

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Aleš GLAVIČ

**KEMIJSKA SESTAVA IN KULINARIČNA UPORABNOST
SARDONOV (*Engraulis encrasicolus*)**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**CHEMICAL COMPOSITION AND CULINARY QUALITY OF
ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus*)**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Praktični del je bil opravljen na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil, Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana prof. dr. Lea Demšar, za somentorja doc. dr. Tomaž Polak in za recenzentko prof. dr. Terezija Golob.

Mentorica: prof. dr. Lea Demšar

Somentor: doc. dr. Tomaž Polak

Recenzentka: prof. dr. Terezija Golob

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Aleš Glavič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

- ŠD Dn
- DK UDK 637.56:597.541:543.61:543.92 (043)=163.6
- KG ribe/sardoni/*Engraulis encrasicolus*/sardele/*Sardina pilchardus*/kemijska sestava/fizikalno-kemijske lastnosti/maščobnokislinska sestava/senzorične lastnosti/pečeni sardoni/marinirani sardoni
- AV GLAVIČ, Aleš
- SA DEMŠAR, Lea (mentorica)/POLAK, Tomaž (somentor)/GOLOB, Terezija (recenzentka)
- KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
- ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
- LI 2013
- IN KEMIJSKA SESTAVA IN KULINARIČNA UPORABNOST SARDONOV (*Engraulis encrasicolus*)
- TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
- OP IX, 55 str., 17 pregl., 5 sl., 65 vir.
- IJ sl
- JI sl/en
- AI V diplomski nalogi smo določili kemijsko sestavo in kulinarično uporabnost gospodarsko pomembne ribje vrste sardon (*Engraulis encrasicolus*) in jo primerjali s sardelo (*Sardina pilchardus*). Vzorčili smo v treh zaporednih ulovih spomladi leta 2009 v Tržaškem zalivu. 24 ur po ulovu smo del ulova toplotno obdelali in senzorično ocenili, del pripravili za fizikalno kemijsko analizo (voda, skupne mineralne snovi, beljakovine in maščobe po AOAC, holesterol z LC, maščobnokislinski profil celokupne maščobe in fosfolipidov z GC, barva presne mišičnine z Minolta pH) in del marinirali. Senzorične lastnosti toplotno obdelanih in mariniranih rib smo ocenili z deskriptivno metodo z nestrukturirano točkovno lestvico. Meso sardonov je v povprečju na 100 g vsebovalo 78,9 g vode, 20,4 g beljakovin, 1,9 g maščob, 1,29 g skupnih mineralnih snovi in 64,67 mg holesterola, meso sardel 70,2 g vode, 18,4 g beljakovin, 9,0 g maščob, 1,37 g skupnih mineralnih snovi in 65,28 mg holesterola. Maščoba sardonov je vsebovala 53,68 ut. % VNMK, 34,44 ut. % NMK in 11,18 ut. % ENMK, maščoba sardel pa 37,86 ut. % VNMK, 37,88 ut. % NMK in 24,25 ut. % ENMK. Razmerje $n-6/n-3$ je pri sardonih bilo 0,08, pri sardelah 0,10, razmerje P/S je bilo pri sardonih 1,56 in sardelah 1,00. Pri fosfolipidnem profilu lipidov sardel in sardonov ni bilo velikih razlik v deležu posameznih maščobnih kislin med vrstama. Glavni delež maščobnih kislin v fosfolipidih sardel in sardonov so predstavljale $n-3$ VNMK (42,45 ut. %), NMK (36,33 ut. %) in ENMK (21,24 ut. %). Senzorično ocenjena kakovost pečenih sardonov je bila nekoliko slabša kot pri sardelah, senzorična kakovost mariniranih sardonov pa je bila primerljiva s kakovostjo sardel.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn

DC UDC 637.56:597.541:543.61:543.92 (043)=163.6

CX fish/anchovy/*Engraulis encrasicolus*//sardine/*Sardina pilchardus*/chemical composition/physico-chemical properties/fatty acid composition/sensory properties/baked anchovy/marinated anchovy

AU GLAVIČ, Aleš

AA DEMŠAR, Lea (supervisor)/POLAK, Tomaž (co-advisor)/GOLOB, Terezija (reviewer)

PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology

PY 2013

TI CHEMICAL COMPOSITION AND CULINARY QUALITY OF ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus*)

DT Graduation thesis (University studies)

NO IX, 55 p., 17 tab., 5 fig., 65 ref.

LA sl

AL sl/en

AB In this thesis we determined the chemical composition and culinary usefulness of economically important fish species anchovies (*Engraulis encrasicolus*) and compared them to sardines (*Sardina pilchardus*). Samples were collected via three consecutive catches in the spring of 2009 in the Gulf of Trieste. Twenty-four hours after the catch, one part of the catch was heat-treated and sensory assessed, another part was prepared for physico-chemical analysis (water, common minerals, protein and fat according to AOAC, cholesterol with LC, fatty acid profile of all-cause fat and phospholipids with GC, colour of raw muscle with Minolta, pH) and the third part was marinated. Sensory properties of heat-treated and marinated were evaluated by a descriptive evaluation method with an unstructured point scale. Meat of anchovies on average per 100 g contained 78.9 g of water, 20.4 g of protein, 1.9 g of fat, 1.29 g of mineral substances and 64.67 mg of cholesterol; meat of sardines 70.2 g of water, 18.4 g of protein, 9.0 g of fat, 1.37 g of common mineral substances and 65.28 mg of cholesterol. Fat of anchovies contained 53.68 wt. % PUFA, 34.44 wt. % FSA and 11.18 wt. % MUFA, and fat of sardines 37.86 wt. % PUFA, 37.88 wt. % FSA and 24.25 wt. % MUFA. n-6/n-3 ratio was 0.08 for anchovies, and 0.10 for sardines, the ratio P/S is 1.56 for anchovies and 1.00 for sardines. There were no major differences in phospholipid lipid profile of sardines and anchovies in the proportion of individual fatty acids between the two. The main proportion of fatty acids in the phospholipids of sardines and anchovies were n-3 PUFA (42.45 wt. %), FSA (36.33 wt. %) and MUFA (21.24 wt. %). Sensory estimated quality of fried anchovies was slightly worse than with the sardines; sensory quality of marinated anchovies was comparable to the quality of sardines.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
1.1 NAMEN NALOGE	2
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SARDON	3
2.2 SARDELA	4
2.2.1 Sardoni v gastronomiji	5
2.3 TEHNOLOGIJA ULOVA	6
2.4 POMEN RIB ZA PREHRANO	7
2.4.1 Hranilna vrednost ribjega mesa oz. kemijska sestava	7
2.4.2 Beljakovine	8
2.4.3 Lipidi	9
2.4.3.1 Maščobne kisline	10
2.4.3.2 Fosfolipidi	11
2.4.3.3 Holesterol	11
2.4.4 Ogljikovi hidrati	11
2.4.5 Vitamini	12
2.4.6 Minerali	12
2.5 METODE KONZERVIRANJA (IN PREDELAVE RIB)	12
2.5.1 Toplotna obdelava rib	13
2.5.1.1 Spremembe med toplotno obdelavo rib	13
2.5.1.2 Senzorične lastnosti ribjega mesa	14
2.5.1.2.1 Senzorične lastnosti svežih rib	15
2.5.1.2.2 Senzorične lastnosti toplotno obdelanih rib	16
2.5.2 Soljenje oziroma fermentacija rib	16
2.5.2.1 Tehnologija soljenja	17
2.5.3 Mariniranje rib	17
3 MATERIAL IN METODE DELA	19
3.1 MATERIAL	19

3.2	METODE DELA	19
3.2.1	Merjenje barve.....	19
3.2.2	Merjenje pH.....	20
3.2.3	Priprava vzorcev mariniranih rib.....	20
3.2.4	Toplotna obdelava vzorcev	20
3.2.5	Priprava vzorcev za kemijsko analizo	20
3.2.6	Določanje vsebnosti vode	21
3.2.7	Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi.....	21
3.2.8	Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu	21
3.2.9	Določanje maščob z metodo po Weibullu in Stoldt	21
3.2.10	Določanje vsebnosti holesterola.....	21
3.2.11	Določanje celokupne maščobno kislinske sestave.....	21
3.2.12	Določanje fosfolipidne maščobnokislinske sestave	22
3.2.13	Senzorična analiza	25
3.2.14	Statistična obdelava podatkov.....	28
4	REZULTATI	29
4.1	OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA	29
4.1.1	Osnovna kemijska sestava mesa sardonov in sardel	29
4.2	FIZIKALNO-KEMIJSKI IN INSTRUMENTALNI PARAMETRI	30
4.2.1	Instrumentalno izmerjena barva in pH.....	30
4.2.2	Maščobnokislinska sestava mesa sardonov in sardel	31
4.2.3	Fosfolipidna sestava.....	34
4.2.4	Vsebnost holesterola	37
4.3	SENZORIČNE LASTNOSTI.....	38
4.3.1	Pečeni sardoni in sardele.....	38
4.3.2	Marinirani sardoni in sardele.....	41
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	43
5.1	RAZPRAVA.....	43
5.2	SKLEPI.....	48
6	POVZETEK.....	49
7	VIRI.....	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Seznam vzorcev vključenih v raziskavo oz. analizo	19
Preglednica 2: Rezultati osnovne kemijske analize mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	29
Preglednica 3: Vpliv vrste na osnovno kemijsko sestavo mesa rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	29
Preglednica 4: Rezultati instrumentalne analize barve in merjenja vrednosti pH v mesu dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	30
Preglednica 5: Vpliv vrste na instrumentalno merjeno barvo mesa in vrednost pH mesa rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	31
Preglednica 6: Rezultati maščobnokislinske analize ribje maščobe dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	32
Preglednica 7: Vpliv vrste na maščobnokislinski profil ribje maščobe (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	33
Preglednica 8: Vpliv vrste na izračunane indekse ribje maščobe (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	34
Preglednica 9: Rezultati analize fosfolipidnega profila lipidov dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	36
Preglednica 10: Vpliv vrste na fosfolipidni profil lipidov dveh vrst rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	37
Preglednica 11: Rezultati analize holesterola v mesu dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	37
Preglednica 12: Vpliv vrste na vsebnost holesterola v mesu rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	38
Preglednica 13: Rezultati senzorične kakovosti pečenega mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri.....	39
Preglednica 14: Izguba mase med pečenjem v pečici pri 200 °C do $T_s = 80$ °C.....	40
Preglednica 15: Vpliv vrste na senzorično kakovost rib pečenih v pečici ($T_{pečice} = 200$ °C, $T_s = 80$ °C) pečenih rib (model 2, Duncanov test, $\alpha = 0,05$).....	40
Preglednica 16: Rezultati senzorične kakovosti mariniranih rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	41
Preglednica 17: Vpliv vrste na senzorično kakovost mariniranih rib (model 2, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Sardon (<i>Engraulis encrasicolus</i>) (FAO, 2010b).....	3
Slika 2: Sardela (<i>Sardina pilchardus</i>) (FAO, 2010a).....	4
Slika 3: Sardoni v pivskem testu – levo, dušeni sardoni – sredina in sardoni na žaru (RTV SLO, 2008; Škorčica, 2010; Greenup, 2011).....	5
Slika 4: V Sloveniji priljubljena ponudba soljenih sardonov – fileti inčunov (Delamaris, 2012).....	5
Slika 5: Hamsili ekmek, vrsta ocvrtega koruznega kruha z dodanimi zmletimi sardoni, peteršiljem in poprovo meto (Asmali, 2009).....	5

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
DHA	dokozaheksaenojska kislina (docosahexaenoic acid)
ENMK	enkrat nenasičene maščobne kisline
EPA	eikozapentaenojska kislina (eicosapentaenoic acid)
FAO	Organizacija za prehrano in kmetijstvo (Food and Agricultural Organisation)
FID	plamensko ionizacijski detektor (flame ionization detector)
GC	plinska kromatografija (gas chromatography)
HPLC	visokotlačna tekočinska kromatografija (high performance liquid chromatography)
LC	tekočinska kromatografija (liquid chromatography)
MEMK	metilni estri maščobnih kislin
MK	maščobne kisline
NMK	nasičene maščobne kisline
P/S	razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami
Rf	faktor odzivnosti (response factor)
VNMK	večkrat nenasičene maščobne kisline
WHO	svetovna zdravstvena organizacija (World Health Organisation)

1 UVOD

Ribe so pomemben del prehrane ljudi po vsem svetu predvsem zato, ker vsebujejo razmeroma veliko biološko pomembnih beljakovin, majhno vsebnost maščob, neznatne količine ogljikovih hidratov, bogate pa so tudi z različnimi elementi in vitamini. (Veljkovič, 2003). Ribje meso ima v primerjavi z mesom sesalcev nizko kalorično vrednost, vendar pa je pomen rib s prehranskega vidika velik. Zanj je značilna bogata sestava maščob in beljakovin, ki vsebujejo esencialne maščobne kisline in aminokisline, potrebne za oblikovanje presnovnih funkcij telesa. V primerjavi z mesom drugih živali meso rib vsebuje zelo malo vezivnega tkiva in ne vsebuje elastina. Vse te lastnosti uvrščajo ribje meso med dietna živila in mu dajejo posebno mesto v prehrani ljudi (Cvrtila in Kozačinski, 2006).

Povprečni skupni ulov rib v Sloveniji je med leti 1993 in 2004 znašal nekaj manj kot 1.700 ton, v letu 1990 je ta številka bila malo pod 6.000 ton. Najnižja raven iztovora rib je bila dosežena leta 2004, ko beležimo skupno število 808 ton (MKGP, 2008).

V naši prehrani predstavljajo ribe le majhen delež. Letna poraba rib namreč ne presega 3,5 kg na prebivalca. Omenjena količina je zelo majhna, lahko bi rekli celo, da je poraba rib v naši prehrani, kljub pestri ponudbi svežih rib in ribjih izdelkov, premajhna (Veljkovič, 2003). V raziskavi izvedeni leta 2009, so prišli do ugotovitve, da se je pogostost uživanja rib v Sloveniji zmanjšala v primerjavi z letom 1997, in sicer iz enkrat tedensko na enkrat do trikrat mesečno (Koch in Kostanjevec, 2009). Predvsem v kontinentalnem delu Slovenije v preteklosti ribe niso bile del vsakodnevnne prehrane, v nasprotju z obmorskimi kraji, kjer pa je ta tradicija poznana. Dandanes, ko oddaljenost od morja (ali rek) ne predstavlja več problema, pa predvidevamo, da je razlog za ne vključevanje rib v redno prehrano pomanjkljivo poznavanje prehranske vrednosti rib in njihove vloge v gastronomiji.

Izbira rib je zelo pestra tako glede vrst kakor tudi njihove sestave. Zato jih lahko uvrstimo v vsakdanjo prehrano, pogosto so lahko kulinarična posebnost ali pa dietno živilo. Ne glede na namen uporabe ali kulinarične priprave moramo upoštevati vse dejavnike, ki vplivajo na senzorično kakovost ribjih jedi. Pomembna je kakovost surovine, ustrezna predpriprava ter primerno izbran in izpeljan toplotni postopek. Le tako lahko dobimo sočne ribe z zmerno čvrsto teksturo in značilno aromo brez priokusov (Veljkovič, 2003; Skvarča, 2001).

Kljub široki uporabnosti rib v prehrani je potrebno opozoriti tudi na neželene posledice uživanja rib. V nekaterih primerih se lahko pri človeku razvije alergija na ribje meso, zato ga ljudje z alergijami ne smejo uživati. Ribjega mesa pa se izogibajo tudi ljudje s posebnimi prehranskimi navadami (npr. vegetarijanci) ali verskimi prepričanji.

Ulov pelagičnih rib, predvsem sardona (*Engraulis encrasicolus*) in sardele (*Sardina pilhardus*), je predstavljal med leti 1990 in 2004 glavnino slovenskega morskega ribjega ulova (86 % celotnega letnega ulova). Po letu 2004 prevladuje ulov sardona (MKGP, 2008). Prav zaradi relativno velike količine ulova sardoni sodijo med gospodarsko pomembnejše ribje vrste. Silvestri in Maynou (2009) ugotavljata, da so tržne cene za sardele višje. Navajata podatek za Beneško regijo iz leta 2004, kjer je bila povprečna prodajna cena sardona 0,852 €/kg, za sardelo pa 1,727 €/kg. Sardoni so morske ribe, podobne sardelam, le da so nekoliko manjše. Medtem ko se sardele običajno uporabljajo za konzerviranje v konzervah, se sardone uporablja večinoma le za mariniranje in slane fileje.

1.1 NAMEN NALOGE

Meso rib uvrščamo med kakovostna živila živalskega izvora, zato smo želeli raziskati kemijsko sestavo mesa sardonov, ekonomsko vedno bolj pomembne ribje vrste v Sloveniji ter jo primerjati z mesom sardel. Pri tem smo podrobneje proučevali lipide (maščobnokislinski in fosfolipidni profil ter vsebnost holesterola), ki opredeljujejo prehransko vrednost rib. Ker pa so sardoni dokaj majhne ribe (manjše kot sardele), se v vsakodnevni prehrani kot tudi v industrijski predelavi rib ne uporabljajo za konzerviranje, ampak samo v manjši meri za mariniranje ali pa soljenje.

Namen naše naloge je bil ne le določiti osnovno kemijsko sestavo in vsebnost holesterola v mesu rib ter maščobnokislinsko in fosfolipidno sestavo njihovih lipidov, ampak tudi preveriti kulinarično uporabnost sardonov. V ta namen smo ugotavljali senzorično kakovost pečenih in mariniranih sardonov in jih primerjali s sardelami.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevali smo statistično značilne razlike v vsebnosti analiziranih kemijskih parametrov med obema vrstama rib (sardoni, sardele). Poleg teka smo predvidevali, da bomo ugotovili, da imajo sardoni primerljivo kulinarično uporabnost kot sardele.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SARDON

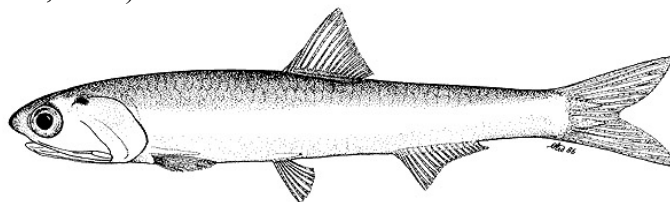
Sardon (*Engraulis encrasicolus*) je morska riba iz družine inčunov (*Engraulidae*, rod *Engraulis*).

Sardon je majhna pelaška riba, ki živi v jatah. Značilno za te ribe je, da imajo spodnjo čeljust mnogo krajšo od zgornje. Na prvi pogled je sardon podoben sardeli, od katere pa je bistveno vitkejši, nekoliko krajši, ima bolj zašiljeno glavo in večje oči. Hrbet in boki sardona so zelenkasto modre barve, trebuh pa je svetlejši. Živi do globin 400 m, doseže pa lahko do 20 cm. Doseže starost do 3 let. Drsti se poleti, ampak v Jadranu že vse od marca pa do oktobra (Treer in sod., 1995). Hrani se s planktonskimi organizmi, predvsem s kopepodi, larvami mehkužcev, ribjimi jajčeci in larvami, sam pa je hrana večini večjih plenilskih rib (FAO, 2010b).

Koža sardona je posebej občutljiva in zelo podvržena različnim poškodbam, ki nastanejo med samim ribolovom in med sortiranjem rib na ladji. Zato predstavljajo pogoji skladiščenja, posebej temperatura, ključni element, ki lahko podaljša rok uporabnosti te vrste. (Visciano in sod., 2006).

Sardon je razširjen po vzhodnem Atlantiku, od južnih obal Norveške, pa vse do juga Afrike. Razširjen je po celnem Sredozemskem morju, Črnem morju ter Jadranskem morju. Ujeli so jih tudi v Baltskem morju, Sueškem prekopu ter Sueškem zalivu (Bettula Morello in Arneri, 2009).

Razen izjem, je sardon heteroseksualen. Spolno zrelost doseže na koncu prvega leta. Dolžina spolno zrelih osebkov variira, predvsem v povezavi z različnimi pogoji okolja, hrane itd. Običajno enoletna riba doseže 10 do 12 cm in je že spolno zrela. V drugem letu doseže 12 do 13 cm, v tretjem 13 do 14 cm, največji primerki dolžine 14 do 15 cm so stari tri leta in pol. Tako starost sardoni dosežejo zelo redko, v Jadranu redko dosežejo celo starost večjo od 2,5 let. Zanimivost jadranskega sardona je, da v jati običajno 53 % samcev in 47 % samic ter redki hermafroditi. Omenjeno razmerje pa od meseca do meseca močno variira (Kubik in Štirn, 1979).



Slika 1: Sardon (*Engraulis encrasicolus*) (FAO, 2010b).

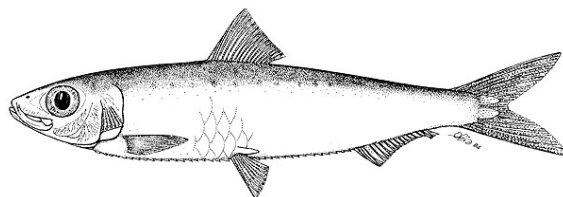
2.2 SARDELA

Jadranska ali mediteranska sardela (*Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792), krajše tudi sardela, izhaja iz družine sledi (*Clupeidae*, rod *Clupeiformes*). Med sledi uvrščamo mnoge gospodarsko pomembne ribe, ki jih ribiči imenujejo plave ribe. Poleg tega, da plave ribe predstavljajo glavni delež ulova rib v Jadranu, so tudi pomemben del prehranjevalne verige (Turk, 1996). Plava riba se imenuje zato, ker je meso temnejše in rdečkasto obarvano. Sardela je migracijska riba, njene mišice so zelo aktivne, dobro prekrvavljene in zato obarvane z mioglobinom (Turk, 2001). Vretenasto telo plavih rib je prepoznavno na prvi pogled. Imajo le eno trikotno hrbtno plavut in razcepljeno repno plavut. Večinoma so to majhne ribe, ki ne presegajo velikosti 20 cm. Vrste iz družine *Clupeidae* se zadržujejo v ogromnih jatah, ki živijo neodvisno od dna na odprtem morju. V Jadranu so pomembne vrste papalina (*Clupea sprattus* L.), sardela (*Clupea pilchardus* Walb.) in velika sardela (*Clupea aurita* Gthr.). Ob sledem podobnim ribam omenimo še sardon (*Engraulis encrasicolus*), ki spada v samostojno družino *Engraulidae* (Turk, 1996).

Sardela je podolgovata riba, telo je na bokih sploščeno, z okroglim trebuhom, srebrnega leska, z zelenkasto modrim hrbtno in navzgor štrlečimi čeljustmi. Škržni poklopec je žarkasto progast. Po tej morfološki lastnosti jo ločimo od podobne vrste rib, kot je papalina. Zraste od 20 do 25 cm. Jadranska sardela je pelargična riba ali riba oprtega tipa, ki migrira. Pojavlja se v jatah Sredozemskega in Jadranskega morja, vzhodnega Atlantskega oceana ter med Marokom in Britanskim otočjem. Jadranska sardela naseljuje najpogosteje severni in srednji Jadran. Jate so podnevi na približno 25 m do 55 m globine (tudi 100 m), ponoči pa se dvignejo na okoli 10 m do 35 m globine (Marin, 2004; Teer in sod., 1995; Delmar, 2010).

Vrsta je vedno heteroseksualna, spolno zrelost doseže večinoma v drugem letu, pri dolžini nad 11 cm. Drstenje poteka od novembra do maja, z viškom od decembra do marca. Hrana odraslih sardel so predvsem kopepodi, kladocere, planktonske larve ter zelo redko fitoplankton (Kubik in Štirn, 1979).

Spada med mastne ribe (jesenska sardela je bolj mastna in boljšega okusa), vendar je zaradi okusnega mesa, ena izmed najbolj iskanih vrst med plavimi ribami. Najbolj okusne so pečene na žaru, panirane, ocvrte in marinirane. Približno 2/3 ulova konzervirajo v olju in soli. Konzervirane sardele v olju imenujemo sardine (Delmar, 2010).



Slika 2: Sardela (*Sardina pilchardus*) (FAO, 2010a).

2.2.1 Sardoni v gastronomiji

Sardon velja za izjemno okusno ribo, ki jo lahko pripravimo na veliko različnih načinov, npr. pečene v pečici, na žaru, ocvrte v testu, v marinadi... (slika 3). Zelo priljubljeno je vlaganje sardonov v sol. Sardoni v nekaterih predelih Evrope (Črno in Azovsko morje) predstavljajo velik delež ulova in se jih običajno predela, bodisi v pločevinke ali pa se ga zamrzne. V Turčiji, ob Črnem morju je osnovno živilo v tamkajšnji kulinariki (Kocatepe in sod., 2011; Inanlı in sod., 2011). Sardon se tam običajno pripravlja kot pečena jed, kot pecivo ali pa celo kot sladica (Turkish..., 2012).



Slika 3: Sardoni v pivskem testu – levo, dušeni sardoni – sredina in sardoni na žaru (RTV SLO, 2008; Škorčica, 2010; Greenup, 2011).



Slika 4: V Sloveniji priljubljena ponudba soljenih sardonov – fileti inčunov (Delamaris, 2012).



Slika 5: Hamsili ekmek, vrsta ocvrtega koruznega kruha z dodanimi zmletimi sardoni, peteršiljem in poprovo meto (Asmali, 2009).

2.3 TEHNOLOGIJA ULOVA

Sardon je gospodarsko izjemno pomembna riba, ki se lovi skupaj s sardelami in drugimi jatami pelaških rib. Za lov na sardone in sardele se trenutno uporabljata dve vrsti ribolovnega orodja: pelagične vlečne mreže z upravljanjem z dveh plovil (lebdeče koče oz. »volante«) in lahke zaporne plavarice (»lampare oz. šakaleve«) (Cingolani in sod., 1996).

Ribiči za ulov sardonov in sardel večinoma uporabljajo lebdečo kočo oz. vlečno mrežo, ki je posebej prirejena za lov na drobno modro ribo (Turk, 1989). Lov s pelagičnimi vlečnimi mrežami je najpogostejša metoda ribolova v severnem Jadranu. Ta način lova je bil uveden v začetku petdesetih let, ampak šele sredi šestdesetih let je začel nadomeščati lahke zaporne plivarice. S pelagičnimi vlečnimi mrežami se lovi samo čez dan, iztovor rib se vrši vsak večer, ribolovna potovanja trajajo od 11 do 14 ur (Cingolani in sod., 1996).

Za ta način lova so potrebni pari ladij, saj je koča razpeta med dvema ladjama. Po večurni vleki mrežo dvignejo na eno od ladij in ribe spustijo v bazen, kjer ribe podhladijo, sperejo in vložijo v čiste zabojčke ter takoj poledijo. Vendar ima tak način naslednje pomanjkljivosti (Turk, 2001):

- ribe se med vleko utrudijo in poškodujejo, hitreje porabijo glikogen, *rigor mortis* je krajši, vrednost pH je višja, zato se take ribe hitreje pokvarijo;
- mikrobiološka oporečnost rib je večja, kajti med vleko se površina rib okuži z različnimi mikroorganizmi iz morja in poškodovanih rib, zlasti iz njihovega prebavnega sistema;
- velika količina ulova privede do močnega trenja med ribami in povzroči mehanske poškodbe;
- lov je dnevni, ko je temperatura zraka precej višja, kar močno vpliva na kvaliteto rib.

Lahke zaporne plivarice najpogosteje uporabljajo v srednjem Jadranu in v Tržaškem zalivu. Ribarijo ponoči v dobrih vremenskih pogojih, tako da ribe privabijo z lučmi. Njihova dejavnost je pogosto, vendar ne vedno, prekinjena v hladnejših mesecih (Cingolani in sod., 1996).

V primerjavi s pelagičnimi vlečnimi mrežami ima tak način lova določene prednosti (Turk, 2001):

- lovi se ponoči, ko so zunanje temperature nižje,
- ribe se med ulovom niso utrudile; poraba glikogena je bila nizka, kar je ugodno vplivalo na *rigor mortis* in zakisanje mišičnine ter posledično na manjšo podvrženost kvaru.

Sardoni, ulovljeni na tak način, so boljše kvalitete in pogosto dosegajo boljšo ceno na tržišču kot sardoni, ulovljeni s pelagičnimi vlečnimi mrežami (Cingolani in sod., 1996).

2.4 POMEN RIB ZA PREHRANO

Ribe so bile že od pradavnine pomembne v prehrani ljudi, živečih poleg morja. Razvoj hlajenega transporta in ohlajanja na ribiških ladjah je izboljšal kakovost in obstojnost rib ter dostopnost te hrane tudi ljudem v notranjosti držav (Vouk Grbac, 2001).

Ribe in druge vodne živali so po svojih biokemični sestavi popolna hrana, saj vsebujejo vse hranilne snovi, ki so nujne za človekov organizem. Znano je, da bi lahko bila človekova hrana sestavljena samo iz rib in zelenjave. Zaradi sestavin ribe niso samo kulinarčna specialiteta ali nadomestilo za meso, pač pa zelo pomembno živilo, ki vsebuje beljakovine z največjo biološko vrednostjo, vitamine in tudi mineralne snovi (Strohsack, 1998).

Sestava ribjega mesa pokaže, da vsebujejo ribe od 66 do 85 % vode, 13 do 22 % beljakovin, 1 do 22 % maščob ter do 2 % mineralnih snovi in vitaminov (Cingolani in sod., 1996). Mišično tkivo rib je zgrajeno iz kratkih vlaken z malo vezivnega tkiva, zato je ribje meso mehko in lahko prebavljivo ter uporabno za dietno prehrano. Danes je že znano, da ribje meso vsebuje šestdeset različnih kemijskih elementov, ki jih delimo v dve skupini: makroelementi (kisik, vodik, ogljik, dušik, kalij, fosfor, žveplo...) in mikroelementi (kobalt, jod, železo, krom, fluor...). Ribe imajo tudi veliko vitaminov, posebno A, D in vitamine iz skupine B. Če primerjamo meso klavnih živali z ribjim mesom, lahko ugotovimo, da je biološka vrednost ribjega mesa po vsebnosti beljakovin enakovredna mesu klavnih živali, zaradi mineralnih snovi in prebavljivosti pa večja. To pomeni, da naša prehrana ne sme biti brez ribjega mesa. V porabi rib na prebivalca letno v svetu prednjači Japonska (60 kg), pri nas pa je žal zelo majhna (2,5-3 kg v Sloveniji). Ribje meso je drago, posebno bele ribe, plave ribe pa so lažje dostopne, saj so cenejše in tudi več jih je na trgu (Strohsack, 1998).

2.4.1 Hranilna vrednost ribjega mesa oz. kemijska sestava

Ribe vsebujejo vseh šest hranilnih snovi: beljakovine, maščobe, ogljikove hidrate, vodo, vitamine in minerale. Sestava se tako kot pri vseh ribah močno spreminja v odvisnosti od starosti ribe, reprodukcijskega ciklusa, temperature vode, količine in kakovosti hrane (Turk, 2001; Strohsack, 1998).

2.4.2 Beljakovine

Beljakovine so najpomembnejša organska snov, po kemijski sestavi so kompleksne, visokomolekularne snovi, po količini najbolj konstantna hranilna sestavina ribjega mesa (Žlender, 2000; Strohsack, 1998). Ribje beljakovine delimo v tri skupine: strukturalne (aktin, miozin, tropomiozin) s 70 %-80 % deležem (pri sesalcih predstavljajo okoli 40 %) (Cvrtila in Kozačinski, 2006) oz. 65 %-75 % deležem (Goodband, 2002), sarkoplazemske (mioalbumin, globulin, encimi) s 25 %-30 % deležem (Cvrtila in Kozačinski, 2006) oz. okoli 30 % (Shahidi, 1994) ter vezivno-tkivne beljakovine (kolagen) z okoli 3 % deležem (pri sesalcih okoli 17 %) (Cvrtila in Kozačinski, 2006). Imenujemo jih tudi gradbena snov ribjega mesa. Kemijsko so sestavljene iz kisika, vodika, dušika, žvepla in fosforja. Ribje meso vsebuje 18 aminokislin, od tega tudi vse esencialne (Strohsack, 1998).

Količina in vrsta beljakovin v ribjem mesu močno variira: od 12 % do 24 % (Cvrtila in Kozačinski, 2006) oz. 15 % do 23 % (Sanfilippo in sod., 2011). Kocatepe s sod. (2011) so v raziskavi določili, da je vsebnost beljakovin v sardonih, ulovljenih v Črnem morju, 22,71 %. Avtorici Šimat in Bogdanovič (2012) pa sta v svoji raziskavi ugotovili, da je vsebnost beljakovin v sardonih, ulovljenih v srednjem Jadranu, $21,34 \pm 0,29$ % ter da so majhne spremembe v vsebnosti beljakovin v mesu sardonov tekom leta. Tudi za sardele je značilno, da je vsebnost beljakovin bolj konstantna in znaša 18 % do 20 % (Turk, 2001). Ribje meso je pomembno ne le zaradi količine, temveč tudi kakovosti beljakovin. Beljakovine v ribjem mesu imajo visok delež esencialnih aminokislin v visoko prebavljivi obliki, zlasti metionin, cistin, lizin, treonin in triptofan (Turan in sod., 2007). Ribje beljakovine se hitreje prebavljajo kot beljakovine toplokrvnih živali. Ribje beljakovine se prebavijo v 3 do 4 urah, goveje pa v 8 do 10 urah. Izkoristljivost ribjih beljakovin je od 93 % do 98 %, mlečnih 90 % do 95 % in govejih 87 do 90 % (Strohsack, 1998).

Zaradi različne vsebnosti mioglobina imajo ribe svetlo in temno obarvane skupine mišic. Temno obarvanih mišic oziroma temnega mesa je do 10 %. To se razlikuje od svetlega po barvi, aromi in energijski vrednosti, kar je posledica bolj aerobnega metabolizma in večje vsebnosti maščob. (Strohsack, 1998).

Ribje meso vsebuje manj vezivnega tkiva kot druge vrste mesa. Pri toplotni obdelavi razmeroma hitro želira, zato velja ribje meso za lažje prebavljivo. Zaradi hitrega zorenja beljakovin v ribjem mesu se poleg mehkoobe spremeni vonj in okus v nezaželeno smer. (Žlender, 2000; Strohsack, 1998).

Druge nebeljakovinske dušikove snovi so prisotne v ribah (predvsem morskih) v majhnih količinah (okrog 1 %). To so trimetilaminoksid (TMAO), ki se med bakterijskim kvarom rib razgradi v trimetilamin (TMA) in druge snovi, ki so glavni nosilci neprijetne arome pokvarjenih rib. Histamini so zdravju škodljive (toksične) dušikove snovi, ki se pojavijo

med skladiščenjem ohlajenih rib in povzročijo zastrupitev, nastanejo pa z drugimi biogenimi amini (putrescin, kadaverin in tiramin) med bakterijskim razkrojem nekaterih aminokislin mišičnih beljakovin (Žlender, 2000).

2.4.3 Lipidi

Maščobe v ribah najpogosteje sestavljajo nevtralni triacilgliceroli (trigliceridi) v obliki oljnih kapljic v mišičnini, jetrih in okrog prebavil in polarni fosfolipidi v celičnih membranah mišičnega tkiva in mitohondrijih (Žlender, 2000).

Ribe v primerjavi s klavnimi živalmi vsebujejo veliko več nenasičenih maščobnih kislin, zlasti *n-3*, ki so s prehranskega vidika zelo zaželeni. Vsebnost holesterola pa je v ribjem mesu podobna kot v drugih vrstah mesa (Žlender, 2000).

Količina maščobe v ribjem mesu se spreminja od 0,7 % do 20 %, nekje tudi več (Cvrtila in Kozačinski, 2006). Nanjo poleg življenjskih okoliščin vpliva predvsem reprodukcijski cikel. Tik pred drstitvijo vsebuje meso rib najmanj vode in največ maščob, po drstitvi pa največ vode in najmanj maščob (Plestenjak, 2001). Bandarra s sod. (1997) ugotavlja, da se količina lipidov v mesu sardel giblje med 1,2 % in 18,4 %. Šimat in Bogdanovič (2012) pa sta za sardone ugotovili, da se vsebnost maščob giblje med 0,89 % do 4,47 %, z najnižjo vrednostjo v mesecu februarju in najvišjo v mesecu oktobru. Med drstenjem se vsebnost maščob lahko zmanjša na manj kot 1 %. Ribje meso vsebuje od 60 % do 84 % nenasičenih maščobnih kislin (Strohsack, 1998). Nenasičene ribje maščobe imajo slabo stran, da so občutljive na oksidacijo med skladiščenjem in predelavo, kar vodi do hitre spremembe arome in barve mesa. Stopnja nenasičenosti ribjih maščob je odvisna tudi od vrste rib, letnega cikla, temperature vode in prehrane. Predvidevajo, da so v mrzlih vodah maščobe bolj nenasičene, da se ribe lažje gibljejo. Nekatere ribe vsebujejo tudi naravne antioksidante (tokoferol, ubikinon). Občutljivost maščob rdečih ribjih mišic za oksidacijo je večja kot pri belih (Žlender, 2000).

V ribjih lipidih je skoraj 50 % oleinske kisline, ki povzroča mehko konsistenco, skoraj tekočo, podobno olju. V prehrani ljudi predstavlja maščoba energetski vir. Ribja maščoba zaradi velike vsebnosti nenasičenih, predvsem *n-3* maščobnih kislin močno zmanjšuje količino holesterola v krvi (Strohsack, 1998).

Naravni lipidi so kemijsko raznolika skupina spojin, katerim je skupna lastnost netopnost v vodi. Biološka funkcija lipidov je zelo različna. Maščobe in olja so poglavitni vir energije mnogih organizmov, fosfolipidi in steroli pa so glavni gradniki celičnih membran. Ostali lipidi, ki predstavljajo majhen delež, igrajo pomembno vlogo kot pigmenti, emulgatorji v prebavnem traktu, hormoni in medcelični prenašalci (Lehninger in sod., 1993).

Različni viri navajajo, da je vsebnost lipidov značilno večja pri sardelah kot sardonih ter da je vsebnost maščob pri obeh vrstah rib zelo sezonsko odvisna (Zlatanov in Laskaridis, 2007; Bogdanovič in Šimat, 2012).

2.4.3.1 Maščobne kisline

Maščobne kisline so sestavljene iz ogljikovodikove verige (4 do 36 ogljikovih atomov) z metilno skupino na enem koncu in karboksilno skupino na drugem koncu (Žemva, 2004). Večina v naravi prisotnih maščobnih kislin je sestavljenih iz 14 do 24 ogljikovih atomov (McClements in Decker, 2008). Metilni konec molekule imenujemo omega konec, karboksilna skupina pa je na delta koncu. Dolžina ogljikove verige ter število in mesto dvojnih vezi določajo lastnosti različnih maščobnih kislin. Maščobne kisline so lahko nasičene (ni dvojnih vezi), enkrat nenasičene (ena dvojna vez) ali večkrat nenasičene (dve ali več dvojnih vezi). Večkrat nenasičene maščobne kisline (VNMK) razdelimo v dve podskupini: $n-3$ in $n-6$. Pri $n-3$ VNMK je prva dvojna vez na tretjem ogljikovem atomu, medtem ko je pri $n-6$ VNMK prva dvojna vez na šestem ogljikovem atomu. $n-3$ VNMK in $n-6$ VNMK so esencialne maščobne kisline, ker jih človeško telo ne more samo tvoriti, zato jih moramo zaužiti s hrano. Glavni predstavnici $n-3$ VNMK sta eikozapentaenojska (EPA) in dokozaheksaenojska kislina (DHA), ki ju najdemo v ribah (Žemva, 2004). Ribje maščobe vsebujejo med nasičenimi maščobnimi kislinami največ palmitinske (16:0), stearinske (18:0), miristinske (14:0) in redkeje, v zelo majhnih koncentracijah, lavrinsko maščobno kislino (12:0) (Bogut in sod., 1996).

Med enkrat nenasičenimi maščobnimi kislinami pa prevladujejo oleinska (18:1 $n-9$) in palmitoleinska (16:1 $n-7$), ki v telesu rib nastajajo tudi v procesu dehidrogenacije. Poleg oleinske in palmitoleinske maščobne kisline so v ribah zastopane še naslednje enkrat nenasičene maščobne kisline: miristooleinska (14:1 $n-5$), gadoleinska (20:1 $n-9$) in eruka (22:1 $n-9$). Od teh sta zadnji dve zastopani v večji količini v mastnih ribah.

Po strukturi delimo večkrat nenasičene maščobne kisline v dve skupini. K skupini linolne kisline (18:2 $n-6$) tiste, ki so proizvod dehidrogenacije in elongacije linolne kisline. Mednje spadajo arahidonska (20:4 $n-6$), ki je zastopana v strukturi vseh lipidov. K skupini α -linolenske kisline (18:3 $n-3$) pa pripadajo maščobne kisline, ki so proizvod dehidrogenacije in elongacije α -linolenske kisline. V to skupino spadata dve zelo pomembni maščobni kislini, kot sta eikozapentaenojska (EPA; 20:5 $n-3$) in dokozaheksaenojska (DHA; 22:6 $n-3$). Poleg teh so v ribjih lipidih od $n-3$ maščobnih kislin zastopane tudi stearidonska (18:4 $n-3$) in eikozatrienojska (20:3 $n-3$).

Na sestavo maščobnih kislin v tkivu rib, poleg soli raztopljene v vodi, igra pomembno vlogo tudi temperatura vode. Pri nizki temperaturi se poveča koncentracija nenasičenih maščobnih kislin, zmanjšuje pa se razmerje med $n-3$ in $n-6$ maščobnimi kislinami. Poleg

soli in temperature vode je pomemben tudi spol, saj ribe ženskega spola vsebujejo olja z višjim jodnim številom v primerjavi z ribami moškega spola, ker vsebujejo večje količine EPA (20:5 *n*-3), dokozapentaenojske (22:5 *n*-3) in DHA (22:6 *n*-3) maščobnih kislin, ki so večinoma zastopane v ikrah.

Ribe se v naravi hranijo z različnimi vrstami hrane tako rastlinskega kot živalskega izvora. Spremembe v sestavi hrane lahko močno vplivajo na količino in sestavo telesnih maščob. Tako npr. planktonski organizmi hladnih voda vsebujejo maščobne kisline z večjo stopnjo nenasičenosti, nasprotno s planktonskimi organizmi toplih voda, ki vsebujejo več nasičenih maščobnih kislin (Bogut in sod., 1996).

2.4.3.2 Fosfolipidi

So modificirani lipidi, kjer sta dve hidroksilni skupini glicerola zaestreni z maščobnima kislinama, tretja pa s fosforno kislino. Zaradi polarne fosfatne skupine uvrščamo fosfolipide med površinsko aktivne spojine. Zaradi površinske aktivnosti so pomembni pri gradnji bioloških membran, ker je en del njihovih membran topen v vodi (hidrofilni del), drugi pa ne (hidrofobni del) (McClements in Decker, 2008).

2.4.3.3 Holesterol

Holesterol je glavni sterol, ki se prost ali zaestren nahaja v vseh živalskih celicah. Nastaja v jetrih, večji del pa ga dobimo s hrano. V človekovi prehrani so vir holesterola maščobe živalskega izvora, žolč, živčna tkiva, kri, možgani, jajčni rumenjak in plazma. Njegova empirična formula je $C_{27}H_{45}OH$ (Sheppard in sod., 1993; Pokorn, 2000; McClements in Decker, 2008).

Zaradi svoje nepolarosti se v vodi ne topi, dobro pa je topen v nepolarnih topilih, kot so npr. petroleter, benzen in eter (Sheppard in sod., 1993).

Holesterol ima pomembno vlogo v organizmu, saj je (McClements in Decker, 2008):

- pomembna komponenta celične membrane,
- sestavni del žolčnih kislin,
- prekursor steroidnih hormonov in vitamina D.

2.4.4 Ogljikovi hidrati

Ogljikovih hidratov je v ribjem mesu zelo malo, povprečno od 0,05 % do 0,8 %. Po smrti se mišični glikogen v procesu anaerobne glikolize spremeni v mlečno kislino. Zaradi manjših rezerv glikogena v ribah je posmrtna glikoliza hitro končana, nastane manj mlečne kisline kot v mesu drugih živali in zato je zakisanost ribjega mesa slaba (končni pH 6,4 do 6,8). Razmeroma visok pH ribjega mesa je razlog za njegovo slabo mikrobiološko

stabilnost oz. hitro pokvarljivost, zato je treba ribe takoj po ulovu ohladiti na temperaturo okrog 0 °C in jih pri tej temperaturi hraniti do porabe (5 do največ 7 dni) (Žlender, 2000; Strohsack, 1998).

2.4.5 Vitamini

Vitamini so biokatalizatorji, ki pospešujejo kemijske reakcije v našem telesu in predstavljajo zaščitno snov. Delimo jih na tiste, ki se topijo v vodi, in tiste, ki se topijo v maščobah. V vodi topni vitamini so vitamini B₁ (tiamin), B₂ (riboflavin), B₆ (piridoksin) in B₁₂ (kobalamin). Ribje meso je pomemben vir v vodi topnih vitaminov. V maščobi topni vitamini so A, D, E in K, ki so v ribjem mesu prisotni v manjših količinah. Vitamini niso enakomerno porazdeljeni v ribjem mesu, največ jih je v jetrih (Žlender, 2000; Strohsack, 1998).

2.4.6 Minerali

Minerali se nahajajo v ribjem mesu v obliki soli (Cvrtila in Kozačinski, 2006). Količina mineralnih snovi v mesu vseh vrst rib je okrog 2 % (Žlender, 2000). Makroelementi so natrij, kalcij, žveplo, kalij, klor, magnezij, fosfor, od mikroelementov pa cink, jod, železo, baker, fluor, kobalt, molibden, mangan in krom. Med mikroelementi so zelo pomembni: železo, ki je sestavni del hemoglobina, mangan, molibden, cink in baker so sestavni del encimov, in jod, ki je nujno potreben pri tvorbi tiroksina – hormona žleze ščitnice.

Minerale uvrščamo med esencialne hranilne snovi, ki imajo gradbeni in zaščitni pomen. RIBE uvrščamo med bogat vir mineralov, ker so le-ti zastopani v relativno veliki količini (Strohsack, 1998).

Iz literature lahko razberemo, da meso sardonov v povprečju vsebuje $1,42 \pm 0,08$ % mineralnih snovi (Šimat in Bogdanovič, 2012), meso sardel (s kostjo) pa $2,50 \pm 0,25$ % (Marin in sod., 2010).

2.5 METODE KONZERVIRANJA (IN PREDELAVE RIB)

Ribje meso je zelo podvrženo kvaru. Bistvo konzerviranja rib je zato preprečitev oziroma zmanjšanje stopnje mikrobiološkega kvara. V primeru mastnih rib je namen konzerviranja tudi zmanjšanje oziroma inhibiranje oksidacije in drugih neželenih sprememb na maščobah rib, ki so visoko nenasičene in podvržene žarkosti v skoraj vseh stopnjah predelave (Hansen, 1979 cit. po Vovk, 1992).

2.5.1 Toplotna obdelava rib

Cilj toplotne obdelave je, da ribje meso pridobi določene jedilne lastnosti in postane prebavljivo. Pri tem pa mora ohraniti prehransko vrednost in pridobiti zdravstveno neoporečnost. Zato moramo izbrati kakovostno surovino, jo prej ustrezno pripraviti in šele nato toplotno obdelati.

Predpriprava rib je odvisna od vrste (različne po aromi, teksturi), oblike (cele, z odstranjeno drobovino, kuhinjsko oblikovane, steaki, fileji), distribucije (sveže, zamrznjene ali predelane) in kakovost rib (svežost ribe).

Za toplotno obdelavo rib je pomembno, da temperatura obdelave in središčna temperatura nista previsoki, ker to zmanjša sočnost in poveča izgubo mase ribjega mesa ter povzroči neprimerno teksturo. Najpogostejši postopki toplotne obdelave rib so: pečenje, pečenje na žaru, praženje, kuhanje, skrknjenje, cvrenje in mikrovalovno segrevanje. Kakšno metodo priprave izberemo je odvisno predvsem od vrste ribe, vsebnosti maščob in vrste ribje jedi.

Načeloma poteka izbira toplotnega postopka na podlagi vsebnosti maščobe v ribah, kjer pa velja velika variabilnost. Meja med pustimi in mastnimi ribami ni jasno postavljena, saj sestava ribjega mesa ni odvisna le od vrste rib, temveč tudi od njihove velikosti, sezone ulova, starosti, načina prehranjevanja in drugega. Nekateri imajo za puste ribe tiste z manj kot 1 % maščobe, srednje mastne z manj kot 5 % maščobe in mastne z nad 5 % maščobe. Drugi menijo, da predstavlja 5 % majhno vsebnost maščobe in več kot 15 % veliko vsebnost maščobe v ribah.

Mastne ribe se pripravljajo s postopki pečenja, pečenja na žaru, kuhanja, parjenja, in mikrovalovnega segrevanja. Puste ribe pripravljamo s cvrenjem, dušenjem in podobnimi postopki. Z izjemo cvrenja so vsi ostali postopki taki, da pri uporabi majhne količine dodane maščobe ribje jedi ohranijo lastnost varnih jedi. Obenem pa je sprejemljivejša tudi njihova senzorična kakovost, zlasti v smislu manjše mastnosti in raznih priokusov (Skvarča, 2001).

2.5.1.1 Spremembe med toplotno obdelavo rib

Med toplotno obdelavo potečejo v ribah spremembe v zgradbi, kemijske spremembe sestavin in izguba mase. Vse to vpliva na senzorične lastnosti pripravljenih rib, zato je pri njihovi pripravi nujna zmerna toplotna obdelava.

Med toplotno obdelavo potekajo v ribjem mesu denaturacija, koagulacija in želiranje beljakovin. Denaturacija beljakovin se prične pri temperaturi 30 °C do 35 °C, končana je pri 60 °C do 65 °C. Poslabša se predvsem topnost miofibrilarnih beljakovin, manj sarkoplazemskih. Beljakovine začnejo koagulirati pri temperaturi med 60 °C in 100 °C.

Okoli 10 % miofibrilarnih beljakovin (tropomiozin) ostane topnih pri podaljšanem segrevanju pri temperaturi 100 °C. Pri višjih temperaturah se oblikujejo disulfidne vezi iz sulfhidrilnih skupin.

Vezivno tkivo, ribji kolagen, se hitro razgradi, ker je zelo termolabilen. Hidrolizirati 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.

Spremembe na maščobah so hidroliza, oksidacija in polimerizacija. Segrevanje lahko povzroča oksidacijo ribjih maščob in sekundarni proizvodi lahko negativno vplivajo na aromo ribjega mesa (karbonili).

Med segrevanjem poteče pri višjih temperaturah neencimsko porjavenje (Maillardova reakcija), ki prispeva k oblikovanju določene barve (melanoidi) in aromi mesa.

Med toplotno obdelavo se v ribah zmanjša količina nekaterih vitaminov, zlasti vitaminov B kompleksa (piridoksin) in rudnin (fosfor, magnezij, kalcij in klor).

Izguba mase med toplotno obdelavo je odvisna od več dejavnikov: temperature obdelave, končne središčne temperature, časa toplotne obdelave, velikosti in površine rib, vrste rib, dodatka soli in drugo.

Po enakem času toplotne obdelave se izguba mase povečuje z zvišanjem temperature in končne središčne temperature v mesu rib. Izguba mase je zelo spremenljiva in je odvisna od vrste rib in metode toplotne obdelave. Čas toplotne obdelave srednje velikih rib je največ 20 minut in v tem času meso izgubi največ mase. Ob nadaljnjem segrevanju je delež odpuščenega soka vse manjši in se približno po 45 minutah ustavi oziroma doseže končno najvišjo vrednost (Skvarča, 2001).

2.5.1.2 Senzorične lastnosti ribjega mesa

Senzorično vrednotenje je ključnega pomena pri določanju celovite gastronomske kakovosti hrane. Poleg primerne kemijske, hranilne in mikrobiološke kakovosti je pomembna tudi senzorična kakovost.

Senzorične lastnosti živil so tiste lastnosti, ki jih človek zaznava s svojimi čutili (Skvarča, 2001).

Ko se odločamo za senzorično analizo, imamo možnost izbire med številnimi metodami, in sicer med preskusi razlikovanja vzorca od standarda, preskusi za določanje ali vzorec ustreza specifikaciji, preskusi razvrščanja, preskusi sprejemljivosti, kvalitativno in

kvantitativno opisno ali deskriptivno analizo ter drugimi potrošniškimi preskusi (Golob in Jamnik, 2004).

Glede na nalogo, ki jo želimo opraviti, lahko postopke senzoričnega preizkušanja razdelimo v tri skupine: preskusi za ugotavljanje razlik (služijo za ugotavljanje morebitnih razlik med preskusnimi vzorci), preskusi z ocenjevanjem (ocena posamezne lastnosti preskusnega vzorca ali vzorca kot celote) in preskusi z opisovanjem (natančen besedni ali slikovni opis značilnosti preskusnih vzorcev). Točkovanje je metoda, ki spada med preskuse z ocenjevanjem in se pogosto uporablja v rutinskem ocenjevanju kakovosti živil. Z njo vrednotimo proizvod, lastnosti proizvoda (barva, okus, tekstura) ali komponente lastnosti (npr. slanost kot komponenta okusa) s točkami, ki imajo matematičen pomen. Točkovanje je kompleksen, fiziološko-psihološki postopek, pri katerem preizkuševalci ovrednotijo intenzivnost pozitivnih ali negativnih vnaprej določenih značilnosti živila. Za to metodo potrebujemo šolane preizkuševalce, ki dobro poznajo lastnosti, ki jih ocenjujejo (Plestenjak, 2002).

2.5.1.2.1 Senzorične lastnosti svežih rib

Ribje meso je hitro pokvarljivo, zato moramo vedeti, kakšna je sveža riba, čeprav se zaradi velikega tehnološkega napredka v zamrzovalni tehniki najbrž ni treba več bati, da bi prišla na trg nezdrava riba. Sveža riba je na pogled svetla, oči ima nabrekle in jasne, trebuh ne sme biti napihnjen. Meso je čvrsto, zato se mora na pritisk vrniti v prvoten položaj, ne sme ostati vdrtina. Škrge morajo biti rdeče in ne sive, kot so pri zmrznjeni ribi. Le-ta po svoji kvaliteti ne bi smela zaostajati za svežo, če je pravilno odtajana (Strohsack, 1998).

Značilnosti sveže ribe so:

- značilen – prijeten vonj, če je riba starejša, je vonj neprijeten;
- gladka in svetlikajoča koža ali luske, ki so oprijete in se težje ločijo od kože;
- elastično meso, kar pomeni, da se ob dotiku v mesu ne naredi vdrtina, temveč se takoj vrne v prvotni položaj;
- oči sveže ribe so bistre – prozorne in dajejo občutek, da še gledajo;
- ko dvignemo škrge, bi morale biti le-te rdeče in ne sive ali drugačne barve;
- trebušna mišica je v sorazmerju z obliko ribe, ne pa napeta, tega ne smemo zamenjati z ribo, ki ima v trebušni votlini ikre (jajčeca) (Strohsack, 1998).

Kakovost ribjega mesa določajo senzorične lastnosti presnih rib, kakor tudi obdelanih rib po različnih postopkih industrijske obdelave (soljenje, sušenje, mariniranje, pasterizacija in sterilizacija) (Vouk, 1992).

2.5.1.2.2 Senzorične lastnosti toplotno obdelanih rib

Barva. Ribje meso med toplotno obdelavo bistveno ne spremeni barve. Segrevanje pri določenih pogojih vpliva na neencimsko porjavenje, ki razvije porjavenje površine rib po pripravi s suhimi postopki.

Mehkoba. Segrevanje spremeni prosojno, želeju podobno mišično maso v neprosojno, drobljivo, zmerno čvrsto in prožno maso ribjega mesa. Pri tem pride do skrčenja mišičnine in odpuščanja soka kot posledice denaturacije beljakovin. Vezivo, ki povezuje mišična vlakna, se razgradi in mišični segmenti se lahko ločijo med seboj. Posledica tega je razmeroma hitro mehčanje ribjega mesa.

Tekstura. Vlaknata tekstura rib je posledica krajših mišičnih vlaken, kot jih ima na primer mišičnina klavnih živali. Ločena so z daljšimi segmenti in imajo malo vezivnega tkiva, ki je toplotno zelo nestabilno. Pri segrevanju se mišice rib skrčijo, če pa s segrevanjem pretiravamo, lahko malo otrdijo. Za primerno teksturo je zato potrebna kontrola segrevanja. Obdelava mora biti torej zmerna, a učinkovita, da ribe niso gumijaste ali suhe. Zaželeno je torej sočnost pripravljenih rib. Na sočnost ribjega mesa vplivajo temperatura obdelave in temperatura središča (višja temperatura, slabša sočnost), čas obdelave, vrsta, velikost in površina rib.

Na teksturo ribjega mesa vplivajo tudi prehrana rib, bivalno okolje, vrsta in velikost rib, sezona ulova, vrednost pH, vsebnost vode in postopki zamrzovanja.

Meso ženskih živali je med drstenjem praviloma bolj mehko in tekstura testasta ter vlaknata.

Aroma. Ribe imajo najboljšo aromo in teksturo, če so toplotno obdelane do središčne temperature 80 °C do 85 °C. Pri tej temperaturi se razvijejo nosilci vonja in okusa. Poleg središčne temperature vplivajo na aromo še kondicija, bivalno okolje in sezona ulova rib (Skvarča, 2001).

2.5.2 Soljenje oziroma fermentacija rib

Konzerviranje ribjih izdelkov s fermentacijo ima dolgo tradicijo v Skandinaviji, azijskih deželah ter v starih kulturah Mediterana. Danes uporabljamo fermentacijo zaradi specifičnih in edinstvenih senzoričnih lastnosti izdelka, ki nastanejo v tem procesu. Končni izdelek sodi med visoko kakovostne delikatesne, čeprav z relativno majhnim in geografsko zelo omejenim področjem.

- Velikost rib in vsebnost maščob v ribi sta glavna dejavnika, ki narekujeta tehnologijo soljenja. Drobna in nemastna riba ja lahko soljena cela, medtem ko mora biti velika riba očiščena ali filetirana pred soljenjem, kajti v nasprotnem primeru sol ne penetrira dovolj hitro, da bi lahko preprečila kvar v notranjem delu cele ribe. Mastnim ribam pa je treba preprečiti stik s kisikom, da ne pride do oksidativne žarkosti med ali po soljenju. V primeru dolgoročnega konzerviranja s soljo pri temperaturi okrog 0 °C, naj bi bila vodna faza blizu zasičenosti s soljo (Martiš in Mihalik, 1989 cit. po Vovk, 1992).

2.5.2.1 Tehnologija soljenja

Soljene, fermentirane ribe predstavljajo izdelek, pri katerem zorenje temelji na encimskem delovanju in učinku soli na beljakovine. V soljenih ribah prevladuje encimska razgradnja beljakovin, predvsem s proteolitičnimi encimi, ki se nahajajo v prebavnem traktu rib. Dejavniki, ki vplivajo na potek procesov so:

- vrednost pH,
- koncentracija soli,
- aktivnost encimov in
- biokemijske, fizikalne in histološke lastnosti rib (Martiš in Mihalik, 1989 cit. po Vovk, 1992).

Na čas soljenja vplivajo predvsem:

- velikost ribe: manjša riba potrebuje krajši čas difuzije soli,
- temperatura: z višjo temperaturo se večja hitrost difuzije soli.

Poleg teh je pomembna tudi koncentracija slanice, v kateri se riba nahaja in kakovost soli. Velikost kristalov vpliva na hitrost raztapljanja le-teh, nečistoče pa lahko zavirajo proces soljenja.

Proces soljenja vključuje dve fazi: ribo in slanico, med katerima pride do izmenjave soli in vode. Riba je kompleksen sistem. Poleg hidrofilnih koloidov (beljakovine) so prisotne še maščobe v obliki kapljic, ki pa imajo pasivno vlogo v procesu soljenja. Te predvsem zmanjšujejo površino, kjer pride do difuzije soli in s tem upočasnjujejo soljenje.

Kosti in koža niso občutljivi na delovanje soli, temveč ščitita notranje organe in ohranjata obliko ribe (Vovk, 1992).

2.5.3 Mariniranje rib

Mariniranje je stara kemijska metoda konzerviranja rib. Marinade so rahlo (šibko) kisli nesterilizirani proizvodi, pridobljeni z uporabo kuhinjske soli, očetne kisline, nekaterih

začimb, z dodatkom zelenjave ali brez nje. Pri mariniranju uporabljena očetna kislina povečuje učinek konzerviranja, prav tako mehča ribje meso in mu daje tipičen (svojevvrsten) vonj, okus in barvo.

Po vrsti tehnološkega postopka razlikujemo hladne in vroče (ocvrte ali kuhane) marinade.

Hladna marinada – riba je predelana na specifičen način. Marinada se precej razlikuje od drugih vrst mariniranja rib, saj je zanjo značilno, da očiščena, sveža ali nasoljena riba zori v slano-kisli vodni raztopini 4 % do 7 % očetne kisline in 7 % do 12 % soli, pri temperaturi od 6 °C do 12 °C. Marinada za zorenje mora biti blaga, saj se takrat dobi izdelek boljših vrednosti, pri čemer kislina z nekaterimi kemijskimi reakcijami omehča, sol pa učvrsti (krepi) meso ribe. Pri tem procesu se iz mesa izgubi okoli 20 % vode. Zrelost hladno marinirane ribe prepoznamo po okusu, sestavi, rožnati barvi mesa ter po njegovem steklenem videzu (izgledu). Takšno ribo pakiramo v stekleno ali poliuretansko embalažo, nato zalijemo z nadevom, ki vsebuje od 1 % do 2 % očetne kisline in od 2 % do 3 % soli. Nalivu se lahko dodamo 2 % saharina, kot umetno sladilo. Zeliščni dodatki, ki jih dodajamo hladni marinadi, morajo biti pred tem kuhani. Rdečo čebulo pripravljamo posebej, najprej jo očistimo, razrežemo in potopimo (namočimo) v 4 % očetno kislino z 4 % soli, tako dolgo, dokler ne prične oddajati mehurčke ogljikove kisline. Najbolj poznani proizvod hladnega mariniranja so »rusli«. Trajnost hladne marinade je od 2 do 3 mesece (Kalember in Jelen, 1998).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL

Preglednica 1: Seznam vzorcev vključenih v raziskavo oz. analizo

Ulov in ulova	datum	Vrsta ribe	Število vzorcev	Povprečna temperatura ribe (°C)	Povprečna temperatura morja (°C)
prvi - 05.06.2009		Sardela	18	19,65	21,00
		Sardon	18	22,30	
drugi - 12.06.2009		Sardela	18	22,95	22,20
		Sardon	18	23,00	
tretji - 18.06.2009		Sardela	18	22,46	22,50
		Sardon	18	21,88	

Vzorčili smo sardone in sardele, ulovljene v treh zaporednih ulovih, in sicer spomladi leta 2009 v Tržaškem zalivu. Po ulovu smo ribe potopili v mešanico morske vode in ledu ('šok hlajenje), jih prenesli v zaboje in zasuli z ledom. Zaboje z ribami smo shranili čez noč v hladilni celici pri temperaturi od 0 °C do 4 °C.

Dan po ulovu smo naključno izbrali 18 sardonov in 18 sardel. Šest sardonov in šest sardel smo očistili, odstranili luske in drobovino, jih toplotno obdelali (preglednica 1) in takoj senzorično ocenili. Nadaljnjih šest rib iz vsakega ulova smo pripravili za kemijsko analizo. Določili smo vsebnost vode, skupne mineralne snovi, beljakovin, holesterola ter maščobnokislinsko sestavo vseh lipidov in fosfolipidov. Izmerili pa smo tudi vrednost pH in instrumentalno barvo mišičnine rib. Vzoredno smo preostale sardone in sardele tudi marinirali.

3.2 METODE DELA

Naše delo je temeljilo na primerjavi dveh gospodarsko zelo pomembnih vrst rib, Sardela (*Sardina pilchardus*) in Sardon (*Engraulis encrasicolus*). Poskus smo razdelili v dva dela, in sicer kemijski in senzorični del.

3.2.1 Merjenje barve

Barvo mišic sardonov in sardel smo določili s krometrom Minolta CR 200b (Minolta, Japonska). Pred merjenjem smo kromometer (vir svetlobe (angl. illuminant) C,

osvetljevanje pod kotom 45°) umerili na bel standard ($L^* = 92,8$; $a^* = 0,3136$; $b^* = 0,3196$) ter meritve izvedli v šestih paralelkah. Aparat poda barvo v treh koordinatah, kot so v L^* , a^* in b^* . Vrednost L^* opisuje svetlost barve, pri čemer višje vrednosti pomenijo svetlejšo barvo vzorca in obratno. Vrednost a^* določa intenziteto rdeče barve v pozitivnem območju (rdeča barva je odvisna od prisotnosti barvila mioglobina) in zelene barve v negativnem območju (samo v primeru diskoloracij na površini mesa). Vrednost b^* pa predstavlja intenziteto rumene barve v pozitivnem območju (rumena barva je povezana s stopnjo oksigenacije mesnega barvila) in modre v negativnem.

3.2.2 Merjenje pH

Direktno merjenje vrednosti pH smo izvedli z vbojno kombinirano stekleno gelsko elektrodo tipa 03 (Testo pH elektroda) priključeno na pH meter (Testo 230, Testo, Italija) opremljen s temperaturnim tipalom (Testo, 0613 2211). Natančnost merjenja je bila $\pm 0,01$ enote. pH meter je bil umerjen na pH 4,00 in pH 7,00. Meritev smo izvedli v dveh paralelkah.

3.2.3 Priprava vzorcev mariniranih rib

Določeno količino sardonov in sardel vsakega ulova smo sfiletirali, jih zamrznili pri temperaturi -18°C za najmanj 24 ur. Zamrzovanje je pomemben postopek v tehnologiji mariniranja, pri katerem uničimo pogojno prisotne parazite (npr. anisakis) (ustni vir). Po zamrzovanju smo ribe odtajali in jih dali v marinado (za 5 kg rib smo uporabili 4,16 l vinskega kisa in 0,42 kg morske soli). Mariniranje je trajalo 48 ur. Nato smo ribe v plastičnih banjicah zalili z rastlinskim oljem, vakuumsko zapakirali in shranili pri temperaturi od 0°C do 4°C do senzorične analize.

3.2.4 Toplotna obdelava vzorcev

Z namenom senzoričnega vrednotenja kakovosti smo po šest sardonov in sardel iz vsakega ulova toplotno obdelali v pečici pri 200°C do središčne temperature 80°C . Pred pečenjem smo vzorce očistili, odstranili luske ter glavo in drobovino.

3.2.5 Priprava vzorcev za kemijsko analizo

Sveži vzorci so bili pred pripravo ohlajeni na temperaturo $4^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$. Sardone in sardele smo očistili, odstranili luske ter glavo in drobovino. Homogenizirali smo jih z mešalnikom,

homogenizat dali v polietilenske vakuum vrečke (cca. 20 g-30 g) in vzorce hranili pri temperaturi -18 °C. Vzorce za analizo smo tehtali v zamrznjenem stanju.

3.2.6 Določanje vsebnosti vode

Vsebnost vode smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 950.46 Moisture in Meat (AOAC 950.46, 1997).

3.2.7 Določanje vsebnosti skupnih mineralnih snovi

Vsebnost skupnih mineralnih snovi smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 920.153 Ash of Meat (AOAC 920.153, 1997).

3.2.8 Določanje beljakovin z metodo po Kjeldahlu

Vsebnost beljakovin smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 928.08 Nitrogen in Meat Kjeldahl Method (AOAC 928.08, 1997).

3.2.9 Določanje maščob z metodo po Weibullu in Stoldtu

Vsebnost maščob smo določili po uradnem postopku opisanem v AOAC Official Method 991.36 Fat (Crude) in Meat and Meat Products (AOAC 991.36, 1997).

3.2.10 Določanje vsebnosti holesterola

Za določanje vsebnosti holesterola smo uporabili modificirano metodo po Naeemiju in sod. (1995). Vsebnost holesterola smo kvantitativno določili z visokotlačno tekočinsko kromatografijo (HPLC).

3.2.11 Določanje celokupne maščobno kislinske sestave

Maščobnokislinsko sestavo sardonov in sardel smo določili z metodo modificirano po Parku in Goinsu (1994).

Odtehtali smo 0,2 (0,001 g) vzorca ribe v epruvete s pokrovčki na navoj (Assistent, 976). Sledil je dodatek 200 µl metilen klorida (CH₂Cl₂) (Merck, 1.06044) in 3 ml 0,5 M sveže

pripravljenega natrijevega hidroksida (NaOH; Merck, 1.06498) v metanolu (Merck, 1.06007). Epruvete smo tesno zaprli s teflonskimi pokrovčki in jih dobro premešali. Vzorce smo 15 minut segrevali v termobloku (VLM EC1) pri 90 °C ter jih vmes večkrat premešali. Po segrevanju je sledilo hlajenje v ledeni vodni kopeli. Ohlajeni zmesi smo dodali 3 ml 14 % BF₃ (Sigma, B1252) v metanolu (Merck, 1.06007), dobro premešali in ponovno segrevali v termobloku (VLM EC1) 15 minut pri 90 °C. Sledilo je hlajenje na sobno temperaturo (23 °C). Nato smo dodali 3 ml destilirane vode in 2 ml heksana (Merck 1.04371). Epruvete smo nato močno stresali 1 minuto, da je prišlo do čim boljše ekstrakcije metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK) iz vodne v nepolaro heksansko fazo. Sledilo je centrifugiranje (Eppendorf, centrifuge 5810) 10 min pri 2000 x g. Po centrifugiranju smo previdno odpipetirali zgornjo heksansko fazo v penicilinke in 1 µl vzorca injicirali v plinski kromatograf s plamensko ionizacijskim detektorjem (GC-FID).

3.2.12 Določanje fosfolipidne maščobnokislinske sestave

Interni standard

Kot interni standard smo uporabili nonadekanojsko kislino (Sigma 19:0, N5252). Za to kislino smo se odločili, ker je v naših vzorcih ni oz. je pod mejo detekcije. Z njim smo določili mase posameznih fosfolipidov, to je mg posameznega fosfolipida na 100 g vzorca.

Priprava internega standarda

V 10 ml bučko smo odtehtali 0,1 g ± 0,001 g kromatografsko čistega (99,8 %) internega standarda nonadekanojske kisline (Sigma 19:0 N5252). Kislino smo raztopili v mešanici 4,6 g ± 0,001 g metanola (Merck, 1.06007) in 2 g ± 0,001 g heksana (Merck, 1.04367). Tako smo dobili primerno koncentracijo internega standarda za nadaljnjo uporabo. Vsaki paralelki smo dodali 0,07 g ± 0,001 g internega standarda.

Saponifikacija

Odtehtali smo 2 g vzorca v 50 ml centrifugirke in dodali 20 ml mešanice kloroform (Merck, 1.02445): metanol (Merck, 1.06007) v volumskem razmerju (2:1). Nato smo vzorec raztopili v topilu v ultrazvočni kopeli (Branson 3510) (12 minut). Sledilo je filtriranje skozi filtrirni papir (z modro oznako 391). Vzorec je tako bil pripravljen za ločevanje fosfolipidov z SPE postopkom.

SPE postopek

Kolono Strata SI-1 smo najprej kondicionirali s 3 ml heksana (Merck, 1.04367) (eluat zavržemo), nato smo uvajali 4 ml vzorca in pazili, da počasi potuje skozi kolono, zaradi boljše vezave lipidov na nosilec (eluat zavržemo). Sledila je prva elucija, kjer smo lovili triacilglicerole, tako da smo na kolono najprej uvajali mešanico 3 ml mešanice heksan (Merck, 1.04367): dietileter (Merck, 1.07026) v razmerju 8:2, in nato še mešanico heksan

(Merck, 1.04367): dietileter (Merck, 1.07026) v razmerju 1:1. Po končani prvi eluciji smo kolono osušili v pretoku zraka. Pri naslednji eluciji smo lovili fosfolipide tako, da smo najprej na kolono uvajali 6 ml metanola (Merck, 1.06007), nato pa še 2 ml mešanice kloroform (Merck, 1.02445): metanol (Merck, 1.06007): destilirana voda v razmerju 3:5:2 in eluat lovili v epruveto. V naslednji fazi smo z vzorci postopali enako kot pri maščobnokislinskem določanju (ekstrakciji MEMK).

Ekstrakcija

V epruveto s fosfolipidi smo najprej dodali 0,07 g \pm 0,001 g internega standarda, 200 μ l metilen klorida in 3 ml 0,5 M sveže pripravljene natrijevega hidroksida (Merck, 1.06498) v metanolu (Merck, 1.06007). Epruvete smo zaprli in jih dobro premešali. Vzorce smo nato 15 minut segrevali v termobloku (VLM EC1) pri 90 °C ter jih vmes večkrat premešali. Po segrevanju je sledilo hlajenje v ledeni vodni kopeli. Ohlajenim vzorcem smo nato dodali 3 ml 14 % BF₃ (Sigma, B1252) v metanolu (Merck, 1.06007), dobro premešali in ponovno segrevali v termobloku (VLM EC1), 10 min pri 90 °C. Nato je sledilo hlajenje vzorcev na sobno temperaturo (23 °C) ter dodatek 3 ml destilirane vode in 2 ml heksana (Merck, 1.04367). Epruvete smo 1 minuto močno stresali, da je prišlo do čim boljše ekstrakcije metilnih estrov iz vodne v nepolaro heksansko fazo. Sledilo je centrifugiranje (Eppendorf, centrifuge 5810) 10 minut pri 2000 x g. Po centrifugiranju smo prenesli zgornjo heksansko fazo (s stekleno kapalko; Brand 747715) v steklene viala in 1 μ l vzorca injicirali v plinski kromatograf s plamensko ionizacijskim detektorjem (GC-FID).

Plinska kromatografija

Vsebnost in delež posameznih maščobnih kislin (MK) smo določili s plinsko kromatografijo na plinskem kromatografu Agilent Technologies 6890, s plamensko ionizacijskim detektorjem (FID). Uporabili smo kapilarno kolono SPTM-2380 (Supelco, 24111) (60 m \times 0,25 mm \times 0,2 μ m).

Ločevanje in detekcija maščobnih kislin sta potekali po naslednjem temperaturnem programu: 150 °C (4 min), 4 °C/min do 180 °C (5 min), 3 °C/min 240 °C (2 min). Ostali pogoji so bili:

- temperatura injektorja: 250 °C,
- temperatura detektorja FID: 280 °C,
- injektor: split:splitless: 1:30, volumen 1,0 μ l,
- nosilni plin: He 2,3 ml/min,
- maskirni plin: N₂ 45 ml/min,
- plin detektorja H₂ 40 ml/min,
- sintetični zrak (21 O₂) 450 ml/min.

Za določitev in ovrednotenje rezultatov smo uporabili naslednje standarde metilnih estrov maščobnih kislin (MEMK): standardno mešanico NuCheck 85 Prep. Inc, standardno

mešanico NuCheck 68 D Prep. Inc in standardno mešanico FAME Mix C4-C24 (Supelco, 18919-1AMP).

Določanje faktorja odzivnosti (Rf) plamensko ionizacijskega detektorja (FID)

Faktor odzivnosti detektorja (Rf) je potrebno določiti za natančno kvantitativno ovrednotenje kromatogramov. Določimo ga s standardno mešanico (Nu Check 85 Prep. Inc), kjer so znani utežni % posameznih MK.

$$Rf = \frac{ut.\%_{posam.MEMK} \times \sum_{i=1}^n A_i}{A_i \times 100 \text{ ut.\%}} \quad \dots(1),$$

A_i = površina posameznega MEMK-standarda

ut. % posameznih MEMK v Nu Check 85 Prep. Inc znaša 3,03, razen za metilne estre heksadekanojske (palmitinske) MK, kjer znaša 6,06.

Določanje konverzijskega faktorja (FA_i) za posamezno MK

Faktor za pretvorbo MEMK v MK (FA_i) smo določili po naslednji formuli

$$FA_i = \frac{MrMK_i}{MrMEMK_i} = \frac{MrMK_i}{MrMK_i + 14} \quad \dots(2),$$

$MrMK_i$ = molska masa posamezne maščobne kisline

$MrMEMK_i$ = molska masa posameznega metilnega estra maščobnih kislin, ki se od $MrMK_i$ razlikuje za Mr (CH₂) skupine = 14

Izračun utežnih deležev maščobnih kislin (ut. %)

Utežni delež MK v vzorcu smo izračunali iz relativne površine vrha posamezne MK na kromatogramu (A_i), z upoštevanjem faktorja odzivnosti detektorja (Rf_i) ter konverzijskega faktorja (FA_i) pretvorbe MEMK v MK.

$$ut.\% \text{ MK} = \frac{(Rf_i \times FA_i \times A_i)}{\sum_{i=1}^n (Rf_i \times FA_i \times A_i)} \times 100 \quad \dots(3),$$

A_i = površina posamezne maščobne kisline

Rf_i = faktor odzivnosti detektorja za posamezno maščobno kislino

FA_i = konverzijski faktor za posamezno maščobno kislino

3.2.13 Senzorična analiza

Senzorično analizo je opravila petčlanska komisija Katedre za tehnologijo mesa Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Senzorično analizo smo izvedli s točkovanjem lastnosti iz skupine analitičnih deskriptivnih testov z nestrukturirano točkovno lestvico. Ocenjevalne lastnosti smo določili s predposkusom.

Ovrednotili smo naslednje senzorične lastnosti sardonov in sardel pečenih v vročem zraku v pečici pri 200 °C do središčne temperature 80 °C:

Barva mišičnine-hrbet (1-7)

Lastnost smo vizualno ocenili na hrbtnem delu ribe, potem ko smo jo odprli z nožem (razpremo levi in desni del telesa).

1 točka: temna, rjava barva mesa (rdečkasta ob kosti)

7 točk: smetanasto bela barva mesa

Barva mišičnine-trebuh (1-7)

Lastnost smo ocenili vizualno na trebuhu ribe, potem ko smo jo odprli z nožem (razpremo levi in desni del telesa).

1 točka: temna, rjava barva mesa

7 točk: smetanasto bela barva mesa

Tekstura (1-4-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini, med drobljenjem in okušanjem mesa sardonov in sardel.

1 točka: čvrsto meso

4 točke: optimalna tekstura

7 točk: močna drobljivost

Sočnost (1-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini med grizenjem. Zaznavali smo večjo ali manjšo količino izločenega soka. Meso odpušča manj ali več vode in maščob, pomembna je tudi stopnja odpuščanja.

1 točka: premajhna sočnost, zelo suho meso

7 točk: primerna, optimalna sočnost mesa

Mastnost (1-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini med žvečenjem mesa. Ocenjevali smo občutek mastnosti v ustih.

1 točka: pusto, nemastno meso

7 točk: zelo mastno meso

Občutek v ustih (1-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini, med okušanjem mesa.

1 točka: nežen občutek v ustih

7 točk: grob, vlaknat, mokast občutek v ustih

Vonj (1-7)

Lastnost smo ocenili z vohanjem ribjega mesa.

1 točka: zelo slabo izražen vonj, nesprejemljiv vonj

7 točk: odlično izražen vonj, značilen za ribje meso

Aroma (1-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa in retronazalnim vohanjem.

1 točka: nesprejemljiva, neznačilna aroma

7 točk: meso z značilno, izrazito, polno ribjo aromo

Grenkost (1-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa, osredotočili smo se na grenkost.

1 točka: grenkosti ni zaznati

7 točk: močno greni

Skupni vtis (1-7)

To senzorično lastnost smo ocenili na koncu senzorične analize, in sicer kot splošno sprejemljivost ribjega mesa na osnovi celovitega predhodnega senzoričnega ovrednotenja.

1 točka: zelo slaba kakovost in popolnoma nesprejemljivo ribje meso

7 točk: odlična kakovost ribjega mesa

Marinirane sardone in sardele smo do analize hranili v hladilniku in jih po enournem temperiranju na sobni temperaturi ocenjevalcem ponudili na belih krožničkih. Ovrednotili smo naslednje senzorične lastnosti mariniranih sardonov in sardel.

Izgled (1-7)

Lastnost smo ocenili vizualno na mariniranih ribjih filetih.

1 točka: deformirana oblika, poškodbe ribjega mesa

7 točk: nepoškodovan ribji file, naravne oblike

Barva mišičnine (1-7)

Lastnost smo ocenili vizualno na mariniranih ribjih filetih.

1 točka: temna, siva barva mesa

7 točk: rjavo-rdeča barva mesa

Vonj (1-7)

Lastnost smo ocenili z vohanjem ribjega mesa.

- 1 točka: zelo slabo izražen vonj, nesprejemljiv vonj
7 točk: odlično izražen vonj, značilen za marinirano ribje meso

Togost (1-7)

Lastnost smo ocenjevali s silo z vilicami.

- 1 točka: mehka struktura ribjega mesa
7 točk: čvrsta struktura ribjega mesa

Tekstura (1-4-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini, med drobljenjem in okušanjem mesa mariniranih filejev sardonov in sardel.

- 1 točka: močna drobljivost
4 točke: optimalna tekstura
7 točk: čvrsto meso, majhna drobljivost

Sočnost (1-7)

Lastnost smo ocenili v ustni votlini med grizenjem. Zaznavali smo večjo ali manjšo količino izločenega soka. Meso odpušča manj ali več vode in maščob, pomembna je tudi stopnja odpuščanja.

- 1 točka: premajhna sočnost, zelo suho meso
7 točk: preveliko izločanje tekočine

Žarkost (1-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa, osredotočili smo se na žarkost.

- 1 točka: meso ni žarko, brez neprijetne arome ribjega mesa
7 točk: meso je žarko, zazna se neprijetna aroma mesa

Kislost (1-4-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa, osredotočili smo se na kislost.

- 1 točka: kislosti ni zaznati
4 točk: primerna, optimalna kislost mesa
7 točk: intenzivna kislost

Slanost (1-4-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa, osredotočili smo se na slanost.

- 1 točka: premalo slani
4 točke: primerno slani
7 točk: močno slani

Grenkost (1-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa, osredotočili smo se na grenkost.

1 točka: grenkosti ni zaznati

7 točk: močno greni

Aroma (1-7)

Lastnost smo ocenili z okušanjem mesa in retronazalnim vohanjem.

1 točka: nesprejemljiva, neznačilna aroma

7 točk: meso z značilno, izrazito aromo mariniranega ribjega mesa

3.2.14 Statistična obdelava podatkov

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom Microsoft Excel XP. Tako urejene podatke smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software Version 8.01, 1999) po postopku GLM (General Linear Models).

Statistični model (1) kemijskih in instrumentalnih parametrov mesa rib je vključeval vpliv vrste ribe (sardoni in sardele) in ulova (dva ulova), pri senzoričnih parametrih model (2) pa še vpliv preskuševalca (1-5 preskuševalci):

Model (1)

$$Y_{ijk} = \mu + V_i + U_j + e_{ijk}$$

kjer je: y_{ijk} = ijk -to opazovanje; μ = povprečna vrednost; V_i = vpliv vrste ribe (sardon, sardela); U_j = vpliv ulova (1-3); e_{ij} = ostanek.

Model (2)

$$Y_{ijkl} = \mu + V_i + U_j + P_k + e_{ijkl}$$

kjer je: y_{ijkl} = $ijkl$ -to opazovanje; μ = povprečna vrednost; V_i = vpliv vrste ribe (sardon, sardela); U_j = vpliv ulova (1-3); P_k = vpliv preskuševalca (1-4); e_{ij} = ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine smo izračunali z uporabo Duncanove procedure in jih primerjali pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 OSNOVNA KEMIJSKA SESTAVA

4.1.1 Osnovna kemijska sestava mesa sardonov in sardel

V preglednici 2 so prikazani rezultati kemijske analize osnovne sestave mesa sardonov in sardel z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Vzorci so vsebovali v povprečju 74,5 % vode, 19,4 % beljakovin, 5,5 % maščob in 1,33 % skupnih mineralnih snovi. Iz rezultatov (preglednica 2) je razvidno, da smo izbrali dokaj heterogen vzorec, saj so bili koeficienti variabilnosti med 6 % in 15 %. Najbolj variabilna lastnost je vsebnost maščob (KV = 70 %), predvsem zato, ker so kot povprečje zbrani rezultati dveh ribjih vrst, sardonov z majhno in sardel z relativno veliko vsebnostjo maščob. Zanimariti pa ne smemo niti vpliv ulova ($p = 0,052$, rezultati niso prikazani) in velike variabilnosti med posameznimi vzorci. Najmanj variabilen parameter v mesu obeh vrst rib je bila vsebnost vode (KV = 5,9 %).

Preglednica 2: Rezultati osnovne kemijske analize mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter (g/100 g)	N	Vrednost			So	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
Voda	24	74,51	68,00	79,80	4,5	5,9
Beljakovine	24	19,39	16,06	22,92	1,9	9,5
Maščoba	24	5,45	0,30	11,37	3,8	69,9
skupne mineralne snovi	24	1,33	1,11	1,93	0,2	15,1

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 3: Vpliv vrste na osnovno kemijsko sestavo mesa rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter (g/100 g)	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
Voda	78,79 ± 0,55 ^a	70,23 ± 1,13 ^b	***
Beljakovine	20,35 ± 1,00 ^a	18,43 ± 2,05 ^b	**
Maščoba	1,92 ± 0,98 ^b	8,98 ± 1,49 ^a	***
skupne mineralne snovi	1,29 ± 0,13	1,37 ± 0,25	nz

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

V preglednici 3 je podrobneje razčlenjen vpliv vrste ribe na osnovno kemijsko sestavo mesa. Meso sardonov v povprečju vsebuje 78,9 % vode, 20,4 % beljakovin, 1,9 % maščob in 1,29 % skupnih mineralnih snovi, medtem ko meso sardel vsebuje 70,2 % vode, 18,4 % beljakovin, 9,0 % maščob in 1,37 % skupnih mineralnih snovi. Na splošno lahko povzamemo, da vsebuje meso sardonov v primerjavi z mesom sardel značilno več vode in beljakovin ter bistveno manj maščob; v vsebnosti skupnih mineralnih snovi se vrsti ne razlikujeta.

4.2 FIZIKALNO-KEMIJSKI IN INSTRUMENTALNI PARAMETRI

4.2.1 Instrumentalno izmerjena barva in pH

V preglednici 4 so prikazani rezultati instrumentalne analize barve in merjenja vrednosti pH v mesu dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. V povprečju lahko opišemo barvo ribjega mesa z instrumentalno izmerjeno vrednostjo L^* 39,2, vrednostjo a^* 3,0 in vrednostjo b^* 2,2. Vse tri vrednosti so razmeroma variabilne, koeficienti variabilnosti so med 12 % in 66 %. Zopet lahko variabilnost v vrednostih L^* in b^* pripišemo razlikam med vrstama (preglednica 4) kot tudi razlikam med obema ulovoma ($p = 0,0003$ oz. $p = 0,0024$, rezultati niso prikazani), pa tudi razlikam v barvi med repom in trupom. Meritve smo namreč na eni ribi opravili dvakrat, na mesu na hrbtu in na repu.

Iz preglednice 4 je razvidna tudi povprečna vrednost pH v celotnem poskusu, minimalne in maksimalne vrednosti. Lahko rečemo, da ima meso rib v primerjavi z mesom klavnih živali nekoliko višjo vrednost pH, med 5,9 in 6,33, variabilnost vrednosti pa je relativno majhna, 1,4 %.

Preglednica 4: Rezultati instrumentalne analize barve in merjenja vrednosti pH v mesu dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter (g/100 g)	N	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
L^*	72	39,2	30,5	50,1	4,7	12,1
a^*	72	3,0	0,2	7,5	2,0	66,0
b^*	72	2,2	0,4	5,6	1,1	50,4
pH	36	6,11	5,90	6,33	0,09	1,43

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Iz preglednice 5 lahko povzamemo, da sta le barvni vrednosti L^* in a^* vrstno pogojeni, medtem ko se barva mesa sardonov in sardel v rumenem odtenku (vrednost b^*) ne loči. Barva mesa sardel je v primerjavi z mesom sardonov značilno temnejša in bolj rdeča. Tudi vrednost pH je odvisna od vrste ribe; vrednost pH v mesu sardonov je značilno višja za 0,06 pH enote od mesa sardel.

Preglednica 5: Vpliv vrste na instrumentalno merjeno barvo mesa in vrednost pH mesa rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Vrednost	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
L^*	$36,2 \pm 3,9^b$	$42,2 \pm 3,5^a$	***
a^*	$1,7 \pm 1,3^b$	$4,3 \pm 1,8^a$	***
b^*	$2,1 \pm 1,3^b$	$2,4 \pm 0,8^a$	nz
Ph	$6,14 \pm 0,08^a$	$6,08 \pm 0,09^b$	**

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

4.2.2 Maščobnokislinska sestava mesa sardonov in sardel

V preglednici 6 so prikazani rezultati maščobnokislinske analize ribje maščobe dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. V povprečju lahko trdimo, da največji delež skupnih maščobnih kislin pripada večkrat nenasičenim maščobnim kislinam (VNMK; 46 ut. %), sledijo nasičene maščobne kisline (NMK; 36 ut. %), najmanjša vrednost pa je značilna za enkrat nenasičene maščobne kisline (ENMK; 18 ut. %). Glavna NMK je tako C16:0 (20,76 ut. %), z bistveno manjšimi deleži pa ji sledijo C14:0 (5,53 ut. %), C18:0 (4,75 ut. %), C21:0 (2,33 ut. %) in C17:0 (1,30 ut. %), ostale (C10:0, C12:0, C15:0, C20:0, C22:0, C24:0) pa so prisotne v količinah pod 1 ut. %. Med ENMK izstopa oleinska kislina (C18:1c-9) z 9,52 ut. %. Delež C16:1c-9 (3,85 ut. %) je znatno manjši, sledijo pa še C18:1c-11 (1,50 ut. %) in C20:1c-5+c-8+c11 (1,28 ut. %), ostale ENMK (C12:1c-7, C14:1t-9, C14:1c-9, C15:1c-5, C16:1t-9, C17:1t-10, C17:1c-10, C18:1c-9, C22:1c-13 in C24:1c-9) so prisotne v količinah pod 1 ut. %. Med VNMK izstopa C22:6c-4,7,10,13,16,19 z 28,66 ut. %, pomembne pa so tudi C20:5c-5,8,11,14,17 (8,88 ut. %), C18:2c-9,12 (1,55 ut. %), C20:4c-5,8,11,14 (1,42 ut. %), C18:3c-6,9,12 (1,33 ut. %) in C22:5c-7,10,13,16,19 (1,08 ut. %), C18:3c-9,12,15, C20:2c-11,14 in C22:4c-7,10,13,16 pa predstavljajo pod 1 ut. %.

Za ribjo maščobo v našem poskusu je značilen velik koeficient variabilnosti (do 124 %), kar kaže na veliko heterogenost med posameznimi določitvami v tem tkivu.

Preglednica 6: Rezultati maščobnokislinske analize ribje maščobe dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Maščobna kislina (ut. % od skupnih)	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
C8:0	24	0,09	0,00	0,35	0,1	100
C10:0	24	0	0	0	0	-
C12:0 lavrinska kislina	24	0,02	0	0,05	0,0	103
C12:1 <i>c</i> -7	24	0,02	0	0,04	0,0	111
C14:0 miristinska kislina	24	5,53	2,52	6,55	1,1	21
C14:1 <i>t</i> -9	24	0,15	0	0,27	0,1	74
C14:1 <i>c</i> -9	24	0,05	0	0,13	0,1	105
C15:0	24	0,63	0	0,85	0,2	29
C15:1 <i>c</i> -5	24	0,03	0	0,08	0,0	112
C16:0 palmitinska kislina	24	20,76	19,38	22,52	0,8	4
C16:1 <i>t</i> -9	24	0,39	0	0,66	0,2	65
C16:1 <i>c</i> -9	24	3,85	1,27	5,29	1,3	34
C17:0	24	1,30	0,87	1,44	0,1	10
C17:1 <i>t</i> -10	24	0,04	0	0,15	0,1	123
C17:1 <i>c</i> -10	24	0,38	0	0,65	0,3	73
C18:0 stearinska kislina	24	4,75	4,24	5,21	0,3	5
C18:1 <i>c</i> -11	24	1,50	0,05	3,43	1,5	100
C18:1 <i>c</i> -9 oleinska kislina	24	9,52	4,00	15,64	5,4	57
C18:2 <i>c</i> -9,12 linolna kislina	24	1,55	0,94	1,81	0,2	14
C18:3 <i>c</i> -6,9,12	24	0,06	0	0,14	0,1	103
C20:0	24	0,58	0	0,95	0,2	40
C18:3 <i>c</i> -9,12,15 α -linolenska kislina	24	1,33	0,44	1,68	0,4	28
C20:1 <i>c</i> -5+ <i>c</i> -8+ <i>c</i> -11	24	1,28	0	2,13	0,7	57
C21:0	24	2,33	0,67	3,16	0,8	33
C20:2 <i>c</i> -11,14	24	0,41	0	0,52	0,1	27
C22:0	24	0,13	0	0,24	0,1	75
C20:4 <i>c</i> -5,8,11,14 arahidonska kislina	24	1,42	0,70	2,07	0,5	33
C22:1 <i>c</i> -13	24	0,49	0	0,98	0,3	63
C20:5 <i>c</i> -5,8,11,14,17 EPA	24	8,88	7,48	10,36	0,8	9
C24:0	24	0,04	0	0,08	0,0	87
C24:1 <i>c</i> -9	24	0,41	0	0,74	0,3	74
C22:4 <i>c</i> -7,10,13,16	24	0,41	0	0,57	0,1	29
C22:5 <i>c</i> -7,10,13,16,19 DPA	24	1,08	0,98	1,19	0,1	5
C22:6 <i>c</i> -4,7,10,13,16,19 DHA	24	28,66	19,65	47,58	9,7	34

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 7: Vpliv vrste na maščobnokislinski profil ribje maščobe (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Maščobna kislina (ut. % od skupnih)	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
C8:0	0,16 ± 0,1 ^a	0,02 ± 0,0 ^b	***
C12:0	0,00 ± 0,0 ^b	0,05 ± 0,0 ^a	***
C12:1c-7	0,00 ± 0,0 ^b	0,03 ± 0,0 ^a	***
C14:0	4,92 ± 1,4 ^b	6,15 ± 0,1 ^a	***
C14:1t-9	0,09 ± 0,1 ^b	0,20 ± 0,0 ^a	***
C14:1c-9	0,00 ± 0,0 ^b	0,10 ± 0,0 ^a	***
C15:0	0,60 ± 0,3	0,65 ± 0,0	nz
C15:1c-5	0,00 ± 0,0 ^b	0,06 ± 0,0 ^a	***
C16:0	20,51 ± 1,0	21,02 ± 0,3	nz
C16:1t-9	0,18 ± 0,2 ^b	0,59 ± 0,0 ^a	***
C16:1c-9	3,17 ± 1,2 ^b	4,54 ± 1,0 ^a	**
C17:0	1,28 ± 0,2	1,31 ± 0,1	nz
C17:1t-10	0,00 ± 0,0 ^b	0,08 ± 0,0 ^a	***
C17:1c-10	0,18 ± 0,3 ^b	0,59 ± 0,0 ^a	***
C18:0	4,78 ± 0,3	4,73 ± 0,2	nz
C18:1c-11	2,95 ± 0,3 ^a	0,05 ± 0,0 ^b	***
C18:1c-9	4,26 ± 0,2 ^b	14,78 ± 0,7 ^a	***
C18:2c-9,12	1,51 ± 0,3	1,60 ± 0,1	nz
C18:3c-6,9,12	0,00 ± 0,0 ^b	0,13 ± 0,0 ^a	***
C20:0	0,46 ± 0,2 ^b	0,70 ± 0,2 ^a	***
C18:3c-9,12,15	1,13 ± 0,5 ^b	1,53 ± 0,0 ^a	**
C20:1c-5+c-8+c-11	0,62 ± 0,4 ^b	1,94 ± 0,1 ^a	***
C21:0	1,68 ± 0,5 ^b	2,99 ± 0,1 ^a	***
C20:2c-11,14	0,35 ± 0,1 ^b	0,46 ± 0,1 ^a	**
C22:0	0,05 ± 0,1 ^b	0,20 ± 0,0 ^a	***
C20:4c-5,8,11,14	1,80 ± 0,2 ^b	1,04 ± 0,3 ^a	***
C22:1c-13	0,28 ± 0,2 ^b	0,69 ± 0,3 ^a	***
C20:5c-5,8,11,14,17	9,06 ± 1,0	8,71 ± 0,3	nz
C24:0	0,01 ± 0,0 ^b	0,07 ± 0,0 ^a	***
C24:1c-9	0,17 ± 0,3 ^b	0,64 ± 0,1 ^a	***
C22:4c-7,10,13,16	0,36 ± 0,2 ^b	0,46 ± 0,0 ^a	*
C22:5c-7,10,13,16,19	1,04 ± 0,0 ^b	1,11 ± 0,0 ^a	***
C22:6c-4,7,10,13,16,19	37,20 ± 6,2 ^a	20,11 ± 0,5 ^b	***

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

Preglednica 7 prikazuje vpliv vrste na maščobnokislinski profil ribje maščobe. Maščobnokislinski profil maščobe sardonov in sardel se statistično značilno razlikuje v praktično vseh maščobnih kislinah, z nekaj izjemami, kot so C15:0, C16:0, C17:0, C18:0, C18:2c-9,12 in C20:5c-5,8,11,14,17.

Preglednica 8: Vpliv vrste na izračunane indekse ribje maščobe (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Maščobna kislina (ut. % od skupnih)	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
NMK	34,44 ± 1,3 ^b	37,88 ± 0,5 ^a	***
ENMK	11,88 ± 2,9 ^b	24,25 ± 1,2 ^a	***
VNMK	53,68 ± 4,0 ^a	37,86 ± 1,0 ^b	***
<i>n</i> -6	3,67 ± 0,6 ^a	3,24 ± 0,3 ^b	*
<i>n</i> -3	48,43 ± 4,8 ^a	31,45 ± 0,8 ^b	***
P/S	1,56 ± 0,2 ^a	1,00 ± 0,0 ^b	***
<i>n</i> -6/ <i>n</i> -3	0,08 ± 0,0 ^b	0,10 ± 0,0 ^a	***

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; *nz* – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$)

Vrsta ribe statistično zelo visoko značilno vpliva na vsebnost NMK, ENMK in VNMK (preglednica 8). Lahko trdimo, da največji delež skupnih maščobnih kislin v maščobi sardonov pripada VNMK (53,68 ut. %), sledijo NMK (34,44 ut. %) in ENMK (11,88 ut. %). Za razliko od sardonov maščoba sardel vsebuje nekoliko večji delež NMK (37,88 ut. %) in ENMK (24,25 ut. %) ter občutno manj VNMK (37,86 ut. %). Povzamemo lahko, da maščoba sardonov v primerjavi s sardelami vsebuje značilno več VNMK in manj NMK in ENMK. Posledično ima tudi večjo vsebnost *n*-6 in *n*-3 ter višji indeks P/S in manjši indeks *n*-6/*n*-3.

4.2.3 Fosfolipidna sestava

V preglednici 9 so prikazani rezultati fosfolipidnega profila lipidov dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri. Glavni delež skupnih maščobnih kislin predstavljajo VNMK: C22:6c-4,7,10,13,16,19 (32,06 ut. %) in C20:5c-5,8,11,14,17 (7,25 ut. %), sledijo jim NMK: C16:0 (24,65 ut. %), C18: 0 (9,01 ut. %) in C14:0 (2,66 ut. %). Med ENMK pa sta najbolj zastopani C18:1c-11 (10,72 ut. %) in C18:1c-9 (9,73 ut. %) ter z bistveno manjšimi deleži še C22:1c-13 (0,64 ut. %) in C16:1c-9 (0,14 ut. %). Ostale maščobne kisline so pod mejo detekcije.

S statističnim modelom smo določili vpliv vrste na fosfolipidni profil maščobe sardonov in sardel (preglednica 10) in ugotovili razlike le v nekaterih maščobnih kislinah, kot so C20:5*c*-5,8,11,14,17, C22:6*c*-4,7,10,13,16,19, C22:1*c*-13, C18:0 in C16:0. Na ostale maščobne kisline vrsta ribe ne vpliva značilno. Poleg tega je iz preglednice razvidno tudi, da je pri obeh vrstah vsebnost *n*-6 maščobnih kislin enaka 0 oz. pod mejo detekcije.

Tako sardoni kot sardele vsebujejo največji delež VNMK, in sicer okoli 43 ut.% vseh MK. Največ VNMK vsebujejo sardoni (43,83 ut. %), manj sardele (41,06 ut. %). Vse VNMK predstavljajo *n*-3 MK.

Na drugem mestu po zastopanosti so NMK (okoli 36 ut. %). Razlike med vrstami so značilne pri palmitinski kislini (C16:0) in oktadekanojski kislini (C18:0).

Na zadnjem mestu po zastopanosti so ENMK z deležem med 20 in 23 ut. % vseh MK. Statistično značilen vpliv vrste je viden samo pri ENMK C22:1*c*-13.

Preglednica 9: Rezultati analize fosfolipidnega profila lipidov dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Maščobna kislina (ut. % od skupnih)	n	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
C8:0	24	0	0	0	0	
C10:0	24	0	0	0	0	
C12:0	24	0	0	0	0	
C12:1 <i>c</i> -7	24	0	0	0	0	
C14:0	24	2,66	0,00	5,27	1,6	61
C14:1 <i>t</i> -9	24	0	0	0	0	
C14:1 <i>c</i> -9	24	0	0	0	0	
C15:0	24	0	0	0	0	
C15:1 <i>c</i> -5	24	0	0	0	0	
C16:0	24	24,65	19,46	32,23	3,3	13
C16:1 <i>t</i> -9	24	0	0	0	0	
C16:1 <i>c</i> -9	24	0,14	0,00	1,81	0,5	341
C17:0	24	0	0	0	0	
C17:1 <i>t</i> -10	24	0	0	0	0	
C17:1 <i>c</i> -10	24	0	0	0	0	
C18:0	24	9,01	4,27	17,24	2,9	32
C18:1 <i>c</i> -11	24	10,72	0,00	31,65	7,5	70
C18:1 <i>c</i> -9	24	9,73	0,00	33,72	9,3	96
C18:2 <i>c</i> -9,12	24	0	0	0	0	
C18:3 <i>c</i> -6,9,12	24	0	0	0	0	
C20:0	24	0	0	0	0	
C18:3 <i>c</i> -9,12,15	24	0	0	0	0	
C20:1 <i>c</i> -5+ <i>c</i> -8+ <i>c</i> -11	24	0	0	0	0	
C21:0	24	0	0	0	0	
C20:2 <i>c</i> -11,14	24	0	0	0	0	
C22:0	24	0	0	0	0	
C20:4 <i>c</i> -5,8,11,14	24	0	0	0	0	
C22:1 <i>c</i> -13	24	0,64	0,00	6,93	1,8	281
C20:5 <i>c</i> -5,8,11,14,17	24	7,25	2,65	11,47	1,8	25
C24:0	24	0	0	0	0	
C24:1 <i>c</i> -9	24	0	0	0	0	
C22:4 <i>c</i> -7,10,13,16	24	0	0	0	0	
C22:5 <i>c</i> -7,10,13,16,19	24	0	0	0	0	
C22:6 <i>c</i> -4,7,10,13,16,19	24	32,06	16,68	40,00	5,6	18

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 10: Vpliv vrste na fosfolipidni profil lipidov dveh vrst rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Maščobna kislina (ut. % od skupnih)	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
C14:0	2,87 ± 1,9 ^a	2,45 ± 1,3 ^b	nz
C16:0	26,31 ± 3,4 ^a	23,00 ± 2,3 ^b	*
C16:1c-9	0,00 ± 0,0	0,27 ± 0,6	nz
C18:0	10,22 ± 3,2 ^a	7,80 ± 1,9 ^b	*
C18:1c-11	12,80 ± 9,5	8,65 ± 4,3	nz
C18:1c-9	7,64 ± 11,8	11,82 ± 5,7	nz
C22:1c-13	1,28 ± 2,4 ^a	0,00 ± 0,0 ^b	*
C20:5c-5,8,11,14,17	6,29 ± 1,6 ^b	8,21 ± 1,5 ^a	**
C22:6c-4,7,10,13,16,19	28,66 ± 5,7 ^b	35,46 ± 2,9 ^a	*
NMK	36,50 ± 5,1	36,15 ± 5,9	nz
ENMK	19,68 ± 6,1	22,79 ± 5,3	nz
VNMK	43,83 ± 4,9	41,06 ± 7,9	nz
<i>n</i> -6	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>n</i> -3	43,83 ± 4,9	41,06 ± 7,9	nz
P/S	1,23 ± 0,3	1,19 ± 0,4	nz

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$); nasičene maščobne kisline – NMK: C14:0, C16:0, C18:0; enkrat nenasičene maščobne kisline – ENMK: C16:1c-9, C18:1c-9, C18:1c-11, C22:1c-13; večkrat nenasičene maščobne kisline – VNMK: C20:5c-5,8,11,14,17, C22:6c-4,7,10,13,16,19; P/S – VNMK/NMK; *n*-3: C20:5c-5,8,11,14,17, C22:6c-4,7,10,13,16,19.

4.2.4 Vsebnost holesterola

Kot je razvidno iz preglednice 11 je vsebnost holesterola majhna in se giblje okoli 65 mg na 100 g ribe.

Preglednica 11: Rezultati analize holesterola v mesu dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Parameter	N	Vrednost			So	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
holesterol (mg/100 g)	23	64,96	58,82	75,02	4,6	7

n – število meritev, *so* – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Iz preglednice 12 je vidno, da vrsta ribe na vsebnost holesterola ne vpliva značilno.

Preglednica 12: Vpliv vrste na vsebnost holesterola v mesu rib (model 1, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Parameter	Vrsta		Značilnost
	Sardoni	sardele	
holesterol (mg/100 g)	64,67 ± 4,0	65,28 ± 5,4	nz

Značilnost: nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv.

4.3 SENZORIČNE LASTNOSTI

Senzorično ocenjevanje smo opravili s senzorično analizo sardonov in sardel, v treh ponovitvah (trije ulovi), pripravljenih na dva različna načina: pečene v vročem zraku pri 200 °C do središčne temperature 80 °C in marinirane. Strokovno usposobljeni panel je ocenjeval devet senzoričnih lastnosti.

4.3.1 Pečeni sardoni in sardele

V preglednici 13 so prikazani podatki o povprečnih ocenah vseh opazovanih lastnosti pečenega mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele). Ugotavljamo, da sta bili grenkost in mastnost najbolj variabilni senzorični lastnosti, s koeficientom variabilnosti 44 % oz. 43 %. Nekoliko manj variabilne so bile nekatere druge senzorične lastnosti: tekstura (KV = 13 %), sočnost (KV = 9,7 %) in barva hrbtna (KV = 8,3 %). Vse ostale lastnosti pa so imele koeficient variabilnosti manjši od 8 %.

Preglednica 13: Rezultati senzorične kakovosti pečenega mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost (točke)	N	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
barva hrbta (1-4-7)	108	4,3	4	5	0,4	8,3
barva trebuha (1-4-7)	108	4,9	4	6	0,4	7,4
tekstura (1-4-7)	108	3,5	2,5	4	0,4	13
sočnost (1-7)	108	5,4	4	6	0,5	9,7
mastnost (1-7)	108	1,6	1	5,5	0,7	43
občutek v ustih (1-7)	108	5,3	5	6	0,3	6,4
vonj (1-7)	108	5,9	5	6,5	0,4	6,0
aroma (1-7)	108	5,6	4,5	6	0,4	6,7
grenkost (1-7)	108	1,5	1	4	0,6	44

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Barva trebuha je bila ocenjena z boljšo oceno kot barva hrbta, kar pa ni značilno, saj na barvo trebuha nekoliko vpliva sestava notranjosti trebušne votline. Povprečna ocena za barvo hrbta je bila med 4 in 5, povprečno $4,3 \pm 0,4$ točke, za barvo trebuha pa je bila povprečna ocena $4,9 \pm 0,4$ točke.

Povprečna ocena teksture je bila med 4 in 6, točneje 3,5 točke. Sočnost je bila ena med boljše ocenjenimi lastnostmi in je imela povprečno oceno 5,4 točke. Druga najbolj variabilna lastnost je bila mastnost (43 %), ocene so bile med 1 in 5,5 točke, v povprečju 1,6 točke. Občutek v ustih je bil ocenjen s povprečno oceno 5,3 točke.

Najboljše ocenjena lastnost z najmanjšim koeficientom variabilnosti je bil vonj s povprečno oceno 5,9 točke. Njegove ocene so se gibale med 5 in 6,5 točke. Aroma je bila tudi med boljše ocenjenimi lastnostmi, povprečna ocena je bila 5,6 točke. Lastnost z najmanjšo oceno (1,5 točke) in najvišjim koeficientom variabilnosti pa je bila grenkost, ocene so bile med 1 in 4.

Senzorična kakovost pečenih rib je v veliki meri pogojena z izgubo mase med pečenjem, zato so dodatki za merjenje omenjenega parametra prikazani v preglednici 14.

Preglednica 14: Izguba mase med pečenjem v pečici pri 200 °C do $T_s = 80$ °C

Parameter (%)	Vrsta		Značilnost
	sardoni	sardele	
izguba mase	26,6 ± 5,6 ^a	18,2 ± 4,0 ^b	***

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

Na izgubo mase med pečenjem (preglednica 14) vrsta ribe vpliva statistično zelo visoko značilno. Kot je razvidno iz zgornje preglednice, je izguba mase med pečenjem bistveno večja pri sardonih kot pri sardelah.

Iz preglednice 15 pa je vidno, da vrsta ribe statistično značilno ($p \leq 0,05$) vpliva na vse senzorične lastnosti (barvo hrbtna, teksturo, sočnost, mastnost, občutek v ustih, vonj, aromo in grenkost), razen barvo trebuha. Vse senzorične lastnosti pečenih sardonov so bile slabše ocenjene kot pri pečenih sardelah. Barva hrbtna je bila pri sardelah izrazito svetlejša, bolj smetanasta, tekstura pa je bila nekoliko boljša pri sardonih. Zaradi manjše izgube teže pri pečenju so bile sardele bolj sočne kot sardoni. Na večji občutek mastnosti v ustih vpliva bistveno večja vsebnost maščobe že v sardelah samih. Pri obeh vrstah je bil vonj značilen za ribje meso, vendar je bil pri sardelah malenkost bolj izrazit. Prav tako je bila aroma sardel bolj izrazita. Grenkost je značilno izstopala pri sardonih, občutek v ustih pa je bil rahlo, vendar značilno boljši pri sardelah kot pri sardonih. Na barvo trebuha vpliva barva notranjosti trebušne votline, razlik med vrstama ni.

Preglednica 15: Vpliv vrste na senzorično kakovost rib pečenih v pečici ($T_{pečice} = 200$ °C, $T_s = 80$ °C) pečenih rib (model 2, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost (točke)	Vrsta		Značilnost
	Sardoni	sardele	
barva hrbtna (1-4-7)	4,1 ± 0,2 ^b	4,5 ± 0,4 ^a	***
barva trebuha (1-4-7)	4,8 ± 0,3	4,9 ± 0,4	nz
tekstura (1-4-7)	3,6 ± 0,3 ^a	3,3 ± 0,5 ^b	***
sočnost (1-7)	5,1 ± 0,5 ^b	5,6 ± 0,4 ^a	***
mastnost (1-7)	1,3 ± 0,4 ^b	1,9 ± 0,8 ^a	***
občutek v ustih (1-7)	5,3 ± 0,3 ^b	5,4 ± 0,3 ^a	*
vonj (1-7)	5,7 ± 0,4 ^b	6,0 ± 0,2 ^a	***
aroma (1-7)	5,5 ± 0,4 ^b	5,8 ± 0,3 ^a	***
grenkost (1-7)	1,6 ± 0,7 ^a	1,3 ± 0,5 ^b	**

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

4.3.2 Marinirani sardoni in sardele

V preglednici 16 so prikazani podatki o povprečnih ocenah vseh opazovanih lastnosti mariniranega mesa dveh vrst rib (sardoni in sardele).

Enako kot pri pečenem mesu je tudi pri mariniranem največjo variabilnost kazala grenkost (49 %), sledijo ji barva (39 %), togost (24 %), tekstura (16 %), kislost (13 %) in izgled (12 %). Ostale lastnosti pa imajo koeficient variabilnosti nižji od 10 %.

Izgled mariniranih rib je bil ocenjen s povprečno oceno 6,1 točke, kar je bila najbolj ocenjena lastnost. Barva je dobila ocene od 2 do 5 točke, imela je tudi visok koeficient variabilnosti (39 %) in od vseh parametrov imela največji odklon ($\pm 1,3$ točke). Vonj, ki je bil druga najbolj ocenjena lastnost, je prejel povprečno oceno 5,7 točke ter je imel eno izmed nižjih koeficientov variabilnosti (5 %). S 4,7 točke je bila povprečno ocenjena togost. Tekstura je prejela ocene med 2,5 in 4,5 točke. Sočnost kot ena bolj zaželenih lastnosti mariniranega ribjega mesa je prejela dobro oceno, in sicer 5,5 točke. Nezaželeni lastnosti, kot sta žarkost in grenkost, so ocenjevalci redko opazili, kar je pri ribjem mesu zaželeno. Ocenjevalci pri nobenem vzorcu niso zaznali žarkosti. Pri nekaj vzorcih so zaznali močno grenkost, posledično ima ta lastnost tudi najvišji koeficient variabilnosti (49 %). Kislost je dobila povprečno oceno 5 točk, kar je bilo za pričakovati glede na to, da se je ocenjevala marinirana riba. Vsi vzorci so bili primerno slani. V povprečju je aroma mariniranih rib dosegla visoko oceno (5,6 točke).

Preglednica 16: Rezultati senzorične kakovosti mariniranih rib (sardoni in sardele) z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Lastnost (točke)	N	Vrednost			so	KV (%)
		povprečna	najmanjša	največja		
izgled (1-7)	18	6,1	5,0	7,0	0,7	12
barva (1-7)	18	3,4	2,0	5,0	1,3	39
vonj (1-7)	18	5,7	5,0	6,0	0,3	5
togost (1-7)	18	4,7	3,0	6,0	1,1	24
tekstura (1-4-7)	18	3,6	2,5	4,5	0,6	16
sočnost (1-7)	18	5,5	5,0	6,0	0,4	8
žarkost (1-7)	18	1,0	1,0	1,0	0,0	0
kislost (1-4-7)	18	5,0	4,0	6,0	0,7	13
slanost (1-4-7)	18	4,0	4,0	4,0	0,0	0
grenkost (1-7)	18	1,6	1,0	3,0	0,8	49
aroma (1-7)	18	5,6	5,0	6,0	0,5	9

n – število meritev, so – standardni odklon, KV (%) – koeficient variabilnosti.

Preglednica 17: Vpliv vrste na senzorično kakovost mariniranih rib (model 2, Duncanov test, $\alpha = 0,05$)

Lastnost (točke)	Vrsta		Značilnost
	Sardon	sardela	
izgled (1-7)	6,7 ± 0,5 ^a	5,4 ± 0,3 ^b	***
barva (1-7)	2,2 ± 0,3 ^b	4,7 ± 0,4 ^a	***
vonj (1-7)	5,8 ± 0,3	5,6 ± 0,3	nz
togost (1-7)	5,5 ± 1,0 ^a	3,9 ± 0,6 ^b	**
tekstura (1-4-7)	4,1 ± 0,2 ^a	3,2 ± 0,5 ^b	***
sočnost (1-7)	5,8 ± 0,4 ^a	5,2 ± 0,3 ^b	**
žarkost (1-7)	1,0 ± 0,0	1,0 ± 0,0	-
kislost (1-4-7)	5,5 ± 0,4 ^a	4,5 ± 0,4 ^b	***
slanost (1-4-7)	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0	-
grenkost (1-7)	1,1 ± 0,2 ^b	2,2 ± 0,8 ^a	**
aroma (1-7)	6,0 ± 0,0 ^a	5,1 ± 0,2 ^b	***

Značilnost: *** $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilen vpliv; ** $p \leq 0,01$ statistično visoko značilen vpliv; * $p \leq 0,05$ statistično značilen vpliv; nz – $p > 0,05$ statistično neznačilen vpliv; vrsti z različno črko v indeksu se med seboj statistično značilno razlikujeta ($p > 0,05$).

Iz preglednice 17 lahko povzamemo, da vrsta ribe statistično značilno ($p \leq 0,05$) vpliva na izgled, barvo, togost, teksturo, sočnost, kislost, grenkost in aromo. Za kakovost mariniranih sardonov lahko rečemo, da je primerljiva s kakovostjo sardel. Vonj obeh, sardonov in sardel je bil splošno dobro ocenjen, saj marinada prikriva značilen vonj po ribjem mesu. Sardoni pa so v primerjavi s sardelami značilno lepšega izgleda, so skoraj brez napak, medtem ko so bile sardele po izgledu pogosto poškodovane. Prav tako so imeli slabšo barvo, prevladoval je sivkast odtenek, nekoliko boljši vonj, boljše, skoraj optimalno teksturo (večjo togost), boljše sočnost in aromo, z močnim kislim priokusom in skoraj nezaznavno grenkobo ter primerno slanostjo.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Meso rib uvrščamo med kakovostna živila živalskega izvora, zato je bil namen naloge določiti osnovno kemijsko sestavo, vsebnost holesterola, maščobnokislinsko sestavo fosfolipidov in lipidov sardonov in sardel, hkrati pa tudi preveriti kulinarično uporabnost sardonov. V ta namen smo ugotavljali senzorično kakovost pečenih in mariniranih sardonov in jo primerjali s sardelami.

Sardone in sardele smo lovili v Tržaškem zalivu. Vzeli smo vzorce treh zaporednih ulovov znotraj ene sezone, tako smo poskušali pridobiti čim bolj homogene vzorce. Po ulovu smo ribe dobro zasuli z ledom in jih preko noči shranili v zabojih iz stiropora v hladilni celici pri temperaturi od 0 °C do 4 °C. Dan po ulovu smo del rib senzorično ocenili, del filetiral in zamrznili pri temperaturi -18 °C za najmanj 24 ur, nato jih marinirali, del pa pripravili za nadaljnjo kemijsko analizo, tako da smo ribe očistili, jim odstranili luske, glavo in drobovino, homogenizirali z mešalnikom in shranili v polietilenske vakuum vrečke (cca. 20 g □ 30 g) pri temperaturi -18 °C.

Ko primerjamo podatke pridobljene z raziskavo o vsebnosti vode, beljakovin, maščob in pepela v mesu sardonov in sardel z literaturo, pridemo do zaključka, da se naši podatki ujemajo z različnimi študijami. Sardoni so imeli v povprečju 78 % vode, 20 % beljakovin, 2 % maščobe in 1,3 % skupnih mineralnih snovi. Do podobnih rezultatov sta prišli tudi avtorici Šimat in Bogdanovič (2012) v svoji študiji. Za sardele pa smo v naši raziskavi ugotovili, da v povprečju vsebuje 70 % vode, 18,5 % beljakovin, 9 % maščobe in 1,4 % skupnih mineralnih snovi. Pridobljeni rezultati se skladajo z rezultati dobljenimi v študijah Marin (2004), Cvrtila in Kozačinski (2006), Žlender (2000). V našem poskusu smo dokazali, da sardoni vsebujejo več vode in manj maščobe kot sardele, kar je v skladu z napisanim v delu avtoric Cvrtila in Kozačinski (2006). V vsebnosti skupnih mineralnih snovi pa ni bistvene razlike med obema vrstama. Na podlagi naših rezultatov glede vsebnosti beljakovin, lahko meso sardonov in sardel uvrščamo med prehransko kvalitetnejše vrste mesa z lahko prebavljivostjo.

Pri obeh vrstah rib tako sardonu kot sardeli, je pH relativno visok, okoli 6, zaradi tega je meso sardonov in sardel podvrženo hitrejšemu kvarjenju (Žlender, 2000).

Na vsebnost maščob v ribah ima pomemben vpliv spol rib, reprodukcijski cikel, količina in kakovost hrane, temperatura vode (Plestenjak, 2001; Bandarra in sod., 1997).

Po Ackmanovi (1994) delitvi rib glede na vsebnost maščob ter prav tako po Ariñovi in sodelavcih (2003), bi na podlagi naših rezultatov (sardoni 2 % in sardele 9 %) opredelili

sardone kot ribe z manj maščob in sardele kot mastne ribe, kar se prav tako ujema z Žlendrovim (2000) razvrščanjem rib po vsebnosti maščobe. Pri tem je potrebno poudariti, da so bili naši vzorci ulovljeni poleti, ko je čas intenzivne spolne aktivnosti sardonov, ne pa tudi sardel, ki se drstijo od novembra do maja. Čas drstitve rib pomembno vpliva na vsebnost maščob, saj jih drst zelo izčrpa (Treer in sod., 1995). Za obe ribji vrsti je značilno, da se v obdobju drstitve vsebnost maščob zmanjša (Šimat in Bogdanovič, 2012; Bandarra in sod., 1997).

Ker morska hrana, predvsem morske ribe igrajo zelo pomembno vlogo v sredozemski prehrani in ker je bil dokazan ugoden učinek rib na zdravje ljudi (Zlatanov in Laskaridis, 2007), je študij maščobnokislinske sestave rib zelo pomemben.

V naši raziskavi smo poleg vsebnosti maščobe določili tudi maščobnokislinski profil le-teh v užitnem delu sardonov in sardel. Delež ENMK je veliko večji pri sardelah (24,25 %) kot pri sardonih (11,88 %), pri obeh vrstah je prevladovala oleinska kislina. V sardelah je bila zastopana s 14,78 % deležem, v sardonih pa z bistveno manjšim (4,26 %). Po zastopanosti ji sledi palmitooleinska, ki jo je v maščobi sardel 4,54 %, v maščobi sardonov pa nekoliko manj (3,17 %). V povprečju so tako pri sardelah kot sardonih ENMK najmanj zastopane maščobne kisline (preglednica 8).

Maščoba sardel je tista, ki vsebuje nekoliko več (37,88 ut. %) NMK kot maščoba sardonov (34,44 ut. %). V obeh ribjih vrstah med NMK prevladuje palmitinska kislina (C16:0), ki je druga najbolj zastopana maščobna kislina v poskusu. Sardoni je vsebujejo 20,51 ut. %, sardele 21,02 ut. %, kar nakazuje, da vrsta nima značilnega vpliva na njeno vsebnost. Bandarra in sod. (1997) ugotavljajo, da se vsebnost palmitinske kisline skozi leto malo spreminja, tako so zaključili, da na njeno vsebnost prehrana najverjetneje ne vpliva. Na drugem mestu je bila miristinska, enako kot pri raziskavi Zlatanosa in Laskaridisa (2007). Sardele so jo vsebovale nekoliko več (6,15 %) kot sardoni (4,92 %).

Med najbolj zastopanimi maščobnimi kisljinami so tako pri sardelah kot sardonih VNMK. Sardoni (53,68 ut. %) jih v primerjavi s sardelami (37,86 ut. %) vsebujejo bistveno več. V raziskavi sta Zlatanov in Laskaridis (2007) ugotovila, da je tako pri sardelah kot pri sardonih DHA najbolj zastopana VNMK, kar se popolnoma sklada z našimi rezultati. Sardoni vsebujejo bistveno več omenjene maščobne kisline (37,20 ut. %). Sledi EPA s 9,06 ut. % pri sardonih in 8,71 ut. % pri sardelah. V literaturi najdemo, da imata tako DHA kot EPA ugodne učinke na zdravje ljudi. Velike vsebnosti EPA in DHA preprečujejo ventrikularne aritmije in zastoj srca, imajo antitrombotičen in protivnetni učinek, znižujejo raven LDL in zvižujejo raven HDL (Sanfilippo in sod., 2011; Salobir, 2000). Zato so sardoni primerni v sredozemski prehrani predvsem za otroke in starejše ljudi (Sanfilippo in sod., 2011).

Esencialni maščobni kislini tako linolna kot α -linolenska sta v sardonih in sardelah v količini pod 2 ut. %. Sardoni vsebujejo 1,51 ut. % linolne in 1,13 ut. % α -linolenske maščobne kisline. Sardele vsebujejo 1,60 ut. % linolne in 1,53 ut. % α -linolenske maščobne kisline. Poleg njiju so zelo pomembne esencialne maščobne kisline še arahidonska (vsebnost le-te je v sardonih 1,80 ut. % in sardelah 1,04 ut. %), DHA (sardoni jo vsebujejo 37,20 ut. %, sardele pa 20,1 ut. %) in EPA (sardoni jo vsebujejo 9,06 ut. % in sardele 8,71 ut. %). Tako lahko zaključimo, da so sardoni in sardele pomemben vir esencialnih maščobnih kislin.

Študij maščobnokislinske sestave je pokazal, da je delež n -3 maščobnih kislin bistveno večji pri sardonih (48,43 ut. %) kot sardelah (31,45 ut. %), enako velja tudi za n -6 maščobne kisline, kar je pokazala raziskava Zlatanosa in Laskaridisa (2007). Med n -3 maščobnimi kislinami sardonov so izstopale DHA in EPA, med n -6 pa arahidonska in linolna. Pri sardelah so bile najbolj zastopane n -3 in n -6 maščobne kisline enake kot pri sardonih. Razmerje med n -6/ n -3 je bilo pri sardonih 0,08, pri sardelah pa nekoliko večje - 0,10, razmerje med VNMK in NMK (P/S) pa je bilo večje pri sardonih (1,56) kot pri sardelah (1,00). P/S se velikokrat uporablja za oceno prehranske primernosti maščob, ki mora biti večji od 0,5, sicer se smatra kot neugoden saj se pri takšni kakovosti maščob poveča možnost kardiovaskularnih obolenj (Salobir, 1997). Razmerje med n -6/ n -3 je v zahodni prehrani med 15:1 in 20:1, kar lahko vodi do različnih zdravstvenih težav, kot so bolezni srca, rak, avtoimunske bolezni itd. (Ariño in sod., 2005). Literatura priporoča razmerje med 5:1 in 10:1 (WHO, 1994). V raziskavi smo ugotovili bistveno nižje razmerje med n -6 in n -3 maščobnimi kislinami tako pri sardonih kot sardelah na račun višje vsebnosti n -3 maščobnih kislin. Torej so sardoni in sardele pomemben vir n -3 maščobnih kislin ter igrajo zelo pomembno vlogo pri zniževanju razmerja med n -6/ n -3 maščobnimi kislinami, kar ugodno vpliva na zdravje.

Fosfolipidi kot glavni gradniki polarne frakcije, so pomembni pri delovanju in sestavi biomembran. Iz rezultatov fosfolipidnega profila obeh ribjih vrst je razvidno, da vsebujejo fosfolipidi sardele bistveno več n -3 maščobnih kislin (posebej več DHA) v primerjavi z maščobami, nekoliko več VNMK, n -6 maščobnih kislin pod mejo detekcije in skoraj enake deleže NMK in ENMK. Do enakih ugotovitev so prišli tudi Bandarra in sod. (1997), ki ugotavljajo, da so strukturni lipidi, kot so fosfolipidi pogosto bolj nenasičeni kot nevtralni lipidi. Fosfolipidi sardonov so vsebovali manj VNMK, nič n -6 maščobnih kislin ter skoraj enake deleže NMK, ENMK in n -3 maščobnih kislin v primerjavi z maščobami. Ugotovitev raziskave je tudi, da se delež maščobnih kislin v fosfolipidih sardonov in sardel bistveno manj razlikuje med vrstama kot pri maščobnokislinski raziskavi maščob.

Vsebnost holesterola se med vrstama bistveno ne razlikuje. Ugotovili smo, da je vsebnost holesterola tako v sardonih kot sardelah nizka, in sicer okoli 65 mg na 100 g ribe. Literatura navaja, da podobne količine holesterola (od 40 mg oz. 60 mg do 90 mg/100 g)

vsebuje tudi meso klavnih živali ter da ni bistvenih razlik med ribami in drugimi živalmi (Polak, 2000; Žlender, 1997).

Ugotovili smo, da je izguba mase med pečenjem odvisna od vrste ribe. Večja izguba mase je bila pri sardonih kot sardelah, verjetno zaradi večje vsebnosti vode v mesu sardonov.

Barva hrbta je bila pri pečenih sardelah bolj smetanasto bele barve kot pri sardonih, na kar vpliva večja vsebnost maščobe v sardelah. Barva trebuha se pri obeh ribah ni bistveno razlikovala, saj nanjo vpliva barva notranjosti trebušne votline.

Tekstura je lastnost, ki jo ocenimo v ustni votlini med žvečenjem. Ribe imajo zaradi krajših mišičnih vlaken, ki se med pečenjem še bolj skrčijo, bolj vlaknato teksturo kot klavne živali. Meso pečenih sardel je bilo v primerjavi z mesom sardonov bolj čvrsto, manj drobljivo. Meso sardonov se je pri enakih pogojih pečenja v pečici bolj približalo optimalni teksturi, morda zaradi tega, ker v večji meri poleg vrste različnih dejavnikov (npr. prehrana, sezona ulova in bivalno okolje) na teksturo vplivajo tudi velikost, vrsta ribe, vsebnost vode in pH ribe (Skvarča, 2001).

Pri enakih pogojih pečenja (temperatura obdelave, središčna temperatura in čas obdelave) so bile sardele bolj sočne od sardonov, najverjetneje zaradi tega, ker na sočnost poleg omenjenih dejavnikov vplivajo še vrsta, velikost in površina ribe (Skvarča, 2001) ter večja mastnost sardel.

Preseneča nas, da so ocenjevalci podelili skoraj enake ocene za občutek v ustih za obe vrsti rib. Pričakovali smo, da bodo ocenjevalci izrazili bolj nežen občutek v ustih za meso sardel kot za meso sardonov, saj vsebuje meso le teh več maščob.

Vonj je pri obeh ribjih vrstah značilen za ribje meso in je tako prejel visoke ocene ocenjevalcev.

Skvarča (2001) navaja, da imajo ribe najboljšo aromo, če so toplotno obdelane do središčne temperature 80 °C, saj se pri tej temperaturi razvijejo nosilci vonja in okusa. Da je to res, je lepo razvidno iz rezultatov našega senzoričnega ocenjevanja pečenih sardonov in sardel pri tej središčni temperaturi, saj sta obe ribji vrsti prejeli visoke ocene arome.

Meso sardonov je prejelo v primerjavi z mesom sardel nekoliko višjo oceno za grenkost, morda zaradi večje vsebnosti histamina, ki povzroča rahlo grenak priokus v ustih.

Mariniranje je stara kemijska metoda konzerviranja rib, kjer se uporablja dopolnjujoči učinek očetne kisline in soli za doseg prebavljivosti ribjih filejev. Tako se omeji mikrobiološko in encimsko aktivnost ter spremeni okus in teksturo ribjega mesa.

Izgled mariniranega mesa sardonov in sardel je bila najboljše ocenjena lastnost. Sardoni so bili nekoliko bolje ocenjeni (kar pomeni, da ni bilo vidnih poškodb ribjega mesa) kot sardele, sardele boljše za barvo. Razlogi so lahko različni: slabo ravnanje z ribami pred predelavo, predolgo obdobje skladiščenja zamrznjenih rib in nepravilno odmrzovanje (Šimat in sod., 2011). Vonj je edina lastnost, na katero ni bil opazen vpliv vrste, saj marinada prekrije značilen ribji vonj, tako sardoni kot sardele so bili dobro ocenjeni. Togost je lastnost, ki so jo preizkuševalci ocenjevali s silo z vilicami. Iz ocen lahko zaključimo, da imajo sardoni bolj togo strukturo kot sardele, verjetno zaradi manjše vsebnosti maščobe v mesu.

V naši raziskavi ima meso mariniranih sardonov po oceni ocenjevalcev skoraj optimalno teksturo, morda zaradi soli, ki ima sposobnost črpanja vode iz mesa ter zagotavlja potrebno čvrstost filetov. Sardele so bolj mehke oz. bolj drobljive mogoče zaradi prekratkega časa mariniranja ali nezadostne koncentracije soli v marinadi (Šimat in sod., 2011). Za meso sardonov so ocenjevalci ocenili, da je bolj sočno v primerjavi s sardelami. V aromi je meso sardonov bolj kislo kot meso sardel, saj je marinada prodrla globlje v meso sardona, najbrž ker je nekoliko manjši. Tako sardoni kot sardele so bili optimalno slani, s tem da so bile sardele nekoliko bolj grenke, kar je lahko posledica slabega filetiranja, saj ostanki trebušne votline (drobovina) močno grenijo. Ocenjevalci so aromo mariniranih sardonov nagradili z visoko oceno (6 točk), medtem ko so sardele prejele nekoliko slabšo oceno (5,1 točke), verjetno zaradi večje grenkosti.

Visoka vsebnost lahko prebavljivih beljakovin in $n-3$ MK uvršča meso sardonov in sardel med odlično nadomestilo za meso klavnih živali v vsakdanji prehrani. Sardel se v Sloveniji proda in uživa veliko več kot sardonov, morda zaradi njegove slabše prepoznavnosti med ljudmi. Vendar bi si sardon zaslužil pomembnejšo mesto v ribji ponudbi in vsakdanji prehrani ljudi, saj po prehranski sestavi ne zaostaja za sardelami oz. celo vsebuje več $n-3$ MK kot sardele in posledično ima manjše razmerje $n-3/n-6$, kar ugodno vpliva na zdravje ljudi. Uživanje rib je med prebivalstvom Slovenije zelo upadlo med leti 1997-2009, in sicer iz enkrat tedensko na enkrat do trikrat mesečno (Koch in Kostanjevec, 2009). Zaradi tega bi morale različne institucije v državi poskrbeti za boljše osveščenost ljudi o pomenu rib in ribjega mesa v uravnoteženi prehrani in vplivu le-tega na zdravje.

5.2 SKLEPI

Na podlagi določitve osnovne kemijske sestave, raziskave o vsebnosti holesterola v mesu sardonov in sardel, maščobnokislinske sestave lipidov in fosfolipidov ter ovrednotenja senzorične kakovosti pečenih in mariniranih sardonov in sardel, podajamo naslednje sklepe:

- Meso sardonov je v povprečju vsebovalo 78,9 % vode, 20,4 % beljakovin, 1,9 % maščob in 1,29 % skupnih mineralnih snovi.
- Meso sardel je v povprečju vsebovalo 70,2 % vode, 18,4 % beljakovin, 9,0 % maščob in 1,37 % skupnih mineralnih snovi.
- Barva mesa sardel je v primerjavi z mesom sardonov značilno temnejša in bolj rdeča.
- pH sardonov je bil v povprečju 6,14, sardel pa 6,08.
- Vsebnost holesterola je podobna pri obeh ribjih vrstah, v povprečju ga je 64,96 mg/100 g (pri sardonih 64,67 mg/100 g, pri sardelah 62,28 mg/100 g).
- Najvišji odstotek skupnih maščobnih kislin v maščobi sardonov predstavljajo VNMK (53,68 ut. %), sledijo NMK (34,44 ut. %) in ENMK (11,18 ut. %); po zastopanosti si sledijo DHA z 37,20 ut. %, miristinska z 20,51 ut. % in EPA z 9,06 ut. %.
- Najvišji odstotek skupnih maščobnih kislin v maščobi sardel prav tako predstavljajo VNMK (37,86 ut. %), sledijo NMK (37,88 ut. %) in ENMK (24,25 ut. %); po zastopanosti si sledijo palmitinska (21,02 ut. %), DHA (20,11 ut. %), oleinska (14,78 ut. %) in EPA (8,71 ut. %).
- Razmerje P/S je večje pri sardonih (1,56) kot pri sardelah (1,00).
- Sardoni in sardele so bogat vir *n*-3 maščobnih kislin, delež *n*-3 maščobnih kislin je bistveno večji pri sardonih (48,43 ut. %) kot sardelah (31,45 ut. %), razmerje med *n*-6/*n*-3 je pri sardonih 0,08, pri sardelah pa 0,10.
- Najvišji odstotek maščobnih kislin v fosfolipidih sardonov in sardel predstavljajo *n*-3 VNMK (42,45 ut. %), NMK (36,33 ut. %) in ENMK (21,24 ut. %).
- Med pečenjem so sardoni izgubili bistveno več mase kot sardele.
- Senzorično ocenjena kakovost pečenih sardonov je nekoliko slabša kot pri sardelah: bolje so bili ocenjeni barva hrbtna in trebuha ter tekstura pečenih sardonov, slabše pa sočnost, občutek v ustih, vonj in aroma, bolj je bila zaznavna grenkost, vsebujejo manj maščobe.
- Senzorična kakovost mariniranih sardonov je primerljiva s kakovostjo sardel: sardoni so značilno lepšega izgleda, slabše, sivkaste barve, s primerljivim vonjem, z boljšo, skoraj optimalno teksturo in večjo togostjo, z boljšo sočnostjo in aromo, intenzivnejšo kislostjo in skoraj nezaznavno grenkobo ter primerno slanostjo.

6 POVZETEK

Ribe postajajo v sodobnem času čedalje pomembnejše v zdravi in uravnoteženi prehrani, zaradi ugodne sestave maščob, lahke prebavljivosti ter ugodnega vpliva na zdravje. Vsebujejo veliko *n*-3 maščobnih kislin in ostalih zdravju pomembnih hranljivih snovi. Veliko ljudi, predvsem v celinskem delu Slovenije, še vedno premalokrat uvršča ribe, predvsem "plave" na jedilnik.

Sardoni so vrsta ribe, ki poleg sardel predstavljajo pomemben delež ulova "plave" ribe v severnem Jadranu, vendar pa so še vedno premalo prepoznavni in uporabljeni v kulinariki. Zaradi tega smo v nalogi raziskali kemijsko sestavo in kulinarično uporabnost te gospodarsko pomembne ribje vrste in jo primerjali s sardelami.

Vzorčili smo sardone (*Engraulis encrasicolus*) in sardele (*Sardina pilchardus*), ulovljene v treh zaporednih ulovih, in sicer spomladi leta 2009 v Tržaškem zalivu. Dan po ulovu smo en del ulova sardonov in sardel toplotno obdelali in senzorično ocenili, del pripravili za kemijsko analizo in del marinirali. Pri kemijski analizi smo določali vsebnost vode, skupnih mineralnih snovi, beljakovin in maščob po AOAC standardnih metodah, za vsebnost holesterola smo uporabili modificirano metodo po Naeemiju in sod. (1995), sestavo celokupnih maščobnih kislin in maščobnokislinske sestave fosfolipidov smo določili z modificirano metodo po Parku in Goinsu (1994). Od fizikalno-kemijskih analiz smo opravili meritve vrednosti pH in barve mišičnine s kromametrom Minolta CR-200B. Rezultate smo statistično obdelali z računalniškim programom SAS (SAS Software Version 8.01, 1999) po postopku GLM (General Linear Models). Senzorične lastnosti toplotno obdelanih (barva trebuha in hrbta, tekstura, sočnost, mastnost, občutek v ustih, vonj, aroma, grenkost, skupni vtis) in mariniranih (izgled, barva mišičnine, vonj, togost, tekstura, sočnost, žarkost, kislost, slanost, grenkost, aroma) rib je ocenila petčlanska komisija. Izbrane lastnosti so ovrednotili s deskriptivno metodo ocenjevanja z nestrukturirano točkovno lestvico.

Meso sardonov je v povprečju vsebovalo 78,9 % vode, 20,4 % beljakovin, 1,9 % maščob in 1,29 % skupnih mineralnih snovi, meso sardel pa 70,2 % vode, 18,4 % beljakovin, 9,0 % maščob in 1,37 % skupnih mineralnih snovi. Barva mesa sardel je v primerjavi z mesom sardonov značilno temnejša in bolj rdeča. pH sardel je bil v povprečju 6,08, sardonov pa 6,14.

Vsebnost holesterola je tako pri sardonih kot sardelah nizka, v povprečju 64,96 mg/100 g. Vrsta ribe ima statistično neznačilen vpliv.

Maščoba sardonov je v povprečju vsebovala 53,68 ut. % VNMK, 34,44 ut. % NMK in 11,18 ut. % ENM. Po zastopanosti si sledijo DHA z 37,20 ut. %, miristinska z 20,51 ut. %

in EPA z 9,06 ut. %. Pri maščobi sardel pa smo določili, da v povprečju vsebuje 37,86 ut. % VNMK, 37,88 ut. % NMK in 24,25 ut. % ENMK. Po zastopanosti si sledijo palmitinska (21,02 ut. %), DHA (20,11 ut. %), oleinska (14,78 ut. %) in EPA (8,71 ut. %). Ugotovili smo, da od vseh maščobnih kislin tako sardele kot sardoni vsebujejo največ VNMK, ki jih predstavljajo *n*-3 maščobne kisline. Razmerje med *n*-6/*n*-3 je pri sardonih 0,08, pri sardelah pa 0,10. Sardoni imajo nižje razmerje med *n*-6/*n*-3 od sardel, zaradi večje vsebnosti *n*-3 MK. Razmerje P/S je večje pri sardonih (1,56) kot pri sardelah (1,00), in sicer zaradi večje vsebnosti VNMK.

Pri fosfolipidnem profilu MK sardonov in sardel, ni tako velikih razlik v deležu posameznih maščobnih kislin med vrstama, kot pri celokupnem maščobnokislinskem profilu maščob. Najvišji odstotek maščobnih kislin v fosfolipidih sardel in sardonov predstavljajo *n*-3 VNMK (42,45 ut. %), NMK (36,33 ut. %) in ENMK (21,24 ut. %).

Senzorično ocenjena kakovost pečenih sardonov je nekoliko slabša kot pri sardelah: bolje so bili ocenjeni barva hrbta in trebuha ter tekstura pečenih sardonov, slabše pa sočnost, občutek v ustih, vonj in aroma, bolj je bila zaznavna grenkost, vsebujejo manj maščobe.

Senzorična kakovost mariniranih sardonov je primerljiva s kakovostjo sardel: sardoni so značilno lepšega izgleda, slabše, sivkaste barve, s primerljivim vonjem, z boljšo, skoraj optimalno teksturo in večjo togostjo, z boljšo sočnostjo in aromo, intenzivnejšo kislostjo in skoraj nezaznavno grenkobo ter primerno slanostjo.

7 VIRI

- Ackman R.G. 1994. Seafood lipids. V: Seafoods: Chemistry, processing technology and quality. Shahidi F., Botta J.R. (eds.). London, Blackie Academic and Professional: 34-47
- AOAC 920.153. Ash of meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 4-4
- AOAC 928.08. Nitrogen in meat Kjeldahl method. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 5-6
- AOAC 950.46. Moisture in meat. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 1-2
- AOAC 991.36. Fat (crude) in meat and meat products. 1997. V: Official methods of analysis of AOAC International. 16th ed. Cunniff P. (ed.). Washington, AOAC International, Chapter 39: 3-4
- Ariño A., Beltrán J.A., Roncalés P. 2003. Dietary importance of fish and shellfish. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 4 2nd ed. Caballero B., Trugo L.C., Finglas P.M. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 2471-2478
- Ariño A., Beltrán J.A., Herrera A., Roncalés P. 2005. Fish. V: Encyclopedia of human nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Allen L., Prentice A. (eds.). Amsterdam, Academic Press: 247-256
- Asmali Y. 2009. Hamsikoli (Hamsili ekmek). Cuma, Melyatderesi Derneği: 1 str. http://www.melyatderesi.com/site/index.php?option=com_content&view=article&id=209:hamsikoli&catid=138:yemeklerimiz&Itemid=443_tirebolu.org.tr (november 2010)
- Bandarra N.M., Batista I., Nunes M.L., Empis J.M., Christie W.W. 1997. Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). Journal of Food Science, 62, 1: 40-42
- Betulla Morello E., Arneri E. 2009. Anchovy and sardine in the Adriatic sea-an ecological review. V: Oceanography and marine biology: An annual review. Vol. 47. Gibson R.N., Atkinson R.J.A., Gordon J.D.M. (eds.). London, CRC Press, Taylor & Francis Group: 209-256
- Bogut I., Opačak A., Stević I., Bogut S. 1996. Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtnom na omega-3 masne kiseline. Ribarstvo, 54, 1: 21-37
- Cingolani N., Giannetti G., Arneri E. 1996. Anchovy fisheries in the Adriatic Sea. Scientia Marina, 60, Suppl. 2: 269-277
- Cvrtila Ž., Kozačinski L. 2006. Kemijski sastav mesa riba. Meso, 7, 6: 365-370

- Delamaris. 2012. Izdelki: Iztegnjeni slani fileti sardonov (inčunov) v rastlinskem olju. Izola, Delamaris: 1str.
<http://www.delamaris.si/incuni/iztegnjeni-slani-fileti-sardonov-incunov-v-rastlinskem-olju?Itemid=275> (oktober 2012)
- Delmar. 2010. Sardela. Izola, Delmar: 1 str.
<http://www.delmar.si/kulinarika/vrste-in-opis-rib/sardela> (avgust 2010)
- FAO. 2010a. Species fact sheet: *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). Rome, Food and Agricultural Organisation: 3 str.
<http://www.fao.org/fishery/species/2910/en> (avgust 2010)
- FAO. 2010b. Species fact sheet: *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758). Rome, Food and Agricultural Organisation: 3 str.
<http://www.fao.org/fishery/species/2106/en> (avgust 2010)
- Golob T., Jamnik M. 2004. Vloga senzorične analize pri zagotavljanju varnosti živil. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi živilski dnevi, Radenci, 18. in 19. marec 2004. Žlender B., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 101-115
- Goodband R. 2002. Functional properties of fish proteins. V: Seafoods: Quality, technology and nutraceutical applications. Alasalvar C., Taylor T. (eds.). Berlin, Springer: 73-82
- Greenup. 2011. Sardoni alla griglia. Milano, Greenup srl Unip.: 1 str.
<http://www.monocultivaroliveoil.com/1contatti.aspx> (marec 2011)
- Hansen P. 1979. Fish preservation methods. Advances in Fish Science and Technology. London, Fishing News Books Ltd.: 28-44. Cit. po: Vovk L. 1992. Vpliv soljenja in fermentacije na kakovost soljenih sardel. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 49 str.
- Inanli A., G., Karaton N., Coban O., E. 2011. Sensorial, chemical and microbiological quality of anchovy cake. African Journal of Biotechnology, 10, 48: 9870-9874
- Kalember Đ., Jelen T. 1998. Klasični načini prerade ribe. Ribarstvo, 56, 1 : 23-37
- Turkish cuisine traditional foods of Black Sea region. 2012. Trabzon, Karalahana.com, A travel guide of Turkey Black Sea Region (Pontus): 9 str.
<http://www.karahana.com/english/archive/food.html> (oktober 2012)
- Kocatepe D., Turan H., Taskaya G., Kaya Y., Erden R., Erdogdu F. 2011. Effects of cooking methods on the proximate composition of Black Sea anchovy (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758). Gida, 36, 2: 71-75
- Koch V., Kostanjevec S. 2009. Pogostost uživanja živil. V: Prehrabene navade odraslih prebivalcev Slovenije z vidika varovanja zdravja. Gabrijelčič Blenkuš M. (ur.). Ljubljana, Inštitut za varovanje zdravja Republike Slovenije: 61-85

- Kubik L., Štirn J. 1979. Biološke osnove za razvoj intenzivnega ribiškega izkoriščanja pelaških rib severnega Jadrana. Slovensko morje in zaledje, 2-3: 209-280
- Lehninger A.L., Nelson D.L., Cox M.M. 1993. Principles of biochemistry. 2nd ed. New York, Worth Publishers: loč. pag.
- Martiš J., Mihalik J. 1989. Zmeny v rybach pri soleni a marinovani. Prumysl Potravin, 40, 6: 324-326. Cit. po: Vovk L. 1992. Vpliv soljenja in fermentacije na kakovost soljenih sardel. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 49 str.
- Marin M. 2004. Senzorična kakovost jadranske sardele različnih sezon ulova. Meso in mesnine, 2, 3: 34-37
- Marin M., Polak T., Gašperlin L., Žlender B. 2010. Variations in the fatty acid composition and nutritional value of Adriatic sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) through the fishing season. Acta argiculturae Slovenica, 69, 2: 95-101
- McClements D.J., Decker E.A. 2008. Lipids. V: Fennema's food chemistry. 4th ed. Damodaran S., Parkin K.L., Fennema O.R. (eds.). New York, CRC Press, Taylor & Francis Group: 155-212
- MKGP. 2008. Operativni program za razvoj ribištva v Republiki Sloveniji 2007-2013. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 12-12
- Naeemi E.D., Ahmad N., Al-Sharrah T.K., Behbahani M. 1995. Rapid and simple method for determination of cholesterol in processed food. Journal of AOAC International, 78, 6: 1522-1525
- Park P.W., Goins R.E. 1994. *In situ* preparation of fatty acid methyl esters for analysis of fatty acid composition in foods. Journal of Food Science, 59: 1262-1266
- Plestenjak A. 2001. Tablice o sestavi mesa III. del. Meso in mesnine, 2, 4: 32-39
- Plestenjak A. 2002. Metode senzoričnega preskušanja. Meso in mesnine, 3, 1: 45-49
- Pokorn D. 2000. Zdravstveni vidiki uživanja maščob in holesterola. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 31-37
- Polak T. 2000. Specifična problematika zmanjšanja maščob in holesterola v predelavi mesa klavnih živali, perutnine in rib. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. 2. posvet o vlogi in pomenu mesa v normalni – zdravi in dietni prehrani. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 79-88
- RTV SLO. 2008. Sardoni v plasteh s česnom. Ljubljana, Radio Televizija Slovenija: 1 str.

<http://www.rtvsllo.si/zabava/kuharski-nasveti/sardoni-v-plasteh-s-cesnom/195026>

(marec 2011)

- Salobir K. 1997. Prehransko fiziološki pomen mesa v uravnoteženi prehrani. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161-170
- Salobir K. 2000. Vloga in pomen mesa v prehrani. Meso in mesnine, promocijska številka: 12-16
- Sanfilippo M., Reale A., Ziino M., Romeo V., Lembo E., Manganaro A. 2011. Chemical composition and nutritional value of *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) caught by driftnet "Menaide" along Sicilian coast: a natural food for mediterranean diet. World Journal of Fish and Marine Sciences, 3, 1: 44-50
- 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: 3-9
- Sheppard A.J., Pennington J.A.T., O'Dell R.G. 1993. Cholesterol: Properties and determination. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. Macrae R., Robinson R.K., Sadler M.J. (eds.). London, Academic Press: 925-930
- Silvestri S., Maynou F. 2009. Application of a bioeconomic model for supporting the management process of the small pelagic fishery in the Veneto Region, northern Adriatic Sea, Italy. Scientia Marina, 73, 3: 563-572
- Škorčica. 2010. Sardoni v pivskem testu. Ljubljana: 2 str.
<http://skorcica.blogspot.com/2010/08/sardoni-v-pivskem-testu-anchovies-in.html>
(marec 2011)
- Skvarča M. 2001. Priprava in senzorična kakovost rib. Meso in mesnine, 2, 1: 38-40
- Šimat V., Bogdanovič T., Bulić M. 2011. The effect of different marinating baths on sensory properties and shelf life parameters of cold marinated anchovies (*Engraulis encrasicolus*, L.). Meso, 13, 2: 80-88
- Šimat V., Bogdanovič T. 2012. Seasonal changes in proximate composition of anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) from the central Adriatic. Acta adriatica, 53, 1: 125-132
- Strohsack B. 1998. Ribje jedi : jedi iz rib in morskih sadežev. Ljubljana, Domus: 240 str.
- Treer T., Safner R., Aničić I., Lovrinov M. 1995. Ribarstvo. Zagreb, Nakladni zavod Globus: 464 str.
- Turan H., Kaya Y., Erkoyuncu I. 2007. Protein and lipid content and fatty acid composition of anchovy meal produced in turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Science, 31, 2: 113-117

- Turk S. 1989. Senzorične in fizikalno-kemične lastnosti sardel različnega lova, načina konzerviranja in trajanja skladiščenja. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za živilsko tehnologijo: 117 str.
- Turk S. 2001. Pesem o sardeli. Meso in mesnine, 2, 3: 60-62
- Turk T. 1996. Živalski svet Jadranskega morja. Ljubljana, DZS: 456 str.
- Veljkovič S. 2003. Ribe na 150 načinov. 8. ponatis. Ljubljana, Ara: 225 str.
- Visciano P., Schirone M., Martuscelli M., Ianeri A. 2006. Modificazioni microbiche, chimiche e sensoriali di *Engraulis encrasicolus* in condizioni di refrigerazione sotto ghiaccio e di abuso termico. Industrie Alimentari, 45, 458: 525-538
- Vouk L. 1992. Vpliv soljenja in fermentacije na kakovost soljenih sardel. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilsko tehnologijo: 49 str.
- Vouk Grbac L. 2001. Morska hrana kot funkcionalno živilo. V: Funkcionalna hrana. 21. Bitenčevi živilski dnevi, Portorož, 8. in 9. november 2001. Žlender B., Demšar L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 267-274
- WHO. 1994. Fats and oils in human nutrition: Report of a Joint Expert Consultation. WHO, FAO food and nutrition paper 57. Rome, World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations: 147 str.
- Zlatanov S., Laskaridis K. 2007. Seasonal variation in the fatty acid composition of three Mediterranean fish – sardine (*Sardina pilchardus*), anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and picarel (*Spicara smaris*). Food Chemistry, 103: 725-728
- Žemva A. 2004. Kardioprotektivni učinki ribjega olja in omega-3 večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Pismo uredništvu. Zdravniški vestnik, 73: 37-39
- Žlender B. 1997. Sestava in prehranska vrednost mesa in mesnih izdelkov. V: Meso v prehrani in zdravje. Posvet posvečen 50. obletnici Biotehniške fakultete. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 95-105
- Žlender B. 2000. Sestava in kakovost mesa rib. Meso in mesnine, 1, 1: 42-43

Glavič A. Kemijska sestava in kulinarična uporabnost sardonov (*Engraulis encrasicolus*).

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2013

ZAHVALA

Glavič A. Kemijska sestava in kulinarična uporabnost sardonov (*Engraulis encrasicolus*).

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 2013
