 1995).

2.3.1 Maščobe in maščobne kisline

Normalna in uravnotežena prehrana, kar se tiče masti in holesterola, z namenom zaščite pred kroničnimi boleznimi (debelost, diabetes tipa 2, rak, kardiovaskularne bolezni,...), naj bi izpolnjevala naslednja priporočila vnosa: skupne maščobe 15-30 % energije, nasičene maščobne kisline <10 %, večkrat nenasičene maščobne kisline 6-10 %, n-6 večkrat nenasičene maščobne kisline 5-8 %, n-3 večkrat nenasičene maščobne kisline 1-2 %, trans maščobne kisline <1 % in holesterol <300 mg/dan. Kronične nedeficitarne bolezni povzročijo 79 % smrti v razvitih državah (WHO, 2003).

2.3.1.1 n-3 večkrat nenasičene maščobne kisline

Ugodni zdravstveni učinki n-3 VNMK temeljijo na njihovi sposobnosti zmanjšanja serumskega triacilglicerola in holesterola. Učinkovite so tudi pri zmanjševanju tveganja različnih bolezni, kot so kardiovaskularne bolezni, srčni infarkt, restenoza, diabetes, povišan krvni tlak, možganska tromboza, multipla skleroza, atopični dermatitis, ulcerozni kolitis, artritis in vnetne ter avtoimune bolezni. Naraščajoče število podatkov kaže na to, da lahko n-3 VNMK zdravijo in ščitijo pred depresivnim, samomorilnim in nasilnim obnašanjem (Alasalvar in sod., 2002a; Simopoulos, 2002). Ljudje z večjo vsebnostjo n-3 VNMK se veliko bolj odzovejo na kemoterapijo pri zdravljenju raka (Hardman, 2004).

Večkrat nenasičene maščobne kisline so znane po tem, da zagotavljajo edinstvene zdravstvene učinke, posebno n-3 MK. Med n-3 MK spada α -linolenska kislina (ALK, C18:3 n-3), ki je njihova starševska komponenta. ALK je esencialna MK, ki se lahko konvertira do DV-VNMK, kot so EPK (C20:5 n-3), DHK (C22:6 n-3). Postopek poteka v seriji korakov podaljševanja in odstranitvijo nasičenosti verige. Pri človeku je konverzija ALK v EPK od 2-5 % (Shahidi, 2010). EPK in DHK po zaužitju delno zamenjata n-6 MK v celičnih membranah, posebno arahidonsko kislino (ARK, C20:4 n-6) (Simopoulos, 2002). Ta se prav tako tvori iz druge esencialne MK – linolne kisline (LK, C18:2 n-6) s podobnimi koraki podaljševanja in desaturacije (Galli in sod., 2008).

DHK in EPK se med sabo razlikujeta po biokemijskih in presnovnih lastnostih, saj se DHK navadno pojavlja v večjih koncentracijah in je večinoma povezana v stabilnejše lipidne bazene (plazma, celični fosfolipidi). EPK se nahaja v manj stabilnih lipidnih sistemih (trigliceridi, estri holesterola). Splošno prepričanje je, da je DHK učinkovitejša pri oblikovanju večine kardiovaskularnih dejavnikov, vključujoč lipidno sestavo, lastnosti celične membrane in celične procese (funkcija srca in trombocitov, obnova žil, celično uravnavani vnetni odzivi,...). Učinki EPK so bolj izraženi pri vnetjih. Za zmanjšanje kardiovaskularnih obolenj je priporočljiv vnos EPK + DHK približno 500 mg/dan, kar odgovarja dvema ribjima obrokom na teden (Galli in sod., 2008).

Raziskave z EPK in DHK so pokazale na njihov pozitiven učinek in zaščitno vlogo pri povišanem krvnem tlaku, kapi, raku, astmi, diabetesu tipa II in Alzheimerjevi bolezni. Povečan vnos EPK in DHK pri nosečih in doječih ženskah je povezan s povečanim vnosom v zarodek oz. dojenčka, kar vpliva na normalen razvoj otroka. Ljudem z diagnosticirano kardiovaskularno boleznijo se svetuje dnevni vnos 1 g EPK + DHK, ki naj izvira iz mastnih rib. Pacienti, ki morajo znižati trigliceride, naj zaužijejo 2 do 4 g EPK + DHK v kapsulah (Nesheim in Yaktine, 2007).

Grigorakis (2007) in Fuentes in sod. (2010) navajata, da je razmerje EPK : DHK večje pri gojenih brancinih (0,85-0,94), medtem ko je pri prostoživečih to razmerje med 0,56-0,73. Pri obeh skupinah je torej v večjih količinah zastopana DHK. Alasalvar in sod. (2002b) je izmeril ravno obratno razmerje EPK/DHK; 0,33 pri gojenih in 0,54 pri prostoživečih.

Cahu in sod. (2004) ugotavlja, da v kolikor so ribe gojene na pravilen način, je njihova dobrobit pri zaščiti pred kardiovaskularnimi boleznimi vsaj tako učinkovita kot pri

prostoživečih. Večja količina maščob pri njih posledično pogojuje večjo količino n-3 VNMK.

2.3.1.2 Razmerje med n-6 in n-3 maščobnimi kislinami

Pomemben pokazatelj kakovosti MK je n-6/n-3 razmerje. Zaradi povečanega vnosa n-6 MK v zahodni prehrani, se eikozanoidni metabolni produkti iz ARK (C20:4 n-6), tvorijo v večji meri kot eikozanoidi iz n-3 MK. Eikozanoidni tkivni hormoni iz ARK so biološko aktivni v manjših količinah, če pa se tvorijo v večjih količinah, prispevajo k tvorbi tromboze in ateromov (Simopoulos, 2002).

Simopoulos (2002) navaja, da bi bilo optimalno razmerje n-6/n-3 od 1 do 2. V ZDA je to razmerje 16,74, v Veliki Britaniji in Severni Evropi 15 ter na Japonskem 4. Navedeno razmerje pri Eskimih na Grenlandiji je 1. Eskimi imajo samo 7 % smrti zaradi kardiovaskularnih bolezni, na Japonskem za KV boleznimi umre 12 %, v Evropi in ZDA pa kar 45 %.

Alasalvar in sod. (2002a) ugotavlja, da je primerno n-6/n-3 razmerje že 6 : 1. Pri Britancih je to razmerje 10, pri prehrani v ZDA pa od 20-30. Takšno razmerje je nezdravo in povzroča vrsto bolezni.

Pri primerjavi obeh vrst brancinov, je skupina raziskovalcev (Alasalvar in sod., 2002b) izmerila skoraj identično razmerje med n-6 in n-3 MK; 0,35 pri gojenih in 0,33 pri prostoživečih. V Turčiji (Erdem in sod., 2009) so primerjali gojene brancine iz različnih regij s prostoživečimi. Gojeni so imeli razmerja n-6/n-3 od 0,25 do 0,85, prostoživeči pa 0,29. Brancini so se bolj kot med skupinama razlikovali med regijami, kjer jih vzrejajo. Večje razmerje pri gojeni skupini navajata tudi Bell in sod. (2005) in Fuentes in sod. (2010), medtem ko je Grikorakis (2007) pri gojeni skupini določil razmerje 0,35, pri prostoživeči 0,43. Značilno boljše rezultate je pri gojeni skupini, z razmerjem n-6/n-3 = 0,29, izmeril tudi Periago in sod. (2005). Prostoživeči so imeli to razmerje 0,47.

2.3.1.3 Razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami

S stališča prehranske vrednosti maščob je pomembno razmerje med VNMK in nasičenimi maščobnimi kislinami, t.i. indeks P/S, ki naj bi bil večji od 0,5, po nekaterih priporočilih pa večji od 0,3 (Žlender in Gašperlin, 2005). Pri taki kakovosti maščob se zmanjšuje pogostost kardiovaskularnih obolenj (Salobir, 1997).

Souci in sod. (1987, cit. po Plestenjak in Golob, 2000) navajajo, da ima med sladkovodnimi ribami najmanj ugodno razmerje P/S jegulja (0,57), najboljše pa postrv (P/S = 1,87). Pri školjkah ima klapavica razmerje P/S 0,6, pri morskih ribah skuša 0,76, slanik 1,26 in sardela 1,82.

Alasalvar in sod. (2002b) je določil razmerje P/S pri gojenih brancinih 1,24. Razmerje je bilo boljše pri prostoživečih brancinih in to 1,42. Značilno boljše razmerje (P < 0,001) pri 'divjih' brancinih (P/S = 1,43) je določil tudi Periago in sod. (2005). Gojeni so imeli vrednost P/S 1,12.

2.3.1.4 Indeks aterogenosti

Po mnenju prehranskih strokovnjakov (Ulbricht in Southgate, 1991) je realnejši kriterij za oceno kakovosti maščob z vidika zdravja, t.i. indeks aterogenosti (IA):

$$IA = \frac{C12:0 + 4 \times C14:0 + C16:0}{\Sigma ENMK + \Sigma VNMK} \dots (1),$$

kjer je:

C12:0.....količina lavrinske kisline

C14:0.....količina miristinske kisline

C16:0.....količina palmitinske kisline

Σ ENMK...vsota enkrat nenasičenih maščobnih kislin

Σ VNMK...vsota večkrat nenasičenih maščobnih kislin

V formuli sodelujejo tri nasičene maščobne kisline (lavrinska, miristinska in palmitinska), ki dokazano povečujejo raven holesterola, in nenasičene maščobne kisline, ki tega zmanjšujejo (Salobir, 2000). Manjši kot je IA, kvalitetnejša je maščoba.

IA zelo variira pri različnih živilih, tako je recimo najmanjši pri sončničnem (0,07) in oljčnem olju (0,14). Pri perutnini je IA 0,56, pri svinjini 0,6 in pri govedini 0,72. Eden izmed večjih indeksov aterogenosti je bil izmerjen pri mlečni masti (2,03) in kokosovem olju (13,63) (Ulbricht in Southgate, 1991).

Grigorakis (2007) je v svoji raziskavi primerjal gojene ter prostoživeče brancine in orade, s tem, da je zbral podatke o pomembnejših raziskavah pri obeh vrstah rib. Izračunan povprečen IA za gojene orade je bil 0,324 in za prostoživeče 0,577, medtem ko je bil IA pri brancinih iz akvakulture 0,501 in pri divjih 0,513. Po tem kriteriju se obe skupini brancinov skoraj nista razlikovali.

2.3.2 Beljakovine

Kvaliteta beljakovin v hrani je odvisna od njihove prebavljivosti in sposobnosti zagotavljanja vseh esencialnih aminokislin. Poznano je, da je ribje meso popoln vir proteinov. Na aminokislinsko sestavo ribjih beljakovin vplivajo intrinzični (vrsta, velikost, spolna dozorelost) in ekstrinzični dejavniki (izvor hrane, sezona ribolova, slanost vode in temperatura) (Erdem in sod., 2009).

Erdem in sod. (2009) navaja, da imajo prostoživeči brancini večjo vsebnost esencialnih aminokislin in razmerje med esencialnimi in neesencialnimi 1,33. To razmereje je bilo pri gojenih brancinih med 0,71 in 1,05. Najbolj zastopane aminokislinske so bile asparaginska kislina, glutaminska kislina in lizin.

Ugotovili so (Fuentes in sod., 2010), da imajo prostoživeči brancini večjo vsebnost prostih aminokislin, med katerimi prevladuje taurin. Ostale v večji količini prisotne proste aminokislinske so bile glutaminska kislina, glicin, histidin in izolevcin.

2.3.2.1 Nebeljakovinski dušik

Nebeljakovinski dušik pogosto povzroča neželene priokuse, ki se jih največkrat določa z merjenjem trimetilamina (TMA) in skupnim številom hlapnih baz (TVB) oz. skupnega števila hlapnega bazičnega dušika (TVBN) (Artola, 2004).

Določanje TVB je ena izmed najbolj uporabnih metod za merjenje kakovosti morske hrane. Je splošni izraz, ki vključuje merjenje TMA (nastalega zaradi kvarljivcev), dimetilamina (nastalega z avtolitičnimi encimi med zmrzovanjem), amoniaka (nastalega pri deaminaciji razgradnje aminokislin in nukleotidov) in ostalih hlapnih bazičnih dušikovih spojin (FAO, 1995).

TMA je oster hlapen amin pogosto povezan s tipičnim 'ribjim' vonjem pokvarjene morske hrane. Njegova prisotnost v pokvarjenih ribah je posledica bakterijske redukcije trimetilamin oksida (TMAO), ki je naravno prisoten v tkivih številnih vrstah morskih rib (FAO, 1995).

Pri gojenih brancinih, hranjenih v ledu, se vrednosti TVBN med 16- in 21-dnevnim skladiščenjem skorajda niso spremenile, zato predlagajo da se merjenje TVBN ne uporablja kot parameter za merjenje kakovosti mesa brancinov (Papadopoulos, 2003; Castro in sod., 2006). Fuentes in sod. (2010) ni opazila razlik v koncentracijah TVBN pri gojenih in prostoživečih brancinih. Grigorakis in sod. (2003) je izmeril trikrat večjo vsebnost TMA pri gojenih oradah.

Biogeni amini so spojine nastale z dekarboksilacijo aminokislin, ki jo povzročajo kvarljivci. Med njimi je najbolj znan histamin, ki nastane iz aminokislina histidin. Največje težave povzroča pri skombroidnih vrstah rib, kot so tuna, skakavke in delfinke. Nastajanje histamina je minimalno pri temperaturah pod 0 °C (FAO, 1995; Barceloux, 2008).

Pri shranjevanju prostoživečih brancinov v ledu, zavitih v aluminijevo folijo in zavitih v oprijemljivo folijo, vse pri 4 °C, so zaznali vsebnost histamina samo proti koncu 12-dnevnega hranjenja v aluminijevi in oprijemljivi foliji (Özogul in sod., 2006).

2.3.3 Minerali

Vsebnost mineralov ne igra velike vloge pri hranilni vrednosti rib (Haard, 1992), a je zato z vidika kakovosti rib pomembna vsebnost toksičnih mineralov, kot so svinec, živo srebro, arzen in kadmij.

Custodio in sod. (2011) je izmeril večje koncentracije svinca, živega srebra in kadmija pri prostoživečih brancinih, čeprav koncentracije niso nikoli presegle dovoljenih. Podobne rezultate so izmerili v vsebnosti svinca in kadmija pri gojenih brancinih (Dugo in sod., 2006). Abreu in sod. (2000) poroča o večjih koncentracijah živega srebra pri brancinih ujetih bliže izvoru kontaminacije, kjer so vsebnosti živega srebra v sestonu večje. Izpostavljenost brancinov kadmiju in živemu srebru je pustila številne posledice na njihovih celicah v različnih organih (Giari in sod., 2007; Giari in sod., 2008).

2.3.4 Senzorična kakovost

Senzorično vrednotenje je definirano kot znanstvena disciplina, s katero merimo, analiziramo in interpretiramo odzive značilnosti hrane zaznane s čuti vida, vonja, okusa, dotika in sluha. Senzorične lastnosti ocenjujejo (vrednotijo) izšolane osebe – senzorični preizkuševalci (FAO, 1995).

Metode senzorične analize delimo na dve skupini: a) analitični testi in b) afektivni ali potrošniški testi. Med analitične teste spadajo diskriminacijski in deskriptivni testi. Diskriminacijsko testiranje se uporablja za določevanje morebitnih razlik med vzorci (triangel test, rangiranje, duo-trio test, primerjava v paru). Deskriptivni testi so uporabljeni za ugotavljanje narave in intenzivnosti razlik med vzorci (točkovanje lastnosti s strukturiranimi in nestrukturiranimi lestvicami, profiliranje lastnosti). Afektivni testi temeljijo na merjenju sprejemljivosti in dajanja prednosti (FAO, 1995; Codex Alimentarius, 1999; Žlender, 2006).

Pri raziskavi, kjer so merili razliko v senzoričnih lastnosti in vsebnostjo hlapnih komponent pri gojenih in prostoživečih oradah (Grigorakis in sod., 2003), so ugotovili boljše senzorične lastnosti pri skupini divjih rib – čvrstejše in bolj sočno meso, izrazitejša aroma, boljši občutek v ustih. Rezultat je bil odraz večjega števila hlapnih komponent (alkoholi, aldehidi, ketoni, aromati, terpeni, spojine z žveplom, furani in kisline) pri prostoživečih oradah.

V Egiptu (Gabr in Gab-Alla, 2007) so s senzoričnimi deskriptivnimi testi ocenjevali štiri vrste gojenih in prostoživečih rib: nilskega ostriža (*Oreochromis niloticus*), ciplje (*Mugil cephalus*), orade (*Sparus aurata*) in afriške grbe (*Argyrosomus regius*). Rezultati so pokazali precej boljšo senzorično kakovost za prostoživeče ribe na račun boljšega okusa in čvrstejše teksture. Za gojene ribe je bil pogost opis siromašnejšega okusa.

2.3.4.1 Tekstura

Tekstura mesa je kompleksna lastnost, ki vključuje različne značilnosti, kot so: mehkoba mesa, prožnost, žvečljivost, kohezivnost, sočnost, mastnost idr. (Solomon in sod., 2008). Tekstura je eden izmed najpomembnejših parametrov za določanje kakovosti ribjega mesa. Je skupen izraz, ki zajema mnoge povezane fizikalne lastnosti, to pa pomeni, da instrumentalna analiza ne more v polni meri simulirati lastnosti zajete pod pojmom tekstura. Instrumentalna analiza namesto tega meri specifične teksturne lastnosti. Zato je ključnega pomena, da izberemo in določimo najobjektivnejše meritve, ki kažejo največjo stopnjo povezanosti s senzoričnimi lastnostmi, ki so zanimive za procesno industrijo in za potrošnike (Mórkóre in Einen, 2003). Gojene ribe imajo v glavnem mehkejšo teksturo kot prostoživeče, kar je moč pripisati vsebnosti maščob in količini gibanja (Haard, 1992).

Obstaja več mehanskih in fizikalnih metod za merjenje teksture mišičnine. Večina jih vključuje uporabo aparatov za merjenje teksture, s pritrjenimi nastavki za merjenje teksturnih sprememb rib. Tekstura se meri kot sila (prebod, strig, kompresija), čas (sprememba deformacije hrane pod vplivom sile) in razdalja (meritev napetosti) (Artola, 2004). Z različnimi nastavki pri mehanskih metodah se poskuša čim bolj oponašati

grizenje hrane z zobmi, a so deformacije pogosto drugačne. Te razlike vplivajo na korelacijo (povezavo) med senzoričnimi in instrumentalnimi rezultati. Med najpogosteje uporabljene nastavke za merjenje strižnih deformacij štejemo ravno rezilo, Warner-Bratzlerjevo rezilo in Kramerjevo celico. Warner-Bratzlerjevo se od ravnega rezila loči po trikotnem izrezu na sredini rezila, kar zahteva drugačno obliko vzorca, medtem ko je Kramerjeva celica sestavljena iz več ravnih rezil-plošč (Chrystall, 1994).

Fuentes in sod. (2010) je merila teksturo gojenih in prostoživečih brancinov s kompresijskim in strižnim testom. Pri obeh je bila potrebna najmanj dvakrat večja sila za prostoživeče brancine, da je prišlo do enakih deformacij kot pri gojenih. Gojeni brancini so bili mehkejši oz. manj čvrsti.

Periago in sod. (2005) je z aparatom za merjenje teksture s sferičnim nastavkom, z merjenjem razdalje, maksimalne in strižne sile, določil teksturni profil in iz njega izračunal posamezne mehanske parametre. Skupini prostoživečih in gojenih brancinov sta se v prav vseh izmerjenih parametrih statistično značilno razlikovali ($P < 0,001$). Prostoživeči primerki so imeli večjo elastičnost, kohezivnost in lepljivost, bili bolj trdi ter težje žvečljivi.

2.3.4.2 Barva

Barva je vizualna lastnost, ki jo zaznamo kot učinkovanje svetlobe na predmet in je pomemben dejavnik, ki vpliva na sprejemljivost živila pri potrošnikih. Na barvo rib vplivajo naravni pigmenti v koži in mesu, ki jih lahko ribe dobijo tudi s hrano (hem proteini, karotenoidi). Na barvo vplivajo tudi pigmenti, ki nastanejo med posmrtnim rokovanjem in procesiranjem z ribo ter dodajanje barvil. Pri vsem tem pa ne gre pozabiti na gostoto, velikost in dolžino mišičnih vlaken (Artola, 2004). Hranjenje rib z dodatkom karotenoidov ne vpliva na barvo mišičnine rib, temveč je ta bolj ali manj odvisna od količine maščob. Povečana vsebnost teh se odraža v bolj beli barvi mišic (Grigorakis, 2007). Ribje meso med toplotno obdelavo bistveno ne spremeni barve, zaradi majhne vsebnosti mišičnega barvila mioglobina. Pri pripravi rib s suhimi postopki se pojavi neencimsko porjavenje, ki razvije porjavenje površine rib. Značilna barva mesa postrvi je smetanasto bela do sivkasta (Skvarča, 2001).

Z instrumentalnim določanjem barve so Fuentes in sod. (2010) ugotovili temnejšo barvo prostoživečih brancinov, na kar so pokazale statistično značilno manjše L^* vrednosti gojenih brancinov. Skupini se nista značilno razlikovali v parametrih a^* in b^* , ki kažeta odtenek barve.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

V eksperimentalni del poskusa smo vključili 14 vzorcev rib, od tega je bila polovica prostoživečih in polovica gojenih brancinov. Prostoživeče ribe so bile ujete v Levantskem morju v Egiptu (FAO ribolovno območje 37.3.2), gojene pa v Egejskem morju v Grčiji (FAO ribolovno območje 37.3.1). Vsak vzorec predstavlja užitni del, to je meso (file) in koža iste ribe. Ta del je bil uporabljen tudi za analize. Brancini so imeli statistično primerljivo maso; povprečna masa skupine prostoživečih brancinov je bila 1450 g, gojenih pa 1246 g.

3.2 METODE DELA

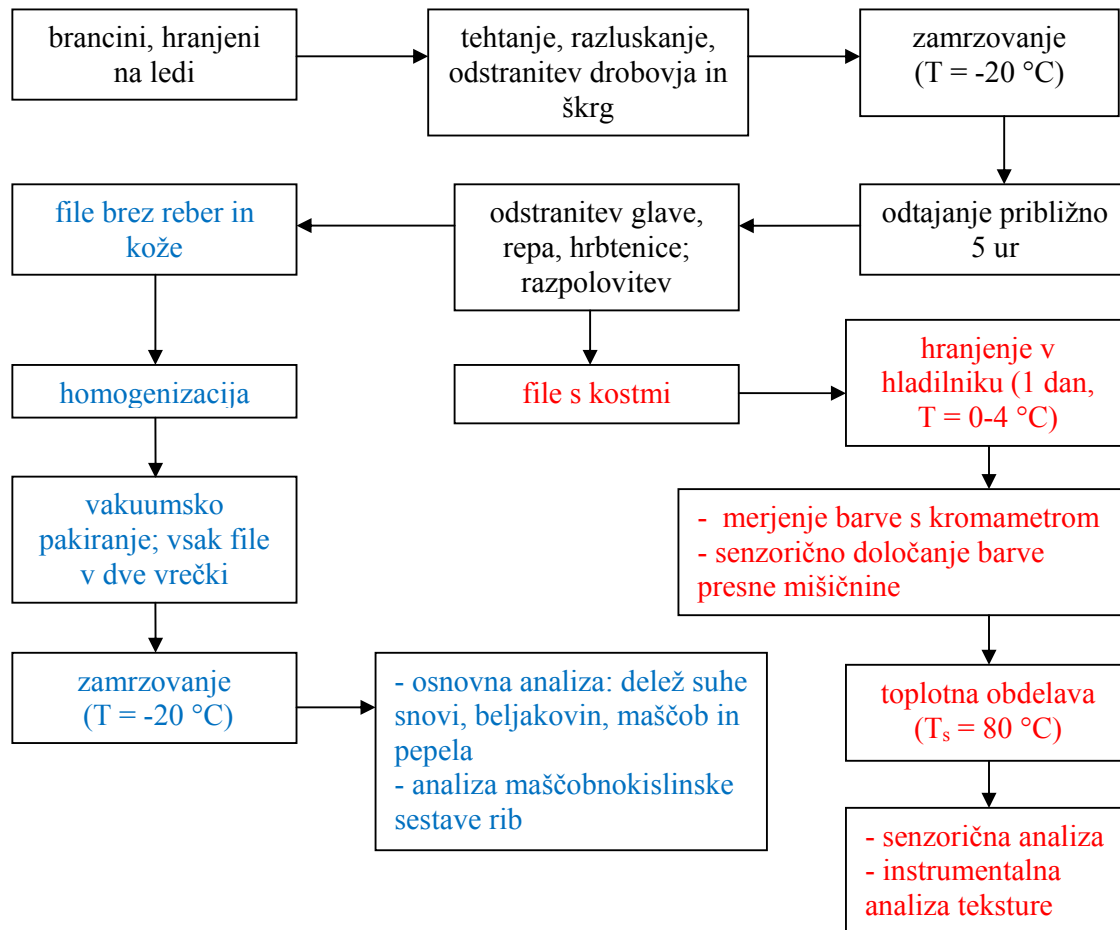
3.2.1 Priprava vzorcev

Vzorci so bili kupljeni na ribji tržnici v Trstu, nato pa na ledu shranjeni, prenešeni v ribogojnico Biotehniške fakultete v Zalogu pri Cerkljah. Tam so ribe stehali, razluskali, odstranili škrge in drobovje ter jih zamrznjene na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ prepeljali na Katedro za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete Ljubljana.

Pred začetkom analiz smo ribe odtajali na sobni temperaturi približno 5 ur. Vsaki ribi smo odstranili glavo in rep ter jo prepolovili vzdolž hrbtenice, ki smo jo naknadno tudi odstranili. Tako smo iz vsake ribe dobili dve polovici.

Prvo smo en dan hranili v hladilniku pri temperaturi od $0\text{-}4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na dan analize smo toplotno neobdelan vzorec uporabili za merjenje barve s kromametrom in senzorično določili barvo presne mišičnine. Nato smo jo termično obdelali ter polovico uporabili za senzorično analizo, drugo polovico pa za instrumentalno merjenje teksture.

Drugo polovico ribe smo še natančneje filetirali, tako da smo ji odstranili rebra, trebušne in prsne plavuti ter kožo. Tako pripravljeno polovico brancina smo homogenizirali v laboratorijskem homogenizatorju. Vsak vzorec smo takoj prenesli v dve vrečki za vakuumsko pakiranje in jih vakuumsko zaprli. S tem smo dobili dve paralelki ribe. Do začetka analiz smo jih hranili v zamrzovalniku. Za analizo smo uporabili neodtajane koščke vzorca, ki smo jih predhodno stehali za vsak postopek. Naključno izbran brancin pri posamezni analizi je bil preiskovan v šestih ponovitvah, preostali brancini pa v dveh. Na tak način pripravljene in obravnavane vzorce smo uporabili za osnovno (Weendsko) in maščobnokislinsko analizo.



Slika 4: Shematski prikaz priprave vzorcev brancinov

3.2.2 Določanje vsebnosti vode

Vsebnost vode smo določali s sušenjem (AOAC Official Method 950.46, 1999).

Princip:

Sušenje homogeniziranega vzorca, zmešanega s kremenčevim peskom pri 105 °C do konstantne mase.

Pribor:

- tehtič iz stekla,
- steklena palčka,
- prežarjen kremenčev pesek,
- eksikator,
- sušilnik,
- tehtnica.

Postopek:

Tehtič s stekleno palčko smo sušili pri 105 °C približno eno uro, ohladili v eksikatorju in stehtali ($\pm 0,001$ g). Nato smo v tehtič hitro zatehtali 10 do 20 g predhodno sušenega (105 °C) peska in 3 do 5 g ($\pm 0,001$ g) homogeniziranega vzorca. Vzorec smo s pomočjo steklene palčke dobro pomešali s peskom, razširili po dnu tehtiča in sušili v sušilniku do konstantne mase (približno 3 ure).

3.2.3 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi

Skupne mineralne snovi smo določali po metodi AOAC Official Method 920.153 (1999).

Princip:

Metoda z direktnim suhim sežigom vzorca, po katerem dobimo anorganski ostanek živila.

Pribor:

- porcelanski lončki,
- žarila peč,
- sušilnik,
- eksikator,
- gorilnik,
- prijemalne škarje,
- tehtnica.

Postopek:

Žarilni lonček smo najprej posušili, nato pa ga eno uro žarili v peči pri temperaturi sežiga (525-550 °C). Lonček smo ohladili v eksikatorju in stehtali. Nato smo vanj zatehtali 5-10 g ($\pm 0,001$ g) homogeniziranega vzorca in ga nekaj ur sušili v sušilniku pri 105 °C. Zatem smo vzorec pooglenili nad umirjenim plamenom in ga nato približno pet ur sežigali v žarilni peči pri temperaturi 525-550 °C (po popolnem sežigu nastane bel ali rahlo siv pepel). Po končanem sežigu smo lonček s pepelom ohladili v eksikatorju in stehtali.

3.2.4 Določanje vsebnosti masti

Celokupno vsebnost maščob smo določali z metodo po Weibull in Stoldt (AOAC Official Method 991.36, 1999).

Princip:

Vzorec kuhamo s HCl, da popolnoma razkrojimo beljakovine. Izločeno mast odfiltriramo in ekstrahiramo z organskim topilom v Soxhlet aparatu.

Pribor in reagenti:

- Soxhlet aparat,
- vrelne kroglica,
- čaše, 500 ml,
- erlenmajerice, 500 ml,
- lij za filtriranje, Φ 12-15 cm,
- urna stekla,

- merilni valj, 100 ml,
- steklene palčke,
- filtrirni papir,
- tehtnica,
- koncentrirana HCl,
- topilo petroleter,
- 2 M AgNO₃.

Postopek:

5-10 g ($\pm 0,001$ g) vzorca smo zatehtali v čašo (500 ml), dodali 100 ml destilirane vode in 80 ml koncentrirane HCl ter segrevali 15 minut na vroči vodni kopeli. Med segrevanjem smo vsebino mešali. Čašo smo nato postavili na kuhalnik, pokrili z urnim steklom in pustili da vsebina približno 30 minut polagoma vre. Še vroče smo razredčili z vročo vodo, sprali urno steklo in palčko ter takoj filtrirali skozi naguban vlažen filtrirni papir. Filter smo nato izpirali z vročo vodo, s katero smo predhodno izprali čašo, v kateri smo kuhali vzorec, dokler filtrat ni reagiral več na klorove ione (po dodatku 2 M raztopine AgNO₃ ne sme nastati bela sirasta oborina). Nato smo filtrirni papir z vsebino položili na urno steklo, na katerega smo prej položili dvojno plast filter papirja in sušili 2-4 ure pri 105 °C. Suh filter z vsebino in podložnim filter papirjem smo prenesli v ekstrakcijski tulec, pokrili z vato in tulec vstavili v ekstarktor Soxhletovega aparata. Urno steklo smo izprali s topilom, ki smo ga potem vlili v ekstraktor. Čisto ekstrakcijsko bučko z vrelnimi kroglicami smo sušili eno uro v sušilniku pri 105 °C, ohladili v eksikatorju in stehali. V bučko smo dodali približno 150 ml topila, jo spojili z ekstraktorjem, v katerem je bil filter papir z vsebino, in s povratnim hladilnikom ter previdno segrevali na vodni kopeli (95 °C). Mast iz vzorca smo ekstrahirali približno 6 ur. Po končani ekstrakciji smo topilo oddestilirali, bučko z mastjo pa sušili v sušilniku pri 105 °C do konstantne mase (približno eno uro). Po hlajenju v eksikatorju smo bučko z mastjo stehali in izračunali % masti.

3.2.5 Določanje vsebnosti beljakovin

Vsebnost beljakovin smo določali z metodo po Kjeldahlu (AOAC Official Method 920.08, 1999).

Princip:

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

Pribor in reagenti:

- blok za razklop vzorca (Digestion Unit Büchi),
- enota za odvod zdravju škodljivih hlapov (Scrubber Büchi),
- destilacijska enota (Distillation Unit Büchi),
- titracijska enota (Titrino Büchi),
- sežigne epruvete,
- plastične tehtirne ladjice,
- tehtnica,
- koncentrirana H₂SO₄,

- katalizator KJELTABS Cu/3,5 (3,5 g K_2SO_4 + 0,4 g $CuSO_4 \times 5 H_2O$),
- nasičena raztopina H_3BO_4 (cca 3 %),
- 30 % raztopina NaOH,
- cca 15 % raztopina NaOH,
- indikator bromtimolmodro,
- 0,1 M HCl.

Postopek:

a) mokri sežig pripravljenega homogeniziranega vzorca:

V sežigno epruveto smo odtehtali približno 1-1,3 g vzorca. V epruveto smo dodali dve tableti bakrovega katalizatorja in 20 ml koncentrirane H_2SO_4 . Epruvete smo postavili v stojalo in pokrili s steklenimi zvonci. Vse skupaj smo postavili v enoto za razklop (Digestion Unit), kjer je bila temperatura 370 °C. Z vodno črpalko smo odvajali zdravju škodljive hlape prek enote imenovane Scrubber, kjer se je del hlapov utekočinil, preostanek pa se nevtralizira v cca 15 % raztopini NaOH in končno vodi prek aktivnega oglja. Sežig je bil končan po eni uri.

b) destilacija:

Vzorec smo ohladili v epruveti na sobno temperaturo. Epruveto smo postavili v destilacijsko enoto (Distillation Unit), kjer je poteklo doziranje 50 ml destilirane vode in 70 ml baze (30 % raztopina NaOH) v vzorec. V destilacijsko predložko se je doziralo 60 ml borne kisline (H_3BO_4). Nato se je v vzorec začela uvajati para. Destilacija je trajala štiri minute.

c) titracija:

Raztopino nastalega amonborata v predložki smo titriral z 0,1 M raztopino HCl do vrednosti pH 4,65. Titracija je potekla avtomatsko po vnosu zatehte vzorca (v mg) v titracijsko enoto (Titrino). V končni točki titracije se je zabeležila poraba kisline, iz katere se je izračunal % dušika v vzorcu (uporabi se splošni empirični faktor za preračun dušika v beljakovine, ki je enak 6,25).

3.2.6 Določanje maščobnokislinske sestave

Princip:

Maščobnokislinsko sestavo vzorcev smo določili s plinsko kromatografijo. Za to analizo je potrebna predhodna priprava metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK).

Za določanje MEMK na naših vzorcih smo uporabili metodo *in situ* transesterifikacije, modificirane po Parku in Goinsu (1994), kjer ni potrebna predhodna ekstrakcija maščob iz vzorca.

3.2.6.1 Ekstrakcija MEMK

Pribor in reagenti:

- Hachove epruvete z navoji, 10 ml,
- tehnica,
- avtomatske pipete, 1 ml in 10 ml,
- termoblok,
- čaše, 100 ml,
- centrifugirka,

- temne penicilinke,
- metilen klorid (CH_2Cl_2),
- 0,5 M raztopina NaOH v metanolu,
- 14 % raztopina BF_3 v metanolu,
- 10 % raztopina NaCl,
- heksan.

Postopek:

V epruvete z navoji (Hachove epruvete, 10 ml) smo odtehtali približno 0,4 g ($\pm 0,001$ g) vzorca. Dodali smo 200 μl metilen klorida in 3 ml 0,5 M sveže pripravljene raztopine NaOH v metanolu. Dobro premešane zaprte vzorce smo segrevali v termobloku pri 90 °C, približno 50 minut (da se nam je vzorec v celoti raztopil) in jih vmes večkrat premešali. Po segrevanju smo epruvete hitro ohladili v ledeni vodi. Ohlajeni zmesi smo dodali 3 ml 14 % raztopine BF_3 v metanolu in ponovno segrevali v termobloku 10 minut pri 90 °C. Po končanem segrevanju smo epruvete ohladili na sobno temperaturo in dodali 3 ml 10 % raztopine NaCl za povečanje ionske jakosti (lažje ločenje vodne in heksanske faze) ter 2 ml heksana. Raztopino smo močno stresali eno minuto, da je prišlo do čim boljše ekstrakcije MEMK iz vodne v nepolaro heksansko fazo, nato pa smo 10 minut centrifugirali. Po centrifugiranju smo previdno odpipetirali heksansko fazo v temne penicilinke in jih shranili pri -20 °C (± 1 °C) do analiz na GC.

3.2.6.2 Plinska kromatografija

S plinsko kromatografijo smo delež MEMK določili z uporabo plinskega kromatografa Agilent Technologies 6890, s plinsko ionizacijskim detektorjem (FID) in kapilarno kolono HP-88 (100 m \times 0,25 mm \times 0,20 μm).

Ločevanje in detekcija sta potekala pri naslednjih pogojih:

- temperaturni program: 150 °C (10 min); 2 °C/min do 180 °C; 3 °C/min do 240 °C,
- temperatura injektorja: 250 °C,
- temperatura detektorja: 280 °C,
- injektor: split:splitless: 1:30, volumen 0,5 μl ,
- nosilni plin: He 2,3 ml/min,
- 'make-up' plin; N_2 45 ml/min,
- Plin skozi detektor: H_2 40 ml/min, sintetični zrak (21 % O_2), 450 ml/min.

3.2.6.3 Določanje vsebnosti MK v vzorcu

Identifikacija MEMK je potekala s primerjavo retenzijskih časov metilnih estrov maščobnih kislin standardne mešanice (NuCheck 85, 68 D, 411, 546 Prep. Inc.) in standardi Sigma MIX 37 (MEMK CLA 18:2 9C11T in 18:2 10T12C). S standardno mešanico NuCheck 85, 68 D, 411, 546 Prep. Inc., smo določili faktor odzivnosti detektorja (response factor – Rf_i) za posamezno maščobno kislino.

Utežni delež maščobnih kislin v vzorcu smo določili s faktorjem odzivnosti detektorja in faktorjem pretvorbe MEMK v MK ter s površinami za posamezen MEMK.

3.2.6.4 Faktor odzivnosti FID (Rf)

Pri enakih koncentracijah različnih MK ne dobimo enakih površin kromatografskih vrhov, zato smo morali predhodno določiti faktorje odzivnosti detektorja (Rf) za posamezne MEMK. Rf smo določili s pomočjo kromatograma in standardne mešanice (NuCheck 85, 68 D, 411, 546 Prep. Inc.).

Za izračun Rf v NuCheck za posamezen MEMK smo uporabili naslednjo enačbo:

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

kjer je:

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

3,03 ut %.....utežni delež posameznega MEMK v NuChecku, ki je znašal 3,03, razen za palmitinsko kislino (16:0)

3.2.6.5 Izračun utežnih deležev MK

Poleg Rf in površin kromatografskih vrhov MEMK, smo za izračun potrebovali še konverzijski faktor (FA_i), povzet po AOAC Official Method 996.06. (1999), s katerim se iz količine MEMK preračuna količina posamezne MK (preglednica 6).

Preglednica 6: Konverzijski faktorji (FA_i) za preračun MEMK v MK (AOAC Official Method 996.06, 1999)

maščobna kislina	kemijsko ime	slovensko trivialno ime	FA _i
C12:0	dodekanojska k.	lavrinska k.	0,934579
C13:0	tridekanojska k.		0,938596
C14:0	tetradekanojska k.	miristinska k.	0,942149
C14:1n-5	9-tetradecenojska k.	miristooleinska k.	0,941667
C15:0	pentadekanojska k.	pentadekanojska k.	0,945313
C16:0	heksadekanojska k.	palmitinska k.	0,948148
C16:1n-7	9-heksadecenojska k.	palmitooleinska k.	0,947761
C17:0	heptadekanojska k.	margarinska k.	0,950704
C17:1n-7	10-heptadecenojska k.		0,950355
C18:0	oktadekanojska k.	stearinska k.	0,95302
C18:1n-9	9-oktadecenojska k.	oleinska k.	0,952703
C18:2n-6	9,12-oktadekadienojska k.	linolna k.	0,952381
C18:3n-6	6,9,12-oktadekatrienojska k.	γ-linolenska k.	0,952055
C18:3n-3	6,9,15-oktadekatrienojska k.	α-linolenska k.	0,952055
C18:4n-3	6,9,12,15-oktadekatetraenojska k.	steraidonska k.	0,951724
C20:0	eiokozanojska k.	arahidinska k.	0,957055
C20:1n-9	11-eiokozanojska k.	gadoleinska k.	0,95679
C20:2n-6	11,14-eiokozadienojska k.		0,956522
C20:3n-9	5,8,11-eiokozatrienojska k.		0,95625
C20:4n-6	5,8,11,14-eiokozatetraenojska k.	arahidonska k.	0,955975
C20:5n-3	5,8,11,14,17-eiokozapentaenojska k.	EPK	0,955696
C22:0	dokozanojska k.	behenska k.	0,960452
C22:1n-9	13-dokozanojska k.	eruka k.	0,960227
C22:3n-6	10,13,16-dokozatrienojska k.	dokozatrienojska k.	0,95977
C22:4n-6	7,10,13,16-dokozatetraenojska k.	dokozatetraenojska k.	0,959538
C22:5n-6	4,7,10,13,16-dokozapentaenojska k.	DPK	0,959302
C22:6n-3	4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenojska k.	DHK	0,959064
C23:0	trikozanojska k.		0,961957
C24:1n-9	15-tetrakozanojska k.	nevronska k.	0,963158

3.2.7 Merjenje barve

Princip:

Merjenje barve s kromametrom Minolta CR-200B, ki vključuje računalnik DATA DP 100 in CIE 1976 – L*, a*, b* sistem.

Aparatura:

Aparat je sestavljen iz merilne glave in mikroprocesorske podatkovne enote. V merilni glavi sta dva izvora svetlobe – ksenonova in pulzirajoča svetilka, ki dajeta svetlobo sestavljeno iz enakih delov rdeče, modre in zelene barve. Snop svetlobe iz teh dveh izvorov pada pod kotom 45° na vzorec. Svetloba enake dolžine, kot je valovna dolžina barv vzorca, se od vzorca odbije in pod kotom 180° pada na optično fotosprejemno ploščo. Ta plošča vsebuje tri spektralne filtre X, Y, Z. Za to ploščo so trije sprejemniki ali senzorji. Vrednost izmerjenega signala iz merilne glave se ojača in digitalizira. Računalnik nam poda rezultat v L*, a* in b* koordinatah, ki so v direktni odvisnosti od vrednosti X, Y in Z. Pred merjenjem kromameter umerimo na beli standard (Y_n= 93,8; X_n= 0,3134; Z_n= 0,3208).

Postopek:

V file brancina smo zarezali na zgornjem delu pred glavo, tako da smo lahko kožo upognili. Na to mesto smo nastavili merilno glavo kromametra Minolta CR-200B ter na računalniku odčitali L^* , a^* in b^* vrednosti za posamezne vzorce rib.

3.2.8 Instrumentalno merjenje teksturnih lastnosti

Princip:

Merjenje rezne trdnosti z mnogonamenskim aparatom za mehanično testiranje Texture Analyser XT. plus.

Aparatura:

Aparat sestavljajo testirni nastavek (v našem primeru ravno rezilo s širino 700 mm in naklonom 60° glede na ploščo), senzibilni in mehanski element ter računalnik.

Postopek:

Ribje fileje širine 620 mm in debeline 150-200 mm, smo najprej temperirali na $9-10^\circ\text{C}$ ter jih postavili na prostor za vzorec pod rezilom. Hitrost rezila (rezanja) je bila 2 mm/s ter ob vsakem trenutku je bila izmerjena sila potrebna za rez. To silo smo odčitali na diagramu na računalniku; izražena je bila v N (Newtonih). Večja kot je bila sila potrebna za prerez vzorca, večja je bila rezna trdnost.

3.2.9 Senzorična analiza

Senzorična analiza je potekala v senzoričnem laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Senzorično analitično komisijo so sestavljali štirje izkušeni preskuševalci. Ocenjevanje je bilo izvedeno s testom točkovanje lastnosti iz skupine analitičnih deskriptivnih testov z nestrukturirano točkovno lestvico od 1 do 7 točk, s korakom po 0,5 točke.

Barva presne mišičnine se je ocenjevala na termično neobdelanih filejih brancinov, medtem ko so bili ostali parametri določeni na pečenih filejih do določene središčne temperature ($T_s \approx 80^\circ\text{C}$), merjene s tipalom na kuhinjskem termometru. Fileji so bili pečeni v živilski foliji v lastnem soku ter jim nismo dodali nobenih aditivov. Temperatura pečice je bila nastavljena na 200°C , želena središčna temperatura pa je bila dosežena po približno 25-ih minutah.

Ocenjene so bile naslednje senzorične lastnosti:

- barva presne mišičnine (1-7 točk)
 - 7 – značilna (rožnata) barva
 - 1 – neznačilna, bleda barva
- barva mišičnine (1-7 točk)
 - 7 – značilna (bela) barva
 - 1 – neznačilna bleda barva
- vonj (1-7 točk)
 - 7 – značilen, dobro izražen vonj

- 1 – neznačilen, neizrazit vonj
- občutek v ustih (1-7 točk)
 - 7 – značilen, odličen okus brancina
 - 1 – neznačilen, slab (prazen) okus
- aroma (1-7 točk)
 - 7 – odlično izražena značilna aroma brancinov
 - 1 – neizrazita, neopazna aroma
- mastnost (1-7 točk)
 - 1 – primerna zamaščenost brancinov
 - 7 – prekomerna zamaščenost
- tekstura (1-4-7 točk)
 - 4 – primerna
 - 7 – suha, trda, neznačilna tekstura
 - 1 – mehka, gnečava, razpadajoča, neznačilna tekstura
- skupni vtis (1-7 točk)
 - 7 – za brancina značilna in optimalna celovita senzorična kakovost
 - 1 – neznačilno in neustrezno izražene lastnosti brancina

Pri barvi presne mišičnine, barvi mišičnine, vonju, občutku v ustih, aromi in skupnem vtisu je 1 določala najslabše, 7 pa najboljše izraženo lastnost. Pri določanju mastnosti je 7 predstavljala najbolj, 1 pa najmanj masten (pust) vzorec. To pomeni, da je bila pri 1 najboljše izražena lastnost. Na lestvici od 1-4-7 je 4 točke predstavljala optimalno izraženo teksturo vzorca. Proti 1 padajoča vrednost je odražala premalo, proti 7 naraščajoča pa preveč izraženo trdo in suho teksturo mesa.

3.2.10 Statistična obdelava podatkov

Podatke in dobljene rezultate smo združili in uredili s programom Microsoft Excel 2007. Na tako urejenih podatkih smo opravili analizo variance (ANOVA) s programom R (R Development Core Team, 2011) in naslednjim statističnim modelom:

$$y_{ijk} = \mu + S_i + M_{ij} + e_{ijk} \quad \dots(3),$$

kjer so:

y_{ijk}meritev lastnosti (k-ta meritev na j-ti živali v skupini i)

μsrednja vrednost

S_iskupina (i = 1, 2)

M_{ij}ponovitev znotraj skupine

e_{ijk}napaka

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 MASA IN IZPLEN BRANCINOV

V preglednici 7 so predstavljene mase brancinov, tako neočiščenih kot očiščenih (brez drobovja in škrg). Takšne ribe kupi potrošnik.

Preglednica 7: Mase (g) očiščenih in neočiščenih brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri in Duncanovim testom

Brancin	Neočiščen		Očiščen	
	G	P	G	P
skupina ribe				
\bar{x}	1246	1450	1099	1280
SO	186	363	157	322
min	1016	1112	906	970
max	1448	2000	1284	1750
KV (%)	15,0	25,0	14,2	25,2
P-vrednost	0,2097		0,2063	

G – gojena, P – prostoživeča, \bar{x} – povprečna vrednost, SO – standardni odklon, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, KV – koeficient variabilnosti, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami (skupini se značilno razlikujeta, če je $P \leq 0,05$)

Skupini gojenih in divjih brancinov imata primerljivo maso, saj med njima ni statistično značilnih razlik. Malo večja odstopanja so samo pri nekaterih primerkih divjih rib (KV = 25,0 %), saj je pri teh težje doseči enakomerno ponovljivost teže. To lahko pripišemo dejstvu, da je ulov na morju naključen in človek težje vpliva na izbor rib kot pri gojenih.

4.2 OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA RIB

Osnovna kemijska sestava rib je predstavljena v preglednici 8.

Preglednica 8: Rezultati kemijske analize rib (vrednosti g/100 g vzorca) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri in Duncanovim testom

Parameter (g/100 g)	voda		surove beljakovine		celokupne maščobe		surovi pepel	
	G	P	G	P	G	P	G	P
skupina ribe								
\bar{x}	68,7 ^b	73,7 ^a	20,3	21,2	11,0 ^a	5,2 ^b	1,23	1,18
SO	3,2	1,5	1,2	1,1	4,6	2,2	0,06	0,07
min	63,3	70,6	17,8	18,1	5,8	3,2	1,1	1,03
max	72,5	75,9	22,7	23,6	19,2	10,0	1,28	1,28
KV (%)	4,7	2,0	6,0	5,4	41,9	41,7	4,6	6,2
P-vrednost	0,0014		0,0789		0,0068		0,098	

G – gojena, P – prostoživeča, \bar{x} – povprečna vrednost, SO – standardni odklon, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, KV – koeficient variabilnosti, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami (skupini se značilno razlikujeta, če je $P \leq 0,05$); a, b – oznaka poskusnih skupin, ki se statistično značilno razlikujeta ($P \leq 0,05$)

Meso gojenih brancinov vsebuje značilno manj vode (5 %) in več celokupne maščobe (5,8 %) kot prostoživeči brancini ($P \leq 0,01$), medtem ko se v vsebnosti surovih beljakovin in pepela ne razlikujeta.

Statistično značilno večja vsebnost lipidov pri gojenih brancinih je bila prav tako ugotovljena v večini drugih raziskav (Alasalvar in sod., 2002a; Orban in sod., 2002; Orban s sod., 2003; Sağglik in sod., 2003; Bell in sod., 2007; Nasopoulou in sod., 2007; Fuentes in sod., 2010; Bhourri in sod., 2010). Primerljive podatke smo dobili tudi za vsebnost beljakovin in mineralov, kjer večina raziskav ni določila značilnih razlik med gojenimi in prostoživečimi ribami (Alasalvar s sod., 2002a; Alasalvar in sod., 2002b; Orban in sod., 2002; Yildiz in sod., 2007; Grigorakis, 2007; Fuentes in sod., 2010). Na podlagi teh dejstev lahko rečemo, da so rezultati naših analiz primerljivi z literaturnimi.

4.3 SENZORIČNA KAKOVOST RIB

Pri toplotni pripravi rib za senzorično analizo je bila izguba mase različna pri obeh skupinah rib in sicer pri gojenih brancinih 8,5 %, pri prostoživečih pa 10,3 %. Večja izguba mase pri prostoživečih ribah je verjetno zaradi večje količine vode v tej poskusni skupini. Parametri senzorične kakovosti gojenih in prostoživečih brancinov so predstavljeni v preglednici 9.

Preglednica 9: Parametri senzorične kakovosti gojenih in prostoživečih brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri ter Duncanovim testom

Parameter	skupina ribe	\bar{x}	min	max	SO	KV (%)	P
Barva mišičnine (1-7)	G	5,7	5	6,5	0,37	6,5	0,2758
	D	5,52	4	6	0,54	9,7	
Barva presne mišičnine (1-7)	G	4,75	3,5	5,5	0,44	9,3	0,6964
	P	4,59	2	6	1,04	22,6	
Vonj (1-7)	G	5,68	5	6	0,31	5,5	0,6788
	P	5,71	5	6	0,35	6,0	
Tekstura (1-4-7)	G	3,29	3	4,5	0,37	11,3	0,3935
	P	3,37	3	4	0,42	12,5	
Občutek v ustih (1-7)	G	5,3	5	6	0,31	5,9	0,5023
	P	5,21	4	6	0,50	9,6	
Mastnost (1-7)	G	2,23	1,5	3	0,35	15,5	0,154
	P	2,11	1,5	3	0,31	14,9	
Aroma (1-7)	G	5,86 ^a	5	6,5	0,33	5,6	0,0013
	P	5,52 ^b	5	6	0,32	5,8	
Skupni vtis (1-7)	G	5,71 ^a	5	6	0,32	5,5	0,002
	P	5,41 ^b	5	6	0,33	6,2	

G – gojena, P – prostoživeča, \bar{x} – povprečna vrednost, SO – standardni odklon, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, KV – koeficient variabilnosti, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami; a, b – oznaka poskusnih skupin, ki se statistično značilno razlikujeta ($P \leq 0,05$)

Gojeni brancini so pokazali značilno boljšo aromo in skupni vtis v primerjavi z prostoživečimi ($P < 0,01$). V vseh ostalih ocenjenih lastnosti se meso gojenih nasproti prostoživečim ribam ni značilno razlikovalo, čeprav se tudi v tem primeru kaže trend boljše barve presne in toplotno obdelane mišičnine in boljši občutek v ustih. Preseneča, da ocenjevalci niso ugotovili statistično značilnih razlik v mastnosti. Rezultati nakazujejo, da je bila ocenjevalcem bolj všeč skupina gojenih brancinov. Zato lahko rečemo, da višja cena prostoživečih brancinov glede na njihovo senzorično kakovost ni upravičena.

Te ugotovitve se ne skladajo s tistimi, ki jih navaja Grigorakis in sod. (2003) za orade, saj je pri prostoživečih vzorcih ugotovil statistično značilno boljšo teksturo, aromo in občutek v ustih. Takšne razlike so bile najverjetneje tudi zaradi mlajših rib (do 400 g) uporabljenih v raziskavi.

Najbolj raznolike ocene so ocenjevalci dodelili za barvo presne mišičnine prostoživečih brancinov, kar je razvidno iz visokega koeficienta variabilnosti (22,6) in visokega razpona med minimalno in maksimalno vrednostjo (od 2 do 6). Večji koeficienti variabilnosti pri teksturi in mastnosti so posledica manjših ocen teh lastnosti, ob dejstvu da se je ocenjevalo po istem koraku (0,5 točke) kot ostale parametre.

4.4 INSTRUMENTALNO IZMERJENA BARVA

Rezultati instrumentalno iz vrednotene barve presne mišičnine so prikazani v preglednici 10.

Preglednica 10: Rezultati merjenja barve dveh skupin brancinov s kromametrom Minolta in izračunani osnovni statistični parametri

parameter	skupina ribe	\bar{x}	min	max	SO	P
L	G	54,9	51,3	59	2,1	0,8646
	P	55,4	46,6	64,7	4,3	
a	G	-0,6 ^a	-4	2	1,2	0,0131
	P	1,3 ^b	-1,5	6,4	1,9	
b	G	2,0	-3,4	8,7	3,1	0,1741
	P	1,0	-2,5	7	2,0	

G – gojena, P – prostoživeča, \bar{x} – povprečna vrednost, SO – standardni odklon, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, KV – koeficient variabilnosti, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami; a, b – oznaka poskusnih skupin, ki se statistično značilno razlikujeta ($P \leq 0,05$)

Prostoživeči brancini imajo značilno ($P < 0,05$) bolj rdeč odtenek barve (višja a* vrednost) v primerjavi z gojenimi brancini. V drugih parametrih instrumentalne barve presne mišičnine (vrednosti L* in b*) se gojeni in prostoživeči brancini niso razlikovali. Bolj rdeča barva prostoživečih rib je verjetno posledica večje vsebnosti mioglobina, ki ga je več pri ribah, ki se več gibajo (Carpene in sod., 1998). Lahko pa je prisotno tudi kakšno drugo barvilo, ki ga prostoživeča riba dobi z naravno prehrano.

Fuentes in sod. (2010) so ugotovili statistično značilno razliko v parametru L*; temnejši so bili prostoživeči brancini, vendar so bile vrednosti L* manjše kot pri naših vzorcih (L* =

36,66-42,39). Pri parametrih a^* in b^* so bile vrednosti primerljive z našimi ($a^* = -3,17$ do $-2,20$; $b^* = 2,39$ do $3,91$).

4.5 INSTRUMENTALNO IZMERJENA TEKSTURA

Pri instrumentalnem merjenju teksture smo poleg sile izmerili še delo (preglednica 11).

Preglednica 11: Rezultati instrumentalnega merjenja teksture dveh skupin brancinov z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	skupina ribe	\bar{x}	min	max	SO	KV (%)	P
rezna trdnost (N)	G	38,72	25,17	84,74	15,86	41,0	0,5382
	P	35,12	19,67	88,36	13,70	39,0	
delo (J)	G	0,615	0,368	0,974	0,139	22,7	0,7688
	P	0,644	0,398	1,188	0,195	30,3	

G – gojena, P – prostoživeča, \bar{x} – povprečna vrednost, SO – standardni odklon, min – najmanjša vrednost, max – največja vrednost, KV – koeficient variabilnosti, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami

Tekstura brancinov izmerjena kot rezna trdnost in delo ni pokazala značilnih razlik med gojenimi in prostoživečimi ribami. Kaže pa se tendenca, da so bili gojeni brancini nekoliko bolj čvrsti in se to sklada s senzorično analizo teksture. To se ne sklada z rezultati drugih raziskav, ki so pokazale mehkejšo teksturo pri gojenih brancinih (Periago in sod., 2005; Fuentes in sod., 2010).

4.6 MAŠČOBNOKISLINSKA SESTAVA

4.6.1 Ponovljivost metode določanja maščobnih kislin

Metodo določanja maščobnokislinske sestave s plinsko kromatografijo smo preverili s šestimi ponovitvami meritev na enem, naključno izbranem vzorcu ribe. Ta je bil iz skupine prostoživečih brancinov.

Preglednica 12: Ponovljivost meritev določanja maščobnih kislin, izmerjenih na ribi iz skupine prostoživečih brancinov

Maščobna kislina	Kemijsko ime	Trivialno ime	\bar{x} (ut.%)	KV(%)
C8:0	oktanojska	kaprilna	0,15	53,0
C12:0	dodekanojska	lavrinska	0,09	0,9
C13:0	tridekanojska		0,01	23,0
C 14:0	tetradekanojska	miristinska	4,54	1,0
C 14:1 t-	9-tetradecenojska		0,20	1,9
C 14:1 c-	9-tetradecenojska	miristooleinska	0,12	2,0
C15:0	pentadekanojska		0,54	1,0
C 15:1 c-5	5-pentadecenojska		0,14	4,9
C15:1 c-10	10-pentadecenojska		0,07	4,1
C 16:0	heksadekanojska	palmitinska	19,74	0,5
C 16:1 t-9	9-heksadecenojska	palmitoelaidinska	0,49	1,7
C 16:1 c-9	9-heksadecenojska	palmitooleinska	8,11	0,5
C 17:0	heptadekanojska	margarinska	0,99	0,5
C17:1 t-10	10-heptadecenojska		0,27	3,0
C17:1 c-10	10-heptadecenojska		1,08	2,5
C18:0	oktadekanojska	stearinska	4,51	1,0
C18:1n7	11-oktadecenojska		0,73	2,8
C18:1 t-9	9-oktadecenojska	elaidinska	0,15	2,3
C 18:1 c-9	9-oktadecenojska	oleinska	13,76	1,8
C 18:1 c-11	11-oktadecenojska		4,64	1,6
C 18:2 tt-9,12	9,12-oktadekadienojska		0,14	3,4
C 18:2 tc-9,12	9,12-oktadekadienojska		0,15	2,7
C 18:2 ct-9,12	9,12-oktadekadienojska		0,15	3,2
C 18:2 cc-9,12	9,12-oktadekadienojska	linolna (LK)	1,01	1,5
C 18:3 ccc-6,9,12	6,9,12-oktadekatrienojska	γ -linolenska	0,14	1,2
C 18:3 ccc-9,12,15	6,9,12-oktadekatrienojska	α -linolenska (ALK)	0,20	4,4
C 20:0	eikozanojska	arahidinska	0,54	2,2
C 20:1 c-8	8-eikozaenojska		0,13	4,2
C 20:1 c-11	11-eikozaenojska	gadoleinska	0,85	1,2
CXX₁			0,65	1,2
C20:2 cc-11,14	11,14-eikozadienojska		0,19	1,8
C20:2 X	eikozadienojska		0,18	6,3
C20:3 n-6	14-eikozatrienojska	dihomo γ -linolenska	0,09	7,6
C22:0	dokozanojska	behenska	0,18	69,8
C20:3 n-3 + C20:4 n-6	11,14,17-eikozatrienojska + 5,8,11,14 eikozatetraenojska	eikozatrienojska + arahidonska (ARK)	2,08	1,4
C22:1 c-	cis-dokozaenojska		0,09	8,0
C22:2 cc-	dokozadienojska		0,51	1,2
C20:5 n-3	5,8,11,14,17-eikozapentaenojska	EPK	10,93	0,6
C24:0	dokozanojska		0,13	3,2
C24:1	tetrakozaenojska	nevronska	1,07	0,7
C22:5 n-3	7,10,13,16,19-dokozapentaenojska	DPK	0,81	1,1
CXX₂			2,22	0,7
C22:6 n-3	4,7,10,13,16,19-dokozaheksaenojska	DHK	15,64	0,9

\bar{x} – povprečna vrednost šestih meritev, KV – koeficient variabilnosti

Pri 37-ih maščobnih kislinah so bile ponovitve izmerjene s koeficientom variabilnosti manjšim od 5 %, pri treh je bil ta med 5 in 8 % (C20:2 X; C20:3 n-6; C22:1 c-) in pri treh večji od 10 % (C8:0; C13:0; C22:0). Maščobne kisline, ki so imele večje koeficiente variabilnosti so bile prisotne v manjših koncentracijah ($\leq 0,18$ ut. %). Pri tako nizkih vrednostih pride zelo hitro do razlik v meritvah. Drugi razlog bi lahko bil slabša homogenost posameznega vzorca. Kljub temu lahko zaključimo, da so bili vzorci dobro pripravljene in da je bila ponovljivost kromatografskih meritev dobra.

4.6.2 Maščobnokislinska sestava brancinov

Rezultate posameznih maščobnih kislin smo dobili v utežnih deležih glede na vse maščobne kisline. Te smo naknadno preračunali v mg MK/100g vzorca.

Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava mišičnih lipidov gojenih in prostoživečih brancinov (ut. % od vseh MK)

Brancini MK	prostoživeči		gojeni		\bar{x}_G/\bar{x}_P	P
	\bar{x}_P	n	\bar{x}_G	n		
C8:0	0,13	7	0,10	7	0,75	nz
C12:0	0,07 ^a	7	0,03 ^b	6*	0,38	≤0,001
C13:0	0,03 ^a	6*	0,01 ^b	3*	0,35	≤0,05
C 14:0	3,07	7	3,46	7	1,13	nz
C 14:1 t-	0,26 ^a	7	0,11 ^b	7	0,42	≤0,001
C 14:1 c-	0,14 ^a	7	0,06 ^b	7	0,44	≤0,001
C15:0	0,64 ^a	7	0,27 ^b	7	0,43	≤0,001
C 15:1 c-5	0,16 ^a	7	0,08 ^b	7	0,52	≤0,001
C15:1 c-10	0,12 ^a	7	0,04 ^b	7	0,35	≤0,01
C 16:0	20,70 ^a	7	14,94 ^b	7	0,72	≤0,001
C 16:1 t-9	0,82 ^a	7	0,37 ^b	7	0,45	≤0,001
C 16:1 c-9	7,47 ^a	7	4,58 ^b	7	0,61	≤0,001
C 17:0	0,88 ^a	7	0,46 ^b	7	0,52	≤0,001
C17:1 t-10	0,34 ^a	7	0,25 ^b	7	0,75	≤0,05
C17:1 c-10	0,67 ^a	7	0,19 ^b	7	0,29	≤0,01
C18:0	5,15 ^a	7	3,17 ^b	7	0,62	≤0,001
C18:1n7	0,73 ^a	1*	0,39 ^b	2*	0,54	≤0,001
C18:1 t-9	0,25 ^a	7	0,07 ^b	7	0,29	≤0,001
C 18:1 c-9	17,83 ^a	7	22,94 ^b	7	1,29	≤0,001
C 18:1 c-11	5,21 ^a	7	0,23 ^b	7	0,04	≤0,001
C 18:2 tt-9,12	0,15 ^a	4*	0,33 ^b	7	2,18	≤0,001
C 18:2 tc-9,12	0,23	7	0,20	4*	0,86	nz
C 18:2 ct-9,12	0,20 ^a	7	0,09 ^b	7	0,42	≤0,01
C 18:2 cc-9,12	3,56 ^a	7	15,99 ^b	7	4,49	≤0,001
C 18:3 ccc-6,9,12	0,29	7	0,14	7	0,49	nz
C 18:3 ccc-9,12,15	0,22 ^a	7	0,15 ^b	7	0,68	≤0,001
C 20:0	1,08 ^a	7	0,09 ^b	7	0,08	≤0,01
C 20:1 c-8	0,27 ^a	7	2,09 ^b	7	7,73	≤0,001
C 20:1 c-11	1,12 ^a	7	3,92 ^b	7	3,51	≤0,001
CXX ₁	0,41 ^a	7	0,82 ^b	7	2,00	≤0,001
C20:2 cc-11,14	0,49 ^a	7	0,17 ^b	7	0,36	≤0,05
C20:2 X	0,17 ^a	7	0,74 ^b	7	4,44	≤0,001
C20:3 n-6	0,24	6*	0,06	5*	0,27	nz
C22:0	0,25 ^a	6*	0,11 ^b	7	0,42	≤0,05
C20:3 n-3 + C20:4 n-6	2,91 ^a	7	0,56 ^b	7	0,19	≤0,001
C22:1 c-	0,16 ^a	4*	2,82 ^b	7	17,89	≤0,001
C22:2 cc-	0,67	7	0,58	7	0,87	nz
C20:5 n-3	6,62	7	6,91	7	1,04	nz
C24:0	0,13 ^a	7	0,04 ^b	7	0,33	≤0,001
C24:1	1,01 ^a	7	0,29 ^b	7	0,28	≤0,001
C22:5 n-3	0,99 ^a	7	0,23 ^b	7	0,23	≤0,001
CXX ₂	2,86 ^a	7	1,65 ^b	7	0,58	≤0,01
C22:6 n-3	10,21	7	8,85	7	0,87	nz

\bar{x}_P – povprečna vrednost posamezne MK pri prostoživečih brancinih, \bar{x}_G – povprečna vrednost posamezne MK pri gojenih brancinih, n – število rib, pri katerih je bila vrednost za posamezno MK različna od 0, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami, nz – ni statistično značilne razlike (P > 0,05); a, b – oznaka poskusnih skupin, ki se statistično značilno razlikujeta (P ≤ 0,05)

Povprečno vrednost za posamezno MK smo izračunali samo iz vrednosti, ki niso bile nič. Pri ribah, kjer je bila koncentracija posamezne MK pod mejo detekcije, njene vrednosti nismo upoštevali pri izračunu povprečne vrednosti.

Skupini gojenih in prostoživečih brancinov se statistično značilno razlikujeta v deležu večine maščobnih kislin. V prostoživečih brancinih je največ (22,7 ut. %) palmitinske kisline (C16:0), sledijo ji z 17,83 ut. % oleinska (C18:1 c-9), DHK (C22:6 n-3) z 10,21 %, palmitoleinska (C16:1 c-9) s 7,47 ut. %, EPK (C20:5 n-3) s 6,62 ut. %, 11-oktadecenojska (C18:1 c-11) s 5,21 ut. % in stearinska kislina (C18:0) s 5,15 ut. %.

V gojenih brancinih je največ (22,91 ut. %) oleinske (C18:1 c-9), linolne (C18:2 cc-9,12) s 15,99 ut. %, palmitinske (C16:0) s 14,94 ut. %, DHK (C22:6 n-3) z 8,85 ut. % in EPK (C20:5 n-3) s 6,91 ut. %.

Med skupinama so največje razlike pri MK z največjim deležem. Izjemi sta EPK (C20:5 n-3) in DHK (C22:6 n-3), pri katerih ni statistično značilnih razlik med skupinama. Prostoživeči brancini vsebujejo manj oleinske kisline (C18:1 c-9) verjetno zaradi večje vsebnosti njej podobne 11-oktadecenojske kisline (C18:1 c-11), ki je pri gojeni vrsti skoraj ni. V prid kakovosti lipidov gojenih brancinov kaže več kot 4-krat večja vsebnost linolne kisline (C18:2 cc-9,12) ter skoraj za tretjino manjša vsebnost aterogene palmitinske kisline (C16:0). Najbolj aterogena miristinska kislina (C14:0), je pri obeh skupinah rib zastopana v podobnih deležih in med njimi ni statistično značilnih razlik. Statistično značilna razlika je pri lavrinski kislini (C12:0), vendar je ta prisotna v zanemarljivo majhnih koncentracijah.

S plinskim kromatografom nam ni uspelo identificirati dveh maščobnih kislin CXX₁ in CXX₂, ki sta se statistično značilno razlikovali. Naprava je ti dve MK zaznala, vendar v standardni mešanici NuCheck 85, 68 D, 411, 546 Prep. Inc. ni bilo primerljivih MK.

Plinski kromatograf tudi ni uspel razlikovati med eikozatrienojsko (C20:3 n-3) in arahidonsko kislino (C20:4 n-6) in je kot rezultat podal njuno skupno vrednost. Vsebnosti obeh MK sta se pri skupinah rib statistično značilno razlikovali, saj jih je bilo pri prostoživečih brancinih več kot 5-krat več kot pri gojenih.

Med oblike cis-dokozaenojske kisline (C22:1 c-) spada tudi zdravju škodljiva eruka kislina (C22:1 n-9), katere vrednost ne sme presegati 5 % med vsemi MK (Ur. l. 89/1999). Pri ribah je najbolj zastopana oblika cis-dokozaenojske kisline predvsem cetoleinska kislina (C22:1 n-11). Pri naših vzorcih rib vrednosti ne presegajo 3 % pri gojenih ribah, pri prostoživečih ribah je cis-dokozaenojske kisline še 17-krat manj.

Naši rezultati se skladajo z literaturnimi, da je največja vsebnost palmitinske kisline pri prostoživečih brancinih (Alasalvar in sod., 2002b; Fuentes in sod., 2010). Pri tej skupini morda preseneča podpovprečna vsebnost DHK in velika vsebnost palmitoleinske kisline. Največ oleinske kisline pri gojenih brancinih so pokazale skoraj vse predhodne raziskave (Alasalvar in sod., 2002b; Saĝglik in sod., 2003; Periago in sod., 2005; Bell in sod., 2007; Erdem in sod., 2009; Fuentes in sod., 2010). Razlike v MK sestavi obeh skupin brancinov lahko pripišemo predvsem različni prehrani.

Preglednica 14: Maščobnokislinska sestava gojenih in prostoživečih brancinov (v mg/100g vzorca)

Brancini	prostoživeči		gojeni		\bar{x}_G/\bar{x}_P	P
	\bar{x}_P	n	\bar{x}_G	n		
C8:0	5,79	7	8,23	7	1,42	nz
C12:0	3,44	7	2,93	6*	0,85	nz
C13:0	1,77	6*	1,66	3*	0,94	nz
C 14:0	141,38 ^a	7	340,81 ^b	7	2,41	≤0,05
C 14:1 t-	12,92	7	10,83	7	0,84	nz
C 14:1 c-	6,76	7	6,30	7	0,93	nz
C15:0	29,80	7	26,58	7	0,89	nz
C 15:1 c-5	6,76	7	7,04	7	1,04	nz
C15:1 c-10	4,93	7	4,30	7	0,87	nz
C 16:0	974,44	7	1485,49	7	1,52	nz
C 16:1 t-9	39,09	7	37,22	7	0,95	nz
C 16:1 c-9	354,92	7	458,41	7	1,29	nz
C 17:0	41,04	7	44,78	7	1,09	nz
C17:1 t-10	15,51 ^a	7	23,37 ^b	7	1,51	≤0,05
C17:1 c-10	30,45	7	24,87	7	0,82	nz
C18:0	237,00	7	315,81	7	1,33	nz
C18:1n7	31,72	1*	27,28	2*	0,86	nz
C18:1 t-9	11,84	7	7,42	7	0,63	nz
C 18:1 c-9	860,84 ^a	7	2294,65 ^b	7	2,67	≤0,01
C 18:1 c-11	248,54 ^a	7	23,44 ^b	7	0,09	≤0,01
C 18:2 tt-9,12	6,67 ^a	4*	33,33 ^b	7	4,99	≤0,01
C 18:2 tc-9,12	10,55 ^a	7	20,43 ^b	4*	1,94	≤0,05
C 18:2 ct-9,12	9,84	7	8,11	7	0,82	nz
C 18:2 cc-9,12	176,52 ^a	7	1547,84 ^b	7	8,77	≤0,001
C 18:3 ccc-6,9,12	14,54	7	14,27	7	0,98	nz
C 18:3 ccc-9,12,15	10,33	7	14,58	7	1,41	nz
C 20:0	59,84	7	9,07	7	0,15	nz
C 20:1 c-8	10,62 ^a	7	206,32 ^b	7	19,43	≤0,001
C 20:1 c-11	50,00 ^a	7	385,70 ^b	7	7,71	≤0,001
CXX ₁	18,88 ^a	7	83,11 ^b	7	4,40	≤0,001
C20:2 cc-11,14	22,58	7	25,54	7	1,13	nz
C20:2 X	7,58 ^a	7	64,35 ^b	7	8,49	≤0,001
C20:3 n-6	13,74	6*	6,85	5*	0,50	nz
C22:0	9,51	6*	9,95	7	1,05	nz
C20:3 n-3 + C20:4 n-6	131,34 ^a	7	53,15 ^b	7	0,40	≤0,001
C22:1 c-	7,54 ^a	4*	274,57 ^b	7	36,39	≤0,001
C22:2 cc-	28,45 ^a	7	57,51 ^b	7	2,02	≤0,01
C20:5 n-3	283,17 ^a	7	676,92 ^b	7	2,39	≤0,01
C24:0	5,88	7	4,27	7	0,73	nz
C24:1	44,79 ^a	7	27,40 ^b	7	0,61	≤0,01
C22:5 n-3	46,15 ^a	7	22,32 ^b	7	0,48	≤0,05
CXX ₂	128,51	7	160,62	7	1,25	nz
C22:6 n-3	459,81 ^a	7	864,82 ^b	7	1,88	≤0,05

\bar{x}_P – povprečna vrednost posamezne MK pri prostoživečih brancinih, \bar{x}_G – povprečna vrednost posamezne MK pri gojenih brancinih, n – število rib, pri katerih je bila vrednost za posamezno MK različna od 0, P-vrednost za značilnost razlik med obravnavanimi skupinami, nz – ni statistično značilne razlike (P > 0,05); a, b – oznaka poskusnih skupin, ki se statistično značilno razlikujeta (P ≤ 0,05)

Večje vsebnosti posameznih MK pri gojenih brancinih so posledica večje količine celokupnih maščob. Manjše razlike so med absolutnimi vrednostmi posameznih MK (mg/100 g), še posebej med MK z manj kot 18 C-atomi, kjer je statistično značilna razlika (P ≤ 0,05) samo med vsebnostjo 10-heptadecenojske (C17:1 t-10) in miristinske kisline

(C14:0). Slednje je bilo pri gojenih ribah 2-krat več. Palmitinske kisline (C16:0) je med vsemi največ pri prostoživečih brancinih, a je njena vsebnost pri skupini gojenih za več kot polovico večja.

Oleinske kisline (C18:1 c-9) je pri gojenih brancinih med vsemi največ in predstavlja skoraj 2,3 % celokupne sestave mesa. Prostoživeči brancini jo vsebujejo več kot 2,5-krat manj, tako da obstaja statistično značilna razlika ($P \leq 0,01$). Še večja je razlika ($P \leq 0,001$) pri linolni kislini (C18:2 cc-9,12), ki jo je več kot 1,5 % glede na celokupno sestavo mesa pri gojenih ribah in je njena vsebnost skoraj 9-krat večja kot pri prostoživečih ribah. Relativno malo je bilo α -linolenske (C18:3 ccc-9,12,15) in γ -linolenske kisline (C18:3 ccc-6,9,12), kjer skoraj ni bilo razlik med skupinama.

Statistično značilna razlika obstaja med dvema najpomembnejšima MK pri ribah, to sta EPK (C20:5 n-3) in DHK (C22:6 n-3). Skupaj ju je 2-krat več pri gojenih ribah in vsebnost presega 1,5 g/100 g ribjega mesa, kar presega vrednosti potrebne za varovanje pred kardiovaskularnimi boleznimi (Nesheim in Yaktine, 2007; Galli in sod., 2008). V tem pogledu imajo gojeni brancini večjo prehransko kakovost lipidov. Vsebnost DHK je v našem primeru višja kot vsebnost EPK.

Eikozatrienojske (C20:3 n-3) in arahidonske kisline (C20:4 n-6) je značilno več v prostoživečih ribah. Podobno velja za nevronske (C24:1), DPK (C22:5 n-3) in arahidinsko kislino (C20:0), le da pri slednji razlika ni statistično značilna.

Preglednica 15: Prehransko pomembne skupine MK v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v ut. %)

	\bar{x}_P	\bar{x}_G	\bar{x}_G/\bar{x}_P
NMK	32,14	22,68	0,71
ENMK	36,56	38,44	1,05
VNMK	26,95	35,00	1,30
n-3 VNMK	18,04	16,14	0,89
n-6 VNMK	5,16	16,98	3,29
DV-VNMK	22,29	18,11	0,81
n-6 DV-VNMK	0,72	0,24	0,33
n-3 DV-VNMK	17,82	15,99	0,90

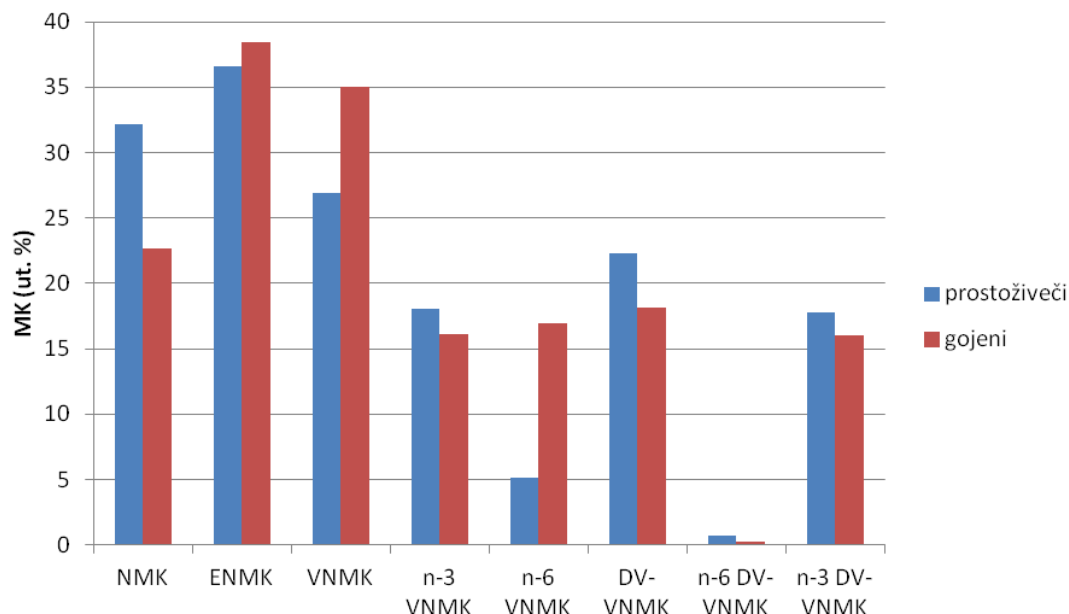
\bar{x}_P – povprečna vrednost pri prostoživečih brancinih, \bar{x}_G – povprečna vrednost pri gojenih brancinih

Prostoživeči brancini vsebujejo za skoraj 10 % več NMK kot gojeni, in zato sorazmerno toliko manj VNMK. Večji delež VNMK pri gojenih ribah je posledica več kot 3-krat večje vsebnosti n-6 MK. Delež ENMK je podoben pri obeh skupinah rib.

Dobljeni podatki kažejo na boljšo prehransko kakovost MK gojenih rib. Večja vsebnost VNMK pri gojenih ribah je posledica več kot 3-krat večje vsebnosti n-6 MK, saj je odstotek n-3 MK večji pri prostoživečih brancinih. Vrednosti bi utegnile biti drugačne, če bi upoštevali neznani MK (CXX_1 in CXX_2), vendar bi razlike bile še vedno očitne in v prid skupini gojenih rib.

Delež dolgoverižnih VNMK, tako n-3 kot n-6, je večji pri prostoživečih brancinih. Drugačne rezultate bi verjetno dobili, če bi lahko ugotovili razmerje med eikozatrienojsko

(C20:3 n-3) in arahidonsko kislino (C20:4 n-6), katerih vsebnosti s plinsko kromatografijo nismo ločili.



Slika 5: Vsebnosti maščobnih kislin v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v ut. %)

Iz slike 5 je razvidno, da je pri obeh skupinah največ ENMK in da glavnino VNMK pri prostoživečih brancinih predstavljajo n-3 DV-VNMK. Obe skupini imata majhen odstotek (0,22 ut. %) n-3 VNMK, ki imajo verigo z manj kot 20 C-atomi.

Raziskave (Krajnovc-Ozretić in sod., 1994; Alasalvar in sod., 2002b; Sačgljik in sod., 2003; Periago in sod., 2005; Grigorakis, 2007; Erdem in sod., 2009; Bhourri in sod., 2010; Fuentein sod., 2010) so pokazale na večjo vsebnost VNMK pri prostoživečih brancinih. Naši rezultati so drugačni in v prid gojenim ribam, medtem ko so prostoživeči brancini vsebovali več n-3 VNMK. Vsebnosti ENMK se skladajo z literaturnimi podatki.

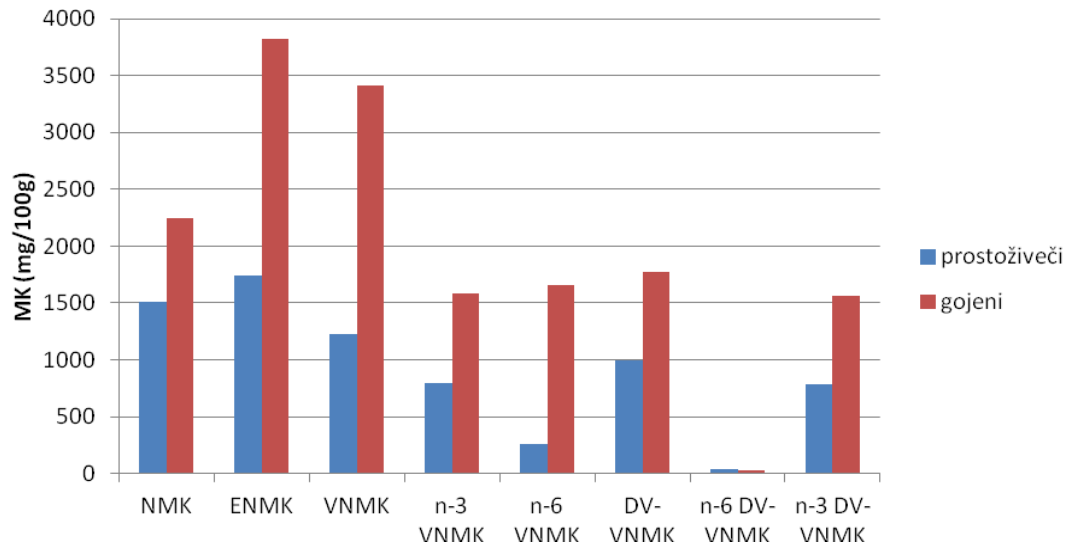
Preglednica 16: Razlike med vsebnostmi NMK, ENMK in VNMK pri gojenih in prostoživečih brancinih (v mg/100g)

	\bar{x}_P	\bar{x}_G	\bar{x}_G/\bar{x}_P
NMK	1509,89	2249,59	1,49
ENMK	1737,23	3819,11	2,20
VNMK	1221,31	3410,03	2,79
n-3 VNMK	799,46	1578,64	1,97
n-6 VNMK	254,47	1656,37	6,51
DV-VNMK	992,84	1771,474	1,78
n-6 DV-VNMK	36,33	32,39252	0,89
n-3 DV-VNMK	789,14	1564,061	1,98

\bar{x}_P – povprečna vrednost pri prostoživečih brancinih, \bar{x}_G – povprečna vrednost pri gojenih brancinih

Manjša vsebnost NMK, ENMK in VNMK v mišičnih lipidih prostoživečih brancinov je posledica manjše zamaščenosti v primerjavi z gojenimi ribami. Pri prostoživečih ribah je koncentracija n-3 VNMK skoraj 2 krat nižja in n-6 VNMK 6,5 krat nižja kot v gojenih

ribah. Nenasičenih MK je bilo pri gojeni vrsti več kot 7 g na 100 g mesa, oz. 2,5-krat več kot pri prostoživečih. Od VNMK je bilo 6-krat več n-6 in 2-krat več n-3. Tudi koncentracija DV-VNMK je v gojenih brancinih 1,8 krat večja kot v prostoživečih, predvsem na račun 2 krat večje koncentracije n-3 DV-VNMK.



Slika 6: Vsebnosti maščobnih kislin v mišičnih lipidih gojenih in prostoživečih brancinov (v mg/100g)

Preglednica 17: Parametri prehranske kakovosti MK pri skupini gojenih in prostoživečih brancinov

	\bar{x}_P	\bar{x}_G	\bar{x}_G/\bar{x}_P
n-6/n-3 VNMK	0,32	1,05	3,30
n-6/n-3 DV-VNMK	0,05	0,02	0,45
P/S indeks	0,81	1,52	1,87
IA	0,52	0,39	0,76
EPK/DHK	0,62	0,78	1,27

\bar{x}_P – povprečna vrednost pri prostoživečih brancinih, \bar{x}_G – povprečna vrednost pri gojenih brancinih

Razmerje med n-6 in n-3 MK je boljše (0,32) pri prostoživečih brancinih v primerjavi z gojeno skupino (1,05). Obratno pa je razmerje n-6/n-3 dolgoverižnih VNMK boljše (nižja vrednost) pri prostoživečih ribah. Zelo nizke vrednosti za razmerje n-6/n-3 DV-VNMK so zaradi majhne količine n-6 DV-VNMK in razmeroma veliko EPK in DHK. Boljše razmerje n-6/n-3 VNMK pri prostoživečih brancinih in podobne vrednosti so določili tudi v drugih raziskavah (Alasalvar in sod., 2002b; Bell in sod., 2007; Erdem in sod., 2009; Fuentes in sod., 2010).

Gojeni brancini imajo višji P/S indeks v primerjavi z prostoživečimi (1,52 vs. 0,81), kar je posledica visoke vsebnosti EPK, DHK in predvsem LK (18:2 cc-9,12). Nižji indeks P/S pri prostoživečih brancinih je predvsem na račun večje vsebnosti palmitinske kisline (C16:0). Gledano s prehranskega vidika je indeks P/S pri obeh skupinah rib ugoden, saj presega vrednost 0,5. Drugačne rezultate, z višjim indeksom P/S pri prostoživečih brancinih navajata Alasalvar in sod. (2002b) in Periago in sod. (2005).

Lipidi gojenih brancinov imajo prav tako boljši (nižji) indeks aterogenosti v primerjavi s prostoživečimi (0,39 vs. 0,52). Grigorakis (2007) ni zaznal značilnih razlik v IA med dvema skupinama rib.

Prostoživeče ribe so vsebovale manj EPK in več DHK, kar je vidno iz manjšega razmerja med EPK in DHK. Podobne rezultate sta dobila Grigorakis (2007) in Fuentes in sod. (2010), medtem ko so gojeni brancini, ki jih je analiziral Alasalvar in sod. (2002b), vsebovali 3-krat več DHK kot EPK.

5 SKLEPI

Prostoživeči in gojeni brancini s primerljivo maso, ulovljeni v isti sezoni so se v osnovni kemijski sestavi statistično značilno ($P \leq 0,01$) razlikovali v vsebnosti vode (73,7 % vs. 68,7 %) in celokupnih maščob (5,2 % vs. 11,0 %). Več maščob v gojenih brancinih je zaradi obilnejše prehrane in omejenega gibanja. V vsebnosti beljakovin in pepela se obe skupini rib nista značilno razlikovali.

Senzorične lastnosti aroma in skupni vtis so bile značilno višje ocenjeni ($P < 0,005$) pri gojenih brancinih v primerjavi s prostoživečimi. V ostalih senzoričnih lastnostih se skupini nista razlikovali.

Instrumentalno izmerjena barva mišičnine je bila značilno ($P \leq 0,01$) bolj rdeča (višja vrednost a^*) pri prostoživečih brancinih. Instrumentalno izmerjena rezna trdota ni pokazala razlik v teksturi mesa gojenih in prostoživečih brancinov, kar se sklada z rezultati senzorične analize teksture.

V maščobnokislinski sestavi mišičnih lipidov se gojeni in prostoživeči brancini značilno ($P \leq 0,05$) razlikujejo. Prostoživeče ribe vsebujejo največ palmitinske, oleinske in DHK, pri gojenih pa poleg omenjenih še linolne kisline. Manjše razlike med skupinama so v absolutni količini posameznih MK (mg/100 g), vendar so tudi te statistično značilne pri najbolj zastopanih MK.

Prostoživeči brancini so vsebovali večji delež NMK in manj ENMK in VNMK, vendar so vsebovali tudi večji delež DV-VNMK in n-3 VNMK. Absolutna količina MK v obeh skupinah rib (mg/100 g ribe) nam kaže na to, da je zaradi večje vsebnosti maščob pri gojenih ribah, pri njih zato več NMK, ENMK in VNMK. Količina za zdravo prehrano najpomembnejših n-3 VNMK, še posebej dolgoveriznih, je pri gojenih brancinih skoraj dvakrat večja, prav tako je bilo več tudi EPK in DHK.

Obe skupini imata izrazito ugoden indeks P/S (0,81 vs. 1,52), vendar je ta indeks večji (boljši) pri gojenih brancinih, ki imajo prav tako boljši (manjši) indeks aterogenosti IA (0,52 vs. 0,39). Maščobe prostoživečih brancinov pa imajo skoraj trikrat boljše razmerje med n-6 in n-3 VNMK (0,32 vs. 1,05), ki zmanjšuje tveganje za nastanek tromboze in ateroskleroze.

Postavljene hipoteze smo v raziskavi le deloma potrdili, saj prostoživeči brancini niso bili bolje ocenjeni za senzorično kakovost, kar je potrdila tudi instrumentalna analiza teksture mesa. Predvidevanje, da so prostoživeči brancini bolj pusti drži, vendar je s prehranskega vidika MK sestava gojenih rib boljša.

6 POVZETEK

V današnjih časih je izbira hrane na tržišču velika, prav tako velja za ribe. Te so lahko vzrejene v ribogojnicah ali pa ujete v njihovem naravnem habitatu. Več je razlogov za višjo ceno prostoživečih rib v primerjavi z gojenimi. Vprašanje, ki se postavlja je, če je razlika v ceni upravičena glede na razlike v kvaliteti mesa rib obeh skupin. Za preučevano ribjo vrsto smo vzeli brancina (*Dicentrarchus labrax*) in primerjali kakovost prostoživečih in gojenih rib.

Ribe nismo ocenili samo po kriterijih njihove osnovne kemijske in maščobnokislinske sestave, temveč smo jih tudi senzorično analizirali. Posamezne parametre kakovosti smo primerjali z do sedaj opravljenimi raziskavami in določenimi predpostavkami. Glavna hipoteza je bila, da bodo pri večini izvrednotenih parametrov boljše rezultati dali prostoživeči brancini.

V analizo smo vključili 14 brancinov, skupino gojenih (7) in skupino prostoživečih (7), ulovljenih v južnem Mediteranu. Vzorec je predstavljal užiten del ribe, to je file, ki smo jih do začetka analiz hranili v zamrzovalniku. Osnovno kemijsko sestavo (voda, beljakovine, maščobe, pepel) smo določili po standardnih AOAC metodah, maščobnokislinsko sestavo mišičnih lipidov pa s plinsko kromatografijo z določanjem MEMK (Park in Goins, 1994). Senzorično analizo so opravili štirje izšolani ocenjevalci z metodo analitične deskriptivne analize s točkovanjem 8-ih lastnosti vsakega vzorca. Barvo presne mišičnine smo izmerili tudi instrumentalno s kromametrom Minolta CR-200B kot vrednosti L*, a* in b* in teksturo mesa rib z aparatom za merjenje teksture Texture Analyser XT. Plus kot rezno trdoto (N).

Osnovna kemijska sestava je bila podobna kot v literaturnih virih, skupini sta se značilno razlikovali pri vsebnosti maščob in vode, z večjo vsebnostjo maščob pri gojenih brancinih.

Senzorično boljše so bile ocenjene gojene ribe s statistično značilno ($P \leq 0,005$) boljšimi ocenami pri aromi in skupnem vtisu, pri ostalih lastnostih ni bilo opaženih značilnih razlik. Instrumentalno merjenje barve presne mišičnine je pokazalo na značilno ($P \leq 0,01$) bolj rdeče (vrednost a*) prostoživeče brancine, medtem ko v teksturi ni bilo razlik med skupinama.

Najpogosteje zastopane MK pri brancinih so oleinska, palmitinska, linolna, DHK in EPK. Razlike med njihovo vsebnostjo (v ut. %) so statistično značilne ($P \leq 0,001$), z izjemo EPK in DHK. Vsebnosti DHK so večje od EPK. Gojeni brancini vsebujejo več VNМК, predvsem zaradi velikih količin n-6 VNМК. Prostoživeče ribe vsebujejo več zdravju koristnejših n-3 VNМК in škodljivejših NMK. Najkvalitetnejših n-3 DV-VNМК je več pri prostoživečih ribah, v kolikor pa gledamo absolutno količino MK (mg/100 g mesa), jih je pri gojenih dvakrat več.

Obe skupini imata izrazito ugoden indeks P/S (0,81 vs. 1,52), vendar je ta indeks večji (boljši) pri gojenih brancinih, ki imajo prav tako boljši (manjši) indeks aterogenosti IA (0,52 vs. 0,39). Maščobe prostoživečih brancinov pa imajo skoraj trikrat boljše razmerje

med n-6 in n-3 VNMK (0,32 vs. 1,05), ki zmanjšuje tveganje za nastanek tromboze in ateroskleroze.

Postavljene hipoteze smo v raziskavi le deloma potrdili, saj prostoživeči brancini niso bili bolje ocenjeni za senzorično kakovost, kar je potrdila tudi instrumentalna analiza teksture mesa. Predvidevanje, da so prostoživeči brancini bolj pusti drži, vendar je s prehranskega vidika MK sestava gojenih rib boljša.

7 VIRI

- Abreu S.N., Pereira E., Vale C., Duarte A.C. 2000. Accumulation of mercury in sea bass from a contaminated lagoon (Ria de Aveiro, Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 40, 4: 293-297
- Ackman R.G. 1994. Seafood lipids. V: *Seafoods: Chemistry, processing technology and quality*. Shahidi F., Botta J.R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional: 34-48
- Ackman, R.G. 1990. Seafood lipids and fatty acids. *Food Reviews International*, 6, 4: 617-646
- Alasalvar C., Shahidi F., Quantick P. 2002a. Food and health applications of marine nutraceuticals: a review. V: *Seafoods: Quality, technology and nutraceutical applications*. Alasalvar C., Taylor T. (eds.). Berlin, Springer: 175-204
- Alasalvar C., Taylor K.D.A., Zubcov E., Shahidi F., Alexis M. 2002b. Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace minerals composition. *Food Chemistry*, 79: 145-150
- AOAC Official Method 920.153. Ash of meat. 1999. V: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. 5th rev. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapt. 39: 4-4
- AOAC Official Method 920.08. Nitrogen in meat Kjeldahl Method. 1999. V: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. 5th rev. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapt. 39: 5-5
- AOAC Official Method 950.46. Moisture in meat. 1999. V: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. 5th rev. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapt. 39: 1-2
- AOAC Official Method 991.36. Fat (Crude) in meat and meat product. Solvent extraction (submersion) method. 1999. V: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. 5th rev. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapt. 39: 3-4
- AOAC Official Method 996.06. Fat (Total, saturated and monosaturated) in foods. 1999. V: *Official methods of analysis of AOAC International*. 16th ed. 5th rev. Vol. 2. Cunnif P. (ed.). Gaithersburg, AOAC International, Chapt. 41: 18-18D

- Artola S.G. 2004. Chemical, physical and sensorial compositions of farmed and wild yellow perch (*Perca flavescens*), southern flounder (*Paralichthys lethostigma*) and coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). PhD Dissertation. Blacksburg, Virginia, Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Department of Food Science and Technology: 1-31
- Ascherio A., Rimm E.B., Stampfer M.J., Giovannucci E.L., Willett W.C. 1995. Dietary intake of marine n-3 fatty acids, fish intake, and the risk of coronary disease among men. *New England Journal of Medicine*, 332: 977-983
- Barceloux D.G. 2008. Medical toxicology of natural substances: Foods, fungi, medicinal herbs, plants, and venomous animals. Hoboken, John Wiley & Sons, Inc.: 256-256
- Barroso M., Careche M., Barrios L., Borderias A.J. 1998. Frozen hake fillets quality as related to texture and viscosity by mechanical methods. *Journal of Food Science*, 63, 5: 793-796
- Bell J.G., Preston T., Henderson R.J., Strachan F., Bron J.E., Cooper K., Morrison D.J. 2007. Discrimination of wild and cultured European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) using chemical and isotopic analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55: 5934-5941
- Beklevik G., Polat A., Özoğul F. 2005. Nutritional value of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets during frozen (-18 °C) storage. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 891-895
- Bhourri A.M., Bouhleb I., Chouba L., Hammami M., El Cafsi M., Chaouch A. 2010. Total lipid content, fatty acid and mineral composition of muscles and liver in wild and farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *African Journal of Food Science*, 4, 8: 522-530
- 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 & Cardiovascular Diseases*, 14: 34-41
- Candy T., Reid I.R., Grey A. 2008. Metabolic bone disease. V: Clinical biochemistry: Metabolic and clinical aspects. 2nd ed. Marshall W. J., Bengert S. K. (eds.). Elsevier Limited: 635-635
- Carpene E., Martin B., Libera L.D. 1998. Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiology and Biochemistry*, 19: 229-238
- Castro P., Padron J.C.P., Cansino M.J.C., Velazquez E.S., De Lariva R.M. 2006. Total volatile base nitrogen and its use to assess freshness in European sea bass stored in ice. *Food Control*, 17, 4: 245-248

- Chrystall B. 1994. Meat texture measurement. V: Advances in meat research. Vol. 9. Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products. Pearson A.M., Dutson T.R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional: 316-336
- Codex Alimentarius. 1999. Codex guidelines for the sensory evaluation of fish and shellfish in laboratories. CAC-GL 31-1999. Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 31 str.
- Custódio P.J., Pessanha S., Pereira C., Carvalho M.L., Nunes M.L. 2011. Comparative study of elemental content in farmed and wild life sea bass and gilthead bream from four different sites by FAAS and EDXRF. Food Chemistry, 124: 367-372
- Cvrtila Ž., Kozačinski L. 2006. Kemijski sastav mesa riba. Meso, 7, 6: 365-370
- Daviglus M.L., Stamler J., Orenca A.J., Dyer A.R., Liu K., Greenland P., Walsh M.K., Morris D., Shekelle R.B. 1997. Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. New England Journal of Medicine, 336: 1046-1053
- Drummond K.E., Brefere L.M. 2009. Nutrition for foodservice and culinary professionals. 7th ed. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.: 128-128
- Dugo G., La Pera L., Bruzzese A., Pellicanò T. M., Lo Turco V. 2006. Concentration of Cd (II), Cu (II), Pb (II), Se (IV), and Zn (II) in cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) tissues from Tyrrhenian Sea and Sicilian Sea by derivative stripping potentiometry. Food Control, 17: 146-152
- Erdem M.E., Baki B., Samsun S. 2009. Fatty acid and amino acid compositions of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1758) from different regions in Turkey. Journal of Animal and Veterinary Advances, 8, 10: 1959-1963
- Erkan N., Özden Ö. 2007. Proximate composition and mineral contents in aqua cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*), sea bream (*Sparus aurata*) analyzed by ICP-MS. Food Chemistry, 102: 721-725
- Eroldoğan O.T., Kumlu M., Aktaş M. 2004. Optimum feeding rates of European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. Aquaculture, 231: 501-515
- FAO. 1995. Assessment of fish quality. V: Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, 348. Huss H.H. (ed.). Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 130-153
- FAO. 2011a. Cultured aquatic species information programme: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758). Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 15 str.
http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Dicentrarchus_labrax/en (10. jan. 2011)

- FAO. 2011b. Fish utilization: Seafood products. Composition of fish. Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 1 str.
<http://www.fao.org/fishery/topic/12318/en> (3. feb. 2011)
- FAO. 2011c. Global statistical collections: Total fishery production, 1950 – 2008. Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 4 str.
<http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstat/en> (10. jan. 2011)
- Fazarinc G., Rajar A. 2003. Osnove anatomije skeletnega in mišičnega sistema pri domačih sesalcih in razseki mesa. 2. popravljena izdaja. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 37 str.
- Fish J.D., Fish S. 2011. Chordata: Family Moronidae, *Dicentrarchus labrax*. V: A student's guide to the seashore. 3rd ed. Fish J. D., Fish S. (eds.). Cambridge, Cambridge University Press: 458-458
- Fuentes A., Fernandez-Segovia I., Serra J.A., Barat J.M. 2010. Comparison of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) quality. Food Chemistry, 119, 4: 1514-1518
- Gabr H.R., Gab-Alla A.A-F.A. 2007. Comparison of biochemical composition and organoleptic properties between wild and cultured finfish. Journal of Fisheries and Aquatic Science, 2, 1: 77-81
- Galli C., Risé P.T., Sirtori C.R. 2008. Fish, long-chain omega-3 polyunsaturated fatty acids, and cardiovascular disease. Hot Topics in Cardiology, 11: 7-22
- Gatta P.P., Pirini M., Testi S., Vignola G., Monetti P.G. 2000. The influence of different levels of dietary vitamin E on sea bass *Dicentrarchus labrax* flesh quality. Aquaculture Nutrition, 6, 1: 47-52
- Giari L., Manera M., Simoni E., Dezfuli B.S. 2007. Cellular alterations in different organs of European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.) exposed to cadmium. Chemosphere, 67, 6: 1171-1181
- Giari L., Manera M., Simoni E., Dezfuli B.S. 2008. Histo-cytological responses of *Dicentrarchus labrax* (L.) following mercury exposure. Ecotoxicology and Environmental Safety, 70, 3: 400-410
- Golob T., Plestenjak A. 2000. Analiza kakovosti živil. 2. izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 96-98
- Grigorakis K. 2007. Compositional and organoleptic quality of farmed and wild gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and factors affecting it: A review. Aquaculture, 272: 55-75

- Grigorakis K., Taylor K.D.A., Alexis M.N. 2003. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. *Aquaculture*, 225: 109-119
- Haard N.F. 1992. Control of chemical composition and food quality attributes of cultured fish. *Food Research International*, 25: 289-307
- Hands E.S. 1996. Lipid composition of selected foods. V: *Bailey's industrial oil and fat products*. 5th ed. Vol. 1. Edible oil & fat products: General applications. Hui Y.H. (ed.). New York, A Wiley-Interscience Publication: 441-506
- Hardman W.E. 2004. (n-3) fatty acids and cancer therapy. *Journal of Nutrition*, 134: 3427-3430
- He K., Song Y., Daviglus M.L., Liu K., Van Horn L., Dyer A.R., Greenland P. 2004. Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality. *Circulation*, 109: 2705-2711
- Hu F.B., Bronner L., Willett W.C., Stampfer M.J., Rexrode K.M., Albert C.M., Hunter D., Manson J.E. 2002. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *Journal of the American Medical Association*, 287, 14: 1815-1821
- Hultin H.O. 1994. Oxidation of lipids in seafoods. V: *Seafoods: Chemistry, processing technology and quality*. Shahidi F., Botta J.R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional: 49-74
- Huss H.H. 1988. Fresh fish: quality and quality changes. A training manual prepared for the FAO/DANIDA training programme on fish technology and quality control. FAO Fisheries Series, no. 27. Rome, FAO, Fisheries and Aquaculture Department: 24-26
- 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: 397-407
- Jadhav U. 2009. *Aquaculture technology and environment*. New Delhi, PHI Learning Private Limited: 135-135
- Johnston I.A., Li X., Vieira V.L.A., Nickell D., Dingwall A., Alderson R., Campbell P., Bickerdike R. 2006. Muscle and flesh quality traits in wild and farmed Atlantic salmon. *Aquaculture*, 256: 323-336
- 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. 2003. Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 23: e20-e30
- Kromhout D., Bosschieter E.B., de Lezenne Coulander C. 1985. The inverse relation between fish consumption and 20-year mortality from coronary heart disease. *New England Journal of Medicine*, 312: 1205-1209
- Kyranas V. R., Lougovois V. P. 2002. Sensory and chemical and microbial assessment of farm-raised European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in melting ice. *International Journal of Food Science and Technology*, 37: 319-328
- Li M.H., Robinson E.H., Manning B.B. 2004. Nutrition. V: Developments in aquaculture and fisheries science. Vol. 34: Biology and culture of channel catfish. Tucker C. S., Hargreaves J. A. (eds.). Amsterdam, Elsevier B. V.: 314-314
- Majcen N. 2006. Določanje holesterola, oksidov holesterola in maščobnih kislin v morskih in sladkovodnih ribah. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 79 str.
- Maricchiolo G., Mirto S., Caruso G., Caruso T., Bonaventura R., Celi M., Matranga V., Genovese L. 2011. Welfare status of cage farmed European sea bass (*Dicentrarchus labrax*): A comparison between submerged and surface cages. *Aquaculture*, 314: 173-181
- Mórkóre T., Einen O. 2003. Relating sensory and instrumental texture analyses of Atlantic salmon. *Journal of Food Science*, 68, 4: 1492-1497
- Nasopoulou C., Nomikos T., Demopoulos C.A., Zabetakis I. 2007. Comparison of antiatherogenic properties of lipids obtained from wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Food Chemistry*, 100: 560-567
- Nesheim M.C., Yaktine A.L. 2007. Health benefits associated with nutrients in seafood. V: Seafood choices: Balancing benefits and risks. Nesheim M.C., Yaktine A.L. (eds.). Washington D.C., National Academies Press: 67-120
- Oomen C.M., Feskens E.J.M., Rasanen E., Fidanza F., Nissinen A.M., Menotti A., Kok F.J., Kromhout D. 2000. Fish consumption and coronary heart disease mortality in Finland, Italy, and the Netherlands. *American Journal of Epidemiology*, 151, 10: 999-1006
- Orban E., Di Lena G., Nevigato T., Casini I., Santaroni G., Marzetti A., Caproni R. 2002. Quality characteristics of sea bass intensively reared and from lagoon as affected by growth conditions and the aquatic environment. *Journal of Food Science*, 67, 2: 542-546

- Orban E., Navigato T., Di Lena G., Casini I., Marzetti A. 2003. Differentiation in the lipid quality of wild and farmed seabass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead sea bream (*Sparus aurata*). *Journal of Food Science*, 68, 1: 128-132
- Özogul F., Gökbulut C., Özogul Y., Özyrut G. 2006. Biogenic amine production and nukleotide ratios in gutted wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice, wrapped in aluminium foil and wrapped in cling film at 4 °C. *Food Chemistry*, 98, 1: 76-84
- Papadopoulos V., Chouliara I., Badeka A., Savvaidis I.N., Kontominas M.G. 2003. Effect of gutting on microbiological, chemical, and sensory properties of aquacultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) stored in ice. *Food Microbiology*, 20, 4: 411-420
- 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
- Periago M.J., Ayala M.D., Lopez-Albors O., Abdel I., Martinez C., Garcia-Alcazar A., Ros G., Gil F. 2005. Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249: 175-188
- Person-Le Ruyet J., Skalli A., Dalau B., Le Bayon N., Le Delliou H., Robin J.H. 2004. Does dietary n-3 highly unsaturated fatty acids level influence the European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) capacity to adapt to a high temperature? *Aquaculture*, 242: 571-588
- Pigott G.M. 1996. Marine oils. V: Bailey's industrial oil and fat products. 5th ed. Vol. 3. Edible oil & fat products: Products and application technology. Hui Y.H. (ed.). New York, A Wiley-Interscience Publication: 225-254
- Plestenjak A., Golob T. 2000. Sestava in prehranska kakovost animalnih maščob. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani, Portorož, 10-11 feb. 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 39-48
- Polak T. 2006. Teoretične osnove ter določanje maščobnokislinske sestave in vsebnosti holesterola ter oksidov holesterola v mesnih izdelkih. 4. vaja pri predmetu Tehnologija mesnin v šolskem letu 2005/2006. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 9 str.
- Pravilnik o eruka kislini. 1999. Uradni list Republike Slovenije, 9, 89: 13444-13455
- R Development Core Team. 2011. R: A language and environment for statistical computing. R version 2.12.1. Auckland, Statistics Department of the University of Auckland: software
<http://www.r-project.org/> (14. mar. 2011)

- Robin J.H., Skalli A. 2007. Incorporation of dietary fatty acids in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) – A methodological approach evidencing losses of highly unsaturated fatty acids. *Aquaculture*, 263: 227-237
- Sağglik S., Alpaslan M., Gezgin T., Çetintürkc K., Tekinay A., Güven K.C. 2003. Fatty acid composition of wild and cultivated gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 105, 2: 104-107
- Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen v uravnoteženi prehrani. V: Meso v prehrani in zdravje. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161-170
- Salobir K. 2000. Pomen mesa v prehrani. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani, Portorož, 10-11 feb. 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 171-185
- Sen D.P. 2005. *Advances in fish processing technology*. New Delhi, Allied Publishers Private Limited: 103-103
- Shahidi F. 1994. Seafood proteins and preparation of protein concentrates. V: *Seafoods: Chemistry, processing technology and quality*. Shahidi F., Botta J.R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional: 2-10
- Shahidi F. 2010. Functional and nutraceutical lipids. V: *Functional food product development*. Smith J., Charter E. (eds.). New Delhi, Blackwell Publishing Ltd.: 101-101- 109
- Simopoulos A.P. 2002. Omega-3 fatty acids in wild plants, nuts and seeds. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 11, 6: 163-173
- 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
- Skvarča M. 2001. Priprava in senzorična kakovost rib. *Meso in mesnine*, 2, 1: 38-40
- Solomon M., Eastridge J., Paroczay E., Bowker B., Liu M. 2008. Measuring meat texture. V: *Handbook of muscle foods analysis*. Nollet L., Toldra F. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 479-502
- Štovič V., Beker D. 2004. Selenium content in sea bass of the Adriatic Sea. *European Food Research and Technology*, 218: 111-113
- Treer T. 1995. *Ribarstvo*. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 464 str.

- Ulbricht T.L., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart disease – seven dietary factors. *Lancet*, 338, 8773: 985-992
- Whiteman K. 2001. *Cook's guide to fish & shellfish*. London, Southwater: 128 str.
- WHO. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO Technical Report Series 916. Geneva, WHO: 160 str.
- Xiccato G., Trocino A., Tulli F., Tibaldi E. 2004. Prediction of chemical composition and origin identification of European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Food Chemistry*, 86: 275-281
- Yanar Y., Küçükgülmez A., Ersoy B., Çelik M. 2007. Cooking effects on fatty acid composition of cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*) fillets. *Journal of Muscle Foods*, 18, 1: 88-94
- Yildiz M., Şener E., Timur M. 2007. Effects of variations in feed and seasonal changes on body proximate composition of wild and cultured sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 7: 45-51
- Yildiz M. 2008. Mineral composition in fillets of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) and sea bream (*Sparus aurata*): a comparison of cultured and wild fish. *Journal of Applied Ichthyology*, 24, 5: 589-594
- Zhang J., Sasaki S., Amano K., Kesteloot H. 1999. Fish consumption and mortality from all causes, ischemic heart disease, and stroke: An ecological study. *Preventive Medicine*, 28, 5: 520-529
- Žlender B., Gašperlin L. 2005. Značaj i uloga lipida mesa u bezbednoj i balansiranoj ishrani. *Tehnologija mesa*, 46: 11-21
- Žlender B. 2006. Senzorična analiza. Predavanja pri predmetu Tehnologija mesnin v šolskem letu 2005/2006. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 15 str.

ZAHVALA

Iskrena hvala prof. Žlendru in prof. Poharju za mentorstvo, pomoč in vzpodbudo pri izdelavi diplomskega dela ter tudi za strokovni pregled naloge.

Prof. Gašperlinovi se zahvaljujem za opravljeno recenzijo dela.

Posebna zahvala velja tudi dr. Tomažu Polaku za strokovno pomoč pri izvajanju laboratorijskih meritev.

Zahvaljujem se tudi moji družini in ostalim za moralno podporo med nastajanjem diplome.