

# Utjecaj indeksa kondicije i duljine srdele na kemijski sastav

---

Papak, Matej

Master's thesis / Diplomski rad

2018

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:198949>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-29**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, srpanj, 2018

Matej Papak

933/ PI

**UTJECAJ INDEKSA KONDICIJE I  
DULJINE SRDELE NA KEMIJSKI  
SASTAV**

Rad je izrađen u Laboratoriju za tehnologiju mesa i ribe na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Sanje Vidaček Filipić, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu te uz pomoć dr. sc. Tibora Jančića, višeg asistenta.

## **ZAHVALE**

Želio bih iskoristiti ovaj prostor za iskaz srdačne zahvalnosti svojoj mentorici izv. prof. dr. sc. Sanji Vidaček Filipec koja mi je najprije omogućila samu izvedbu ovog diplomskog rada, a zatim i za sav njezin trud, vrijeme i pomoć uloženu u izradu istoga.

Nadalje, neizmjereno hvala višem asistentu dr. sc. Tiboru Jančiju, koji je sve ovo svojom pozitivnom naravi, vedrinom duha i neumornom voljom za pomoći učinio osjetno lakšom obvezom za mene.

Općenito, zahvalio bih se svim svojim zagrebačkim kolegama s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta na iskazanoj podršci i vjeri u mene tokom perioda trajanja diplomskoga studija.

Zadnje, no nipošto i najmanje važno, mojim roditeljima – ocu Davidu i majci Milici – nikada neću moći dovoljno zahvaliti za enormno povjerenje koje su položili u mene, za sve uvjete koje su mi, unatoč brojnim preprekama, omogućili, za sve preskočene stepenice koje smo skupa uspješno savladali... Hvala Vam beskrajno. Mom ostatku obitelji: braći, mnogobrojnim bratićima i sestričnima te njihovim roditeljima, djedu Šimunu a naročito tetki Bernardici koja mi je svojim svakodnevnim molitvama davala snagu za dalje. Hvala Vam od srca svima što ste vjerovali u mene, i što ste skupa sa mnom trpili moju žrtvu.

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju mesa i ribe

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

## UTJECAJ INDEKSA KONDICIJE I DULJINE SRDELE NA KEMIJSKI SASTAV

*Matej Papak, 933/PI*

**Sažetak:** *S obzirom da je srdela nutritivno bogata namirnica, izvor biološki vrijednih bjelančevina, joda i selena, te kvalitetnih masti, svakodnevno smo okruženi preporukama o važnosti ribe u prehrani. Upravo zbog njezinog kemijskog sastava, srdeli pripisuju brojne pozitivne učinke na zdravlje. Kemijski sastav srdele varira tijekom godine zbog raznih faktora i uvjeta. Zadatak ovog diplomskog rada je bio utvrditi utjecaj nekih faktora poput duljine srdele, indeksa kondicije i perioda ulova na promjene u kemijskom sastavu te pelagičke ribe. Srdele su ulovljene u Jadranskom moru u tri različita doba u godini, u 4., 8. i 12. mjesecu. Nakon odmrzavanja i čišćenja u laboratoriju Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta u Zagrebu, tkivo je homogenizirano te su izmjerene vrijednosti udjela makronutrijenata u srdelama. Na temelju tih vrijednosti izvedeni su grafički prikazi ovisnosti duljine srdele, indeksa kondicije i perioda ulova o udjelu proteina, masti, vode i pepela u pripremljenim uzorcima srdele.*

**Ključne riječi:** Duljina, indeks kondicije, masti metode, srdele

**Rad sadrži:** 40 stranica, 17 slika, 6 tablica, 24 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica  
Prehrambeno- biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *izv. prof. dr. sc. Sanja Vidaček Filipec*

**Pomoć pri izradi:** *dr. sc. Tibor Janči, viši asistent*

### **Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Doc. dr. sc. *Marina Krpan*
2. Izv. prof. dr. sc. *Sanja Vidaček Filipec*
3. Doc. dr. sc. *Nives Marušić Radovčić*
4. Prof. dr. sc. *Ksenija Marković (zamjena)*

**Datum obrane:** 18. srpnja 2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and**  
**Biotechnology Department of Food**  
**Technology Engineering**  
**Laboratory of Meat and Fish Technology**

**Scientific area:** Biotechnical Sciences  
**Scientific field:** Food Technology

### THE INFLUENCE OF THE CONDITION INDEX AND THE LENGTH OF THE SARDINES ON THE CHEMICAL COMPOSITION

*Matej Papak, 933/PI*

**Abstract:** *Considering the fact sardine is nutritionally rich food; source of high value proteins, iodide, selenium, high quality fats, we are surrounded by recommendations of sardines' importance in diet. Its' chemical composition is main reason why this fish are contributed by plenty of positive health effects; nonetheless it varies throughout the year due many factors. The goal of this thesis was to determine the affect of those factors (e.g., length of sardine, condition index, period of catch) on changes in chemical composition of that pelagic fish. Sardines were caught in Adriatic sea during three different periods of the year (May, August, December). After defrosting and degutting in laboratory of Food-biotechnology faculty in Zagreb, tissue was homogenized and used in further analysis. Percentages of macronutrient value of sardines were determined using various methods. Based on those values, graphical representation of correlations between above mentioned factors in prepared samples of sardines were made.*

**Keywords:** condition index, fats, length, methods,

**Thesis contains:** 40 pages, 17 figures, 6 tables, 24 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:**

Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23,  
Zagreb.

**Mentor:** *PhD, Sanja Vidaček Filipec* Associate professor

**Technical support and assistance:** *PhD, Tibor Janči,* Assistant

**Reviewers:**

1. PhD. *Marina Krpan* Assistant professor
2. PhD. *Sanja Vidaček Filipec* Associate professor
3. PhD. *Nives Marušić Radovčić* Assistant professor
4. PhD. *Ksenija Marković* Full professor

**Thesis defended:** 18 July 2018

## Sadržaj:

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2.1. OPĆENITO O SRDELI</b> .....	2
<b>2.2. KEMIJSKI SASTAV SRDELE</b> .....	3
<b>2.3. VAŽNOST U PREHRANI LJUDI</b> .....	4
<b>2.3.1. VAŽNOST POZNAVANJA KEMIJSKOG SASTAVA ZA POTROŠAČE</b> .....	7
<b>2.4. VAŽNOST ZA RIBLJU INDUSTRIJU</b> .....	9
<b>2.4.1. VAŽNOST POZNAVANJA KEMIJSKOG SASTAVA KOD PRERADE RIBE</b> .....	11
<b>2.5. VARIJACIJE KEMIJSKOG SASTAVA TIJEKOM GODINE</b> .....	12
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	14
<b>3.1. MATERIJALI</b> .....	14
<b>3.2. METODE</b> .....	14
<b>3.2.1. Određivanje udjela vode</b> .....	14
<b>3.2.2. Određivanje količine mineralnih tvari</b> .....	16
<b>3.2.3. Određivanje udjela proteina po Kjeldahl-u</b> .....	17
<b>3.2.4. Određivanje udjela masti ekstrakcijom po Smedesu</b> .....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	21
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	38
<b>6. LITERATURA</b> .....	39



# 1. UVOD

Srdela *Sardina pilchardus* je u davnoj povijesti bila „riba hraniteljica“ stanovništva na priobalnom i otočnom dijelu Hrvatske. Ona već desetljećima ima značajnu ulogu u ekonomici morskog ribarstva a time i gospodarskoj djelatnosti u Hrvatskoj (Tratnik i sur., 2007). Svakodnevno smo svjedoci preporuka nutricionista o važnosti konzumiranja plave morske ribe, prvenstveno zbog obilja višestruko nezasićenih masnih kiselina kojima se pripisuju brojni pozitivni učinci na zdravlje (Nosić i Krešić, 2015). Pokazano je da su esencijalne masne kiseline nužne za normalan razvoj mozga i retine, a brojne znanstvene studije su potvrdile važnost konzumacije ribe i ribljeg ulja za zdravlje kardiovaskularnog sustava (Alebić, 2008). Osim esencijalnih masnih kiselina riblje meso sadrži i ostale hranjive tvari u optimalnoj količini za ljudski organizam. Ono je pogodno za prehranu djece, starijih ljudi, bolesnika i rekonvalescenata zbog razloga što je lako probavljivo. Upravo kemijski sastav ribe ovisi o udjelu makronutrijenata koji tvore hranjive tvari u srdelama. Kemijski sastav srdele ovisi o velikom broju faktora poput: starosti ribe, spolu, migracijama, uvjetima u moru, ishrani i vrsti ribe ali i vremenu izlova te stupnju seksualne zrelosti ribe. S obzirom da su varijacije kemijskog sastava srdele tijekom godine jako zanimljive, ribarima je vrlo važna informacija u kakvom je stanju srdela u određenom mjesecu.

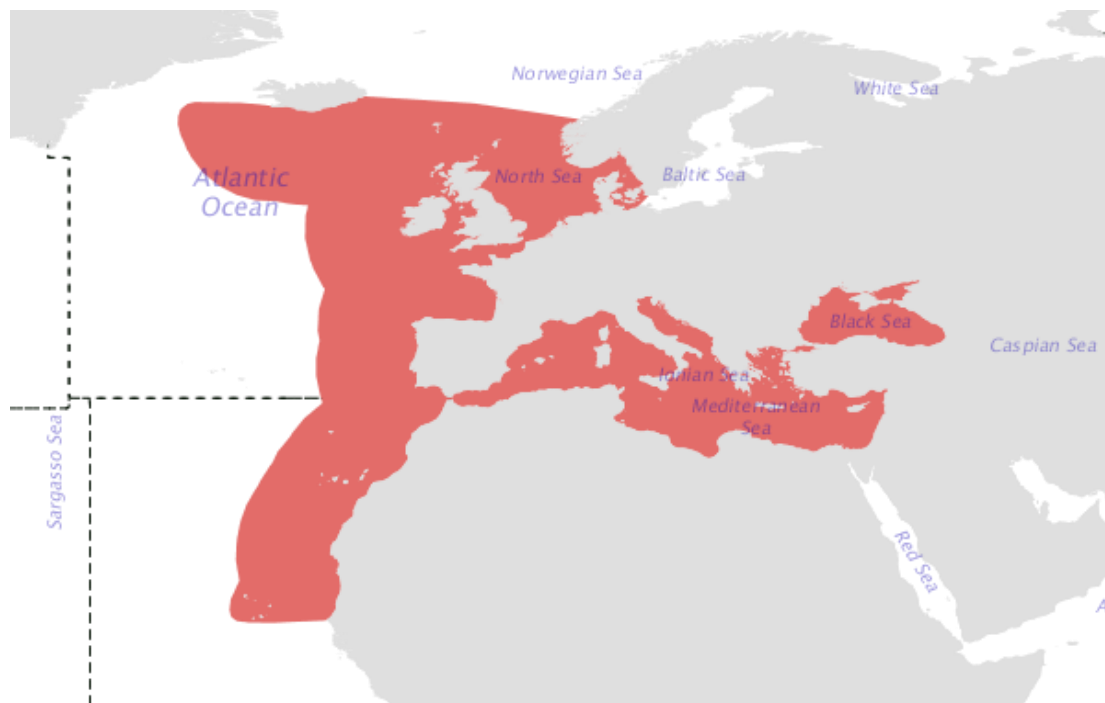
Cilj ovog diplomskog rada je bio istražiti utjecaj perioda izlova srdele, duljine uzoraka i indeksa kondicije ulovljenih srdela na kemijski sastav istih. Srdele su ulovljene u 4., 8. i 12. mjesecu. Za određivanje kemijskog sastava korištene su fizikalno – kemijske metode: određivanje udjela vode, količine mineralnih tvari, određivanje udjela proteina i udjela masti. Na temelju dobivenih rezultata, za statistički značajne parametre su izvedeni grafički prikazi rezultata koji objašnjavaju utjecaj duljine uzoraka, indeksa kondicije i perioda izlova na kemijski sastav ulovljenih srdela. Potom su izvedeni zaključci s obzirom kako se mijenja kemijski sastav tijekom godine i na koji način ovisi o indeksu kondicije i duljini uzorka srdele.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. OPĆENITO O SRDELI

*Sardina pilchardus* je sitna plava riba koja najviše naraste do 25 cm duljine i 80 g težine te pripada porodici haringa. Izduženog je oblika te modrozeleno do srebrenkaste boje sa nekoliko crnih mrljica na spljoštenim bokovima. S obzirom na veličinu svojeg tijela, pokrivena je velikim ljuskama. Hrani se planktonima i ostalim malenim morskim organizmima poput kopepodnih račića, a mrijesti se u hladnijem periodu godine, u zimskim mjesecima. Tada odlazi dalje od obale te ispuštaju enormne količine jajašaca koje potom plutaju površinom, u to vrijeme ih je iznimno teško loviti (Anonymous 1).

Uobičajena široko rasprostranjena vrsta uglavnom obitava u područjima od sjeveroistočnog atlantskog oceana pa sve do sjeverozapadnog priobalja Afrike, negdje do Senegala te u Sredozemnom moru.



Slika 1. Geografska rasprostranjenost srdele *Sardina pilchardus* (Anonymous 2)

S obzirom na naše Jadransko more, najviše je ima oko zapadne obale Istre, u lošinjskom arhipelagu, istočno od Oliba, južno od Dugog otoka, oko Paklinskih otoka, Visa i Palagruže i na samom jugu, južno od Pelješca, Mljeta i Lastova. Međutim, iako nema stalnu adresu, srdele se najviše zadržavaju iznad ljušturastog, kamenitog i koraljnog dna (Anonymous 1).

## 2.2. KEMIJSKI SASTAV SRDELE

Zbog većeg postotka vode, od oko otprilike 60-80 %, poznato je da je riblje meso brže pokvarljivo, nježnije, i podložnije mikrobiološkim reakcijama te fermentativnim putevima razgradnje, od mesa toplokrvnih životinja. Osim toga i masno tkivo ribe je specifičnog kemijskog sastava (visoki udio nezasićenih masnih kiselina te višestruko nezasićenih, eikozapentaenske i dokozaheksaenske masne kiseline) pa se na drugačiji način kvvari. Kemijski sastav plave ribe općenito ovisi o starosti ribe, spolu, migracijama, uvjetima u moru, ishrani i vrsti ribe. Također, kemijski sastav ovisi i u godišnjem dobu ulova ribe, odnosno stupnju spolnog ciklusa (Levak i sur., 2014).

Tablica 1. Udio vode, masti i bjelančevina u srdelama

VODA	66,8 – 78,1 %
MAST	0,9 – 17,2 %
BJELANČEVINE	15,4 – 17,6 %

(Levak i sur., 2014)

Sitna plava riba (srdela, incun, papalina, skuša, lokarda i dr.) osim visoko vrijednih bioloških proteina, sadrži kvalitetne masti i ima nizak sadržaj kolesterola. Također je i dobar prirodni izvor joda i selena. Selen ima znatna antioksidacijska svojstva povoljna za zdravlje pluća i debelog crijeva (Nosić i Krešić, 2015).

### 2.3. VAŽNOST U PREHRANI LJUDI

Uz meso svinja, goveda, peradi i divljači, riba je stoljećima dio jelovnika većine naroda. Potrošnja je ribljeg mesa u pojedinim državama, pa tako i u Hrvatskoj, različita i ovisi o tradiciji konzumiranja ribljeg mesa, klimi, socijalnoj strukturi i ekonomskoj moći naroda ali i o organizaciji i opskrbljenosti tržišta. Potrošnja ribljeg mesa u jednom dijelu naše zemlje je izrazito sezonskog karaktera i vezana je uz običaje o postu i nemrsu.



Slika 2. Primjerak europske srdele *Sardina pilchardus* (Anonymous 3)

No u našoj zemlji se ipak konzumira značajno manje ribe i drugih proizvoda ribarstva, nego što je to u drugim mediteranskim zemljama, pa tako mi unosimo oko 10 kg/stanovniku godišnje, za razliku Italije ili Španjolske gdje je unos preko 30 kg. Svjetski prosjek je nešto ispod 20 kg/stanovniku godišnje (Vidaček, 2013).

Sve hranjive tvari u ribi zastupljene su u optimalnoj količini za ljudski organizam. Bjelančevine riba spadaju među najkvalitetnije, odmah iza onih iz humanog mlijeka, a aminokiselinski sastav riba sličan je aminokiselinskom sastavu jaja (Bogut i sur., 1996).

Osim također visokovrijednih vitamina (A, E, D, B skupina) i minerala (kalij, fluor, jod, selen), najveća prednost prehrane ribom jesu protektivne nezasićene masne kiseline.

Masti ribe, ujedno i nosioci izuzetne terapijske vrijednosti ove namirnice, imaju izvanredan profil masnih kiselina. Riblje meso sadržava uglavnom nezasićene masne kiseline, a među njima i esencijalne omega-3 kiseline eikozapentaensku kiselinu C20:5 n-3 (EPA) i dokozaheksaensku kiselinu C22:6 n-3 (DHA).

Puno znanstvenih istraživanja potvrdilo je važnost omega-3 masnih kiselina u održavanju zdravlja pa se, prema nutricionističkoj podjeli, riba, ovisno o sadržaju masnih kiselina, svrstava u tri kategorije: posna, polumasna i masna. Srdele spadaju u polumasne ribe (Alebić, 2008).

EPA i DHA, uz antireumatske lijekove, smanjuju bol u zglobovima u bolesnika s reumatoidnim artritismom; imaju povoljan učinak kod bolesnika s ulcerativnim kolitisom. Istraživanja s ne-ljudskim primatima i ljudskom novorođenčadi pokazuju da je DHA neophodna za normalni funkcionalni razvoj mrežnice oka i mozga. U bolesnika s hiperlipidemijom omega 3 masne kiseline smanjuju LDL (lipoprotein niske gustoće) kolesterol. Mnoga istraživanja upućuju na to da omega 3 masne kiseline smanjuju ili inhibiraju rizik i faktore razvoja krvožilnih bolesti (Simopoulos, 1991).

Kao što će se moći vidjeti na Tablici 2. na slijedećoj stranici, od svih nabrojanih i morskih i riječnih riba, sardina je u samome vrhu po sadržaju EPA + DHA u gramima po gramu ribljeg ulja. Atlantski losos (uzgojen ili divlji) i haringa (bilo pacifička ili atlantska) jedine su riblje vrste od svih nabrojanih čiji intervali vrijednosti ovih nutrijenata kotiraju nešto više od onoga srdele. Uz eventualan dodatak da se skuša nalazi blago ispod s vrijednošću od 0,3 pa do 1,57, u optimalnom slučaju.

Što se količine tiče, primjerice, potrebno je pojesti duplu porciju svježih tune kako bi unos EPA + DHA u gramima bio jednak onome od jedne porcije srdele. S komercijalnom odnosno konzerviranom tunom, svijetlom ili bijelom, situacija još više ide u korist srdele, budući da se u ovome slučaju porcija treba povećati za dodatnih 30-50 % kako bi se unijela vrijednost omega-3 masnih kiselina u ekvivalentu jedne porcije srdele.

Što nas dovodi do zaključka da je na 1 porciju (određene gramaže) srdele potrebno pojesti još 2 do 6 porcija (iste te gramaže) tune kako bi postigli ekvivalentan unos EPA + DHA u gramima.

Tablica 2. Količina EPA + DHA masnih kiselina u ribi i količina ribe na dan za zadovoljenje potreba od 1g EPA + DHA masne kiseline (Kris-Etherton i sur., 2002)

Vrsta ribe	Sadržaj EPA + DHA, g/3 oz (jedna porcija ribe =1 oz) ili g/g ulja	Količina ribe na dan za zadovoljenje potreba od 1 g EPA + DHA na dan, broj porcija (oz) ili g/g ulja
Svijetla konzervirana Tuna	0,26	12
Bijela konzervirana Tuna	0,73	4
Svježa Tuna	0,24-1,28	2,5-12
Sardina	0,98-1,70	2-3
'Chum' Losos	0,68	4,5
'Sockeye' Losos	0,68	4,5
'Pink' Losos	1,09	2,5
'Chinook' Losos	1,48	2
Atlantski uzgojen Losos	1,09-1,83	1,5-2,5
Atlantski divlji Losos	0,9-1,56	2-3,5
Skuša	0,34-1,57	2-8,5
Haringa pacifička	1,81	1,5
Haringa atlantska	1,71	2
Pastrva uzgojena	0,98	3
Pastrva divlja	0,84	3,5
Iverak	0,4-1,0	3-7,5
Bakalar	0,2	15
Som uzgojeni	0,15	20
Som divlji	0,2	15

Mediteranska prehrana se smatra jednim od najzdravijih režima prehrane u svijetu, a počiva na konzumaciji plave ribe poput jeftine, ali zdrave srdele. Srdele smatraju hraniteljicom mediterana upravo zbog niske cijene, velike rasprostranjenosti i količine te dostupnosti cijele godine.

Velika prednost je što govorimo o jednoj od najčišćih riba, koja je na dnu prehrambenog lanca i kratkog životnog vijeka. Najpoznatiji oblik srdela su konzervirane srdele, najčešće u kvalitetnom maslinovom ulju, gdje riba ne gubi na hranjivoj vrijednosti.

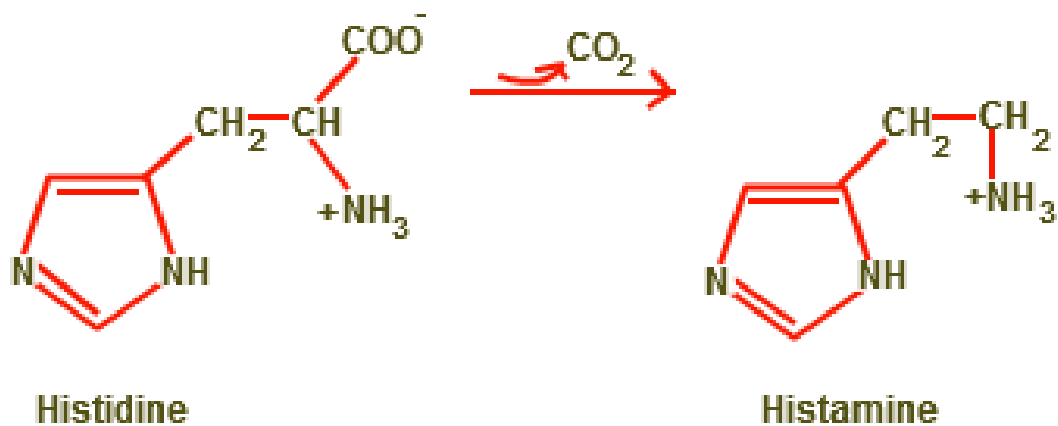
### **2.3.1. VAŽNOST POZNAVANJA KEMIJSKOG SASTAVA ZA POTROŠAČE**

Upravo zbog obilja nezasićenih masnih kiselina, minerala i vitamina, preporuke nutricionista o važnosti prehrane bogate plavom ribom dolaze sve više i više svakim danom. S druge strane, uz konzumaciju plave ribe vežu se i potencijalni rizici koji uz uvjet zdravstvene neispravnosti ribe mogu narušiti zdravlje potrošača. U moguće rizike koji ugrožavaju sigurnost konzumacije plave ribe, pa tako i srdela ubraja se kontaminacija dioksinima ili poklikloriranim bifenilima, kontaminacija živom, olovom i kadmijom, kontaminacija patogenim mikroorganizmima. Važna opasnost kod konzumacije sve plave ribe je nastanak histamina nakon ulova (Nosić i Krešić, 2015).

Kemijske opasnosti, posebno teški metali poput žive (metil-živa) predstavljaju rizik kada se radi o većim, predatorskim ribama, pri čemu se uvijek ističe tuna. Manje plave ribe, kao što je srdela, ne predstavljaju značajan rizik za potrošače.

Od potencijalnih opasnosti koje se mogu naći u plavoj ribi, važno je naglasiti ranije spomenutu intoksikaciju histaminom. Dekarboksilacija slobodne aminokiseline histidin odvija se uslijed metabolizma bakterija pomoću enzima histidin-dekarboksilaza. Razine slobodnog histidina variraju od 1g/kg u haringama do 15 g/kg u mesu tunjevine. Toksični učinak histamina pojačavaju biogeni amini putrescin i kadaverin.

Prisutnost biogenih amina smatra se izvrsnim pokazateljem svježine ribe, budući su u svježoj ribi zastupljeni u vrlo malim koncentracijama, a udio im se povećava tijekom vremena pohrane. Inaktivacija histidin-dekarboksilaze se uglavnom odvija na temperaturi iznad 65 °C. Upravo iz tog razloga je koncentracija biogenih amina, prilikom kuhanja, 4-10 puta niža nego prilikom soljenja i sušenja ribe (Bogdanović i sur., 2009).



Slika 3. Proces konverzije aminokiseline histidin u biogeni amin histamin (Anonymous 4)

Optimalna temperatura za mikrobiološku fazu nastajanja histamina je oko 20 °C, a ubrzano nastajanje histamina je primijećeno u mesu tunjevine pri 25 °C (Daisuke, 2014). Histamin će nastati u svim uvjetima u kojima je prisutan enzim histidin-dekarboksilaza, što znači da je njegova glavna osobina termostabilnost, te da se ne uklanja na lake načine uobičajenim postupcima prerade (zamrzavanjem, odmrzavanjem, termičkom obradom).

S obzirom da je razvoj koncentracije histamina zabilježen na temperaturi od 32.2 °C može se zaključiti da će histamin prije nastati kao rezultat nepravilnog skladištenja na povišenoj temperaturi, nego dugotrajnog skladištenja na nižoj temperaturi (Ćavar, 2017).

Histaminska trovanja ribom nemaju velik utjecaj na zdravlje ljudi. To je općenito blaga, ali neugodna bolest, koja izaziva nelagodu od tek nekoliko sati. Stopa bolesti može se približiti 100% nakon konzumacije toksične ribe, ali smrtnost je jako rijetka. Međutim, bolest može biti ozbiljnija kod ljudi koji uzimaju određene lijekove ili s već postojećim plućnim, srčanim ili bubrežnim problemima (Lehane i sur., 2000).

S obzirom da su ovakva trovanja općenito blaga i kratkog trajanja, te da postoji antihistaminska terapija, male epidemije većinom nisu prijavljene čak ni u dnevnom tisku. S druge strane, trovanje histaminom je od iznimne važnosti u pogledu sigurnosti hrane. Čak i u zemljama u kojima se provodi vrlo dobro promatranje i provjeravanje razina histamina, moguće je da će se pojaviti ovakav problem s vremena na vrijeme. Također moramo znati da potrošači postaju sve zahtjevniji u pogledu sigurnosti hrane (Lehane i sur., 2000).



## 2.4. VAŽNOST ZA RIBLJU INDUSTRIJU

Kao što je ribarstvo Norveške poznato po bakalaru, Engleske po haringi, tako je i naše ribarstvo poznato po srdeli, koja predstavlja značajan udjel našeg ulova.

Ukupan ulov i uzgoj (proizvodnja) morske ribe i drugih morskih organizama u 2016. veći je u odnosu na prethodnu godinu za 799 tona, odnosno 0,9 %. Količina plave ribe veća je za 0,9 %, dok je količina ostale ribe povećana za 4,6 % te ljuskavaca za 5,5 %. Od ukupnog ulova plave ribe najveći udio odnosi se na ulov srdele (78,9 %) (Anonymous 5).

Riboprerađivačka industrija u Hrvatskoj većinom se bazira na konzerviranoj maloj plavoj ribi, i to uglavnom srdeli, ali se u zadnjim godinama primjećuje tendencija povećanja proizvodnog asortimana, pa tako npr. proizvodnja soljene konzervirane ribe poput inćuna, poglavito raste.

Najvažnije zemlje u koje se izvozi naša kvalitetna riba i riblji prerađevine su Italija, Japan, Slovenija, Srbija, Crna Gora te Bosna i Hercegovina. Najznačajniji proizvodi su svježa riba (ulovljena i uzgojena) te riblje prerađevine (konzervirana riba i soljena riba) (Mišura i sur., 2008).

U Registar ribarske flote Republike Hrvatske upisano je 4039 plovila. Najveći postotak flote (preko 80 %) čine plovila manja od 12 metara duljine.

Najznačajniji dio ukupne tonaže hrvatske ribolovne flote čine plivarice, a najznačajniji dio ukupne snage višenamjenska plovila. Plivarice čine oko 5 % flote i ovim plovilima ostvaruje se najveća količina ulova (oko 89 %). Povlačnim ribolovnim alatima ostvaruje se oko 8% ulova, dok se mrežama stajaćicama ostvaruje nešto preko 1 % ukupnog ulova. Najveći dio ulova – preko 80 % - čini mala plava riba (srdela i inćun).

Od ukupnog ulova, udio ulova bijele i plave ribe iznosi oko 96%, glavonožaca oko 2 %, rakova i školjkaša oko 2 % (Anonymous 6).

	ukupno <i>Total</i>	plava riba <i>Pelagic fish</i>	ostala riba <i>Other fish</i>	Morska riba/ <i>Sea fish</i>		Slatkovodna riba <sup>1)</sup> / <i>Freshwater fish<sup>1)</sup></i>
				ljuskavci <sup>2)</sup> <i>Crustaceans<sup>2)</sup></i>	kamenice <sup>2)</sup> , ostali mekušci i školjkaši <i>Oysters<sup>2)</sup>, other molluscs and shellfish</i>	konzumna riba <i>Consumable fish</i>
2012.	72 714	58 687	9 040	487	4 500	4 268
2013.	85 713	71 008	10 182	685	3 838	3 288
2014.	88 847	73 964	10 941	764	3 178	3 860
2015.	84 229	67 739	12 521	875	3 094	4 891
2016.	85 028	68 339	13 102	923	2 664	4 099

1) Proizvodnja u ribnjacima i ulov u otvorenim vodama. Uključen je ulov u otvorenim vodama samo za obrtnike koji obavljaju gospodarski ribolov.

2) Podaci se odnose na jestivu i nejestivu težinu ulova.

1) Production in fishponds and catches in natural waters. Included are catches in natural waters only for private independent fishermen engaged in commercial fishing.

2) Data refer to edible and non-edible fish.

Izvor: Ministarstvo poljoprivrede – Uprava ribarstva

Source: Ministry of Agriculture – Directorate of Fisheries

Slika 4. Ulov u tonama morske i slatkovodne ribe u Hrvatskoj do 2017. godine

(Anonymous 7)

Poznate prerađivačke tvornice ribe u Hrvatskoj su „Mardešić“ u Salima na Dugom Otoku, „Cromaris“ u Zadru, „Sardina“ u Postirama na otoku Braču, „Mirna“ Rovinj, „S.I.C.“ u Višnjaju u blizini Poreča itd.

Te su tvornice, sa stoljetnom tradicijom, nasljednice moćne hrvatske riblje prerađivačke industrije s početka stoljeća, i sve su one tijekom proteklih četrdesetak godina doživjele znatne poteškoće u poslovanju. O tome najslikovitije govori primjer nedavno ugašene posljednje tvornice za preradu ribe u Komiži – „Neptun“ (Jovanović i sur., 2010).

Gospodarski najproduktivniji dio Jadrana je sjeverni Jadran, u kojemu se lovi oko 60 % ukupnog ulova ribe i glavonožac. Najvažnija vrsta našeg Jadrana je srdela, *Sardina pilchardus*, koja svojom pojavom, kao i pojavom drugih vrsta male plave ribe, dokazuje izrazita kolebanja.

Poznate su godine bogatog i siromašnog ulova male plave ribe, a uglavnom se godine dobrog ulova poklapaju s razdobljima jadranskih ingresija, kada ulijevanje slanije vode iz Mediterana u jadranski bazen pozitivno djeluje na organsku proizvodnju u našem moru (Jovanović i sur., 2010).

#### **2.4.1. VAŽNOST POZNAVANJA KEMIJSKOG SASTAVA KOD PRERADE RIBE**

Za riblje industrije iznimno je važno poznavati kemijski sastav ribe jer kvaliteta konačnog proizvoda varira ukoliko sirovina sadrži više ili manje udjele masti od one optimalne za pojedini tip proizvoda.

Kao što je rečeno, sitne plave ribe imaju puno više masti u mišićnom tkivu od demerzalnih riba (brancin, orada, oslić, bakalar). Razlog tomu jest njihov način života, u kojem im je potrebna energija za kontinuirano i dugotrajno plivanje. Izvori energije mišića za takvu dugotrajnu aktivnost kod riba, kao i kod ljudi, su masti koje se aerobno razgrađuju stvarajući velike količine energije. Druga karakteristika većine pelagičkih riba jest fluktuacija sadržaja masti s obzirom na period mriješćenja, tako da kod primjerice incuna sadržaj masti varira od 1-4 % s obzirom na mjesec izlova u godini, a kod srdela ili haringi je ovaj raspon i preko 15 % (Vidaček, 2013).

Upravo iz tog razloga pri raznim operacijama prerade ribe, gdje su konačni proizvodi riblje prerađevine, važno je imati na umu da se u ovom slučaju radi o masnoj vrsti ribe. Masti svojim karakterističnim svojstvima određuju proces prerade ribe.

Jedan od takvih procesa konzerviranja je zamrzavanje ribe. Tijekom procesa prerade u zamrznute proizvode poput zamrznutih cijelih riba, zamrznutih fileta, zamrznutih rakova, paniranih ribljih štapića, zamrzavanjem se zaustavlja mikrobiološko kvarenje i uništavaju paraziti no zbog autolitičkih procesa koji se provode i pri niskim temperaturama, trajnost zamrznutih proizvoda ribarstva je ograničena. Ti procesi se odnose na organoleptičke promjene na miofibrilarnim proteinima i mastima. Pri tome, masnije vrste riba su podložnije prvenstveno oksidaciji masti, dok su one s niskim udjelom masti povezane s promjenama na proteinima pa je tako rok trajanja zamrznute masne ribe povezan s izrazito užeglim okusom, a rok trajanja mršave ribe s tvrdoćom teksture i gubitkom tekućine. Zaključuje se, da će se upravo iz tog razloga masnija riba brže kvariti nakon procesa smrzavanja ribe (Vidaček, 2013).

Još jedna tehnološka operacija kod prerade ribe je soljenje. Ta operacija također ovisi o vrsti ribe jer svaka vrsta ribe ima drugačiji kemijski sastav. Tehnologija soljenja obuhvaća evisceraciju i djelomičnu obradu ribe, zatim soljenje solju, otopinom soli (salamurom) ili kombinacijom ta dva načina soljenja, te zrenje od 2 do 6 mjeseci. Nakon zrenja, riba se fileтира, doraduje i pakira u staklenke ili limenke. Glavna faza tehnologije soljenja ribe je samo soljenje i odležavanje ribe, a njezin cilj je što brže prodiranje soli u tkivo ribe radi sprječavanja rasta bakterija. Brzina penetracije soli ovisna je o nekoliko faktora, a to su: vrsta i stanje ribe, temperatura procesa, koncentracija salamure, sadržaj masti ribe. Upravo ovaj zadnji faktor je vezan za vrstu ribe kakva je srdela. Viši udjeli masti u ribi usporavaju soljenje, odnosno prodiranje soli u tkivo ribe, pa je takvu ribu potrebno vremenski duže soliti (Vidaček, 2013).

Riba se može konzervirati na djelomičan i potpun način. U djelomične postupke ubrajaju se hlađenje, sušenje, mariniranje i soljenje. Takvi postupci ne uništavaju mikroorganizme nego samo zaustavljaju njihovo djelovanje, s čime proizvod čuvaju od kvarenja na ograničeno vremensko razdoblje. S druge strane, sterilizacija se ubraja u potpune postupke konzerviranja u kojem se uništavaju mikroorganizmi kao uzročnici kvarenja proizvoda te se s time produljuje rok trajanja samog proizvoda. U današnje vrijeme najčešći su kombinirani postupci konzerviranja, npr. hlađenje pa steriliziranje (Jovanović i sur., 2010).

## **2.5. VARIJACIJE KEMIJSKOG SASTAVA TIJEKOM GODINE**

Sadržaj masti u tkivu srdela tijekom sezone široko varira te je različit u različitim mjesecima u godini. Faktori koji utječu na varijaciju su dostupnost hrane, temperatura vode, seksualna aktivnost životinje. Niže razine masti tijekom mjeseci spolnih aktivnosti, rezultat su mobilizacije masnoća zbog intenzivnih priprema za gametogenezu. Masne kiseline koje dominiraju u ovoj vrsti ribe su polinezasićene omega-3 masne kiseline EPA i DHA. Kod istraživanja Bandarra i suradnika (1997), EPA svoj maksimum doseže u rujnu, a DHA u kolovozu. Njihovo istraživanje provedeno je s ulovljenim srdelama kraj portugalske obale tijekom razdoblja od 5. mjeseca 1994 do 4. mjeseca 1995. godine.

Pešić i suradnici (2010) istražili su da je najniži gonadosomatni indeks (GSI), čija je vrijednost ispod 1, izmjeren u lipnju, srpnju i kolovozu, što odgovara gonadnom odmaranju spolnih žlijezda srdela. Gonadosomatni indeks je broj koji govori koliko je spolno zrela određena jedinka ribe, a izračunava se omjerom između mase spolnih žlijezda i mase tijela ribe. Postepeno se GSI povećava od rujna do listopada i doseže najveću vrijednost u veljači, otprilike 5,22 za ženke i 6,58 za mužjake. Nakon što prođe period mriještenja, krajem proljeća i početkom ljeta, srdele migriraju iz daljih područja u moru prema obalnim vodama Jadranskog mora, gdje se u tom periodu godine nalaze bolji uvjeti za hranjenje.

Lipidne rezerve su osobito važni atributi riba, jer imaju enorman utjecaj na rast, opstanak, zrelost i razvoj spolnih žlijezda. Kako količine masti u srdeli variraju tijekom cijele godine, za riboprerađivačku industriju jako je važno da na vrijeme prikupi podatke o sadržaju lipida u tkivima srdele tijekom pojedinog mjeseca u godini (Mustać i Sinovčić, 2009).

U radu Zorica i suradnici (2017) ispitivane su sezonske oscilacije indeksa kondicije te je zaključeno da su ispitivani uzorci bili u najboljem stanju na početku spolnog ciklusa. Analiza sadržaja želuca pokazala je da srdele preferiraju životinjsku hranu, iako je prisutna i pokoja biljna komponenta. Promjene tijekom sezone su također zabilježene u prehrani analiziranih srdela, u smislu aktivnosti hranjenja i količine plijena. Promatrane sezonske promjene indeksa kondicije i indeksa ispunjenosti dodatno su potvrdile da su srdele u najboljem stanju na početku sezone mrijesta, za koju su se pripremili višim intenzitetom hranjenja, što je dovelo do veće pohrane konzumirane energije.

Dakle, brojne su varijacije u kemijskom sastavu srdela tijekom godine, a osim po godišnjem dobu varijacije u kemijskom sastavu ove morske ribe mogu ovisiti i o dužini ribe i njezinom indeksu kondicije, spolu životinje; što potvrđuju istraživanja.

Tako Caponio i suradnici (2004) u svome radu zaključuju neke zanimljivosti što se tiče polinezasićenih omega-3 masnih kiselina, konkretno EPA i DHA, koje su najvažnije masne kiseline. Istraživanjem na sdelama ulovljenim u Jadranskom moru u 1. mjesecu 2003. godine, zaključeno je da su vrijednosti EPA bile znatno više u ženskim nego u muškim primjercima, i značajno više u obujmom većim jedinkama, dok su s druge strane vrijednosti DHA bile značajno više kod muških jedinki ali su također, kao i EPA, vrijednosti veće što su jedinke duže.

## **3. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **3.1. MATERIJALI**

Srdele su ulovljene u Jadranskom moru u 4., 8., i 12. mjesecu. Neposredno nakon ulova, srdele su poleđene i dopremljene u laboratorij na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu, gdje su zamrznute do daljnjih analiza. Nakon odmrzavanja, srdelama su uklonjene ljuske i utroba. Mišićno tkivo odvojeno je od kostiju te homogenizirano u skupni uzorak (svaka grupa zasebno) koji je korišten za sve daljnje analize. Laboratorijske analize provedene su na pripremljenim uzorcima u dvije paralele. Pripremljeno je 3 grupe uzoraka (4., 8., i 12. mjesec). Unutar svake grupe uzoraka srdele su razvrstane prema totalnoj dužini (TL) i indeksu kondicije ribe (IK). Prva tri uzorka imaju različitu duljinu (mm) ( $U_1 = 12,5 - 13,5$ ;  $U_2 = 13,6 - 14,5$ ;  $U_3 = 14,6 - 15,5$ ), a isti indeks kondicije (0,72 - 0,77). Četvrti uzorak ima istu duljinu (14 cm), a različite indekse kondicije. Dakle skupljeno je 12 uzoraka, s obzirom da svaki uzorak ima dvije paralele, pripremljeno je 24 uzorka za analizu.

### **3.2. METODE**

Istraživanje osnovnog kemijskog sastava srdele obuhvatilo je određivanje udjela vode (AOAC, 1995), udjela pepela (AOAC, 1995), udjela proteina (AOAC, 1995) i udjela masti (Smedes, 1999).

Rezultati su analizirani jednosmjernom analizom varijance (one-way ANOVA) i Tukey post-hoc testom uz razinu značajnosti  $P < 0,05$ . Statistička obrada podataka provedena je u računalnom programu SPSS verzija 9.0 (SPSS, Chicago, IL, USA).

#### **3.2.1. Određivanje udjela vode**

Pod pojmom količina vode u različitim namirnicama, podrazumijeva se gubitak na težini uzorka sušenjem do konstantne mase. Sušenje se vrši sve dok se masa ostatka poslije produženog sušenja više ne smanjuje, odnosno dok razlika u masi dvaju uzastopnih sušenja ne iznosi više od 1 – 3 mg. U nekim se propisima navodi „dok razlika uzastopnih vaganja ne bude manja od 0,1% originalne mase uzorka“. Sušenje se vrši na temperaturi  $103 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2$ .

Postupak:

Mišićje se homogenizira kompletno, gnječenjem u Al-zdjelicama. Uzima se oko 3 g.

1. U niske Al-zdjelice stavi se kvarcni pijesak (oko 5 grama) i stakleni štapić te se sve skupa stavi u sušionik na zadanu temperaturu. Posudice se suše oko 30 minuta (nakon što se postigne temperatura), bez poklopca (poklopac se nasloni za zdjelicu). Nakon toga se posudice poklope u sušioniku, hlade u eksikatoru do sobne temperature (30 min), nakon čega se važu na vagi ( $m_0$ ) te se ta masa upisuje u tablicu.

2. U izvagane i osušene Al-posudice doda se oko 3 g uzorka homogeniziranog uzorka, lagano se pomiješa s kvarcnim pijeskom staklenim štapićem te se posudice poklope i izvažu ( $m_1$ ).

3. Posudice s uzorkom se otklope i stave u sušionik na 2,5 h na zadanu temperaturu, nakon čega se poklapaju i hlade u eksikatoru (30 min) te se važu ( $m_2$ ). Postupak se ponavlja sve dok se dva uzastopna mjerenja (nakon 1 sat sušenja) ne razlikuju više od 0,1 %.

Izračun:

Udio vode se računa prema formuli:

$$w = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad [1]$$

### 3.2.2. Određivanje količine mineralnih tvari

Ukupni sadržaj mineralnih tvari neke namirnice može se procijeniti na osnovu količine pepela, koji predstavlja anorganski ostatak koji zaostaje nakon spaljivanja organskog dijela namirnice.

U pepelu se nalaze različiti kationi (kalija, natrija, magnezija, mangana i dr.), koji se nalaze uglavnom u obliku fosfata, karbonata, klorida, silikata i oksida. U malim količinama mogu se naći i željezo, aluminij, bakar i dr.

Postupak:

Neposredno prije upotrebe lončići za spaljivanje žare se u mufolnoj peći na temperaturi od 550 °C do postojane mase (u pravilu je dovoljno 15 minuta), zatim se hlade najmanje 1 sat u eksikatoru i važu.

Izvaže se 5 g uzorka ( $\pm 0,01$  g) u pripremljeni lončić. Uzorak u ravnomjernom sloju rasporedi se po lončiću.

Polako se zagrijava preko Bunsenovog plamenika ili električnog grijača dok uzorci ne karboniziraju. Nakon toga uzorci se stavljaju u mufolnu peć, prethodno zagrišanu na 550 °C i ostave se sve dok se ne dobije bijeli ili blijedo zeleni pepeo. Po završetku spaljivanja lončići se stavljaju u eksikator na hlađenje. Tek nakon potpunog hlađenja, što zahtijeva stajanje od najmanje 1 sata, lončići se važu.

Izračun:

$$\% \text{ pepela} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times 100 \quad [2]$$

$m_1$  - masa prazne posudice (g)

$m_2$  - masa posudice s uzorkom prije sušenja(g)

$m_3$  - masa posudice s pepelom (g)



Ukoliko se radi pojedinačna analiza mineralnih tvari u pepelu, pepeo je potrebno sačuvati. Pepeo se može izraziti i na suhu tvar.

### 3.2.3. Određivanje udjela proteina po Kjeldahl-u

Po ovoj metodi količina proteina u namirnicama određuje se indirektno iz količine dušika. Dušik je karakteristični sastojak svih proteina i u njima ga nalazimo prosječno 16 %.

Postupak se sastoji od tri faze: vlažnog spaljivanja/oksidacije; destilacije i titracije.

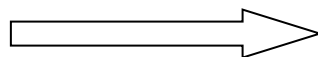
Princip određivanja:

Uzorak se zagrijava s koncentriranom sumpornom kiselinom uz dodatak katalizatora ( $\text{CuSO}_4$ ) i soli za povišenje vrelišta ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) prilikom čega dolazi do potpune oksidacije organske tvari ( $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ ) a dušik koji se pri tome oslobađa u obliku  $\text{NH}_3$  s  $\text{H}_2\text{SO}_4$  daje  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ . U drugoj fazi određivanja (destilacija), djelovanjem lužine na amonijev sulfat oslobađa se amonijak koji se predestilira vodenom parom u tikvicu s kiselinom poznate koncentracije. Višak kiseline odredi se titracijom.

#### Mineralizacija

$\text{H}_2\text{SO}_4$  + Kjeldahl katalizator

Organski dušik

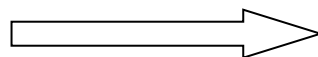


$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Oksidacija/visoka temperatura

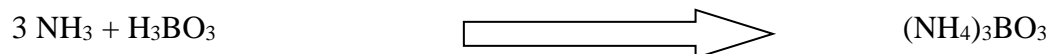
#### Alkalizacija s NaOH u suvišku

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2 \text{NaOH}$

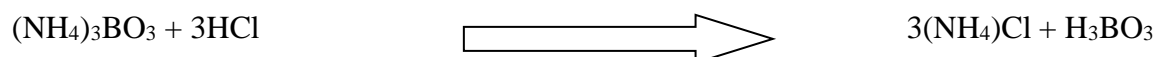


$2 \text{NH}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$

Destilacija u bornu kiselinu u suvišku



Titracija amonijevog borata klorovodičnom kiselinom



Postupak:

Postupak u bloku za spaljivanje:

Epruvete za spaljivanje moraju biti čiste i suhe. Uzorak se važe na listić aluminijske folije (2 g s točnošću  $\pm 0,01$  g), umota se i ubaci u epruvetu. U svaku kivetu dodaju se 2 tablete Kjeldahl katalizatora i 14 mL konc.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  kiseline i 5 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  te se lagano miješa dok se uzorak potpuno navlaži.

Po završetku reakcije, stalak s epruvetama stavi se u digestijsku jedinicu za mineralizaciju i uključi se sistem za odvod para. Prvih 10 minuta spaljivanje ide uz maksimalan protok vode (10 minuta) nakon čega se protok vode mora smanjiti na 50 %.

Mineralizacija je gotova nakon što tekućina u epruvetama je bistra i svijetlo zelene boje. Epruvete se zajedno sa stalkom uklone iz digestijske jedinice i ostave hladiti zajedno s poklopcem do sobne temperature. Tada se u svaku epruvetu oprezno doda 80 mL destilirane vode.

Postupak destilacije:

Na postolje u destilacijskoj jedinici stavi se Erlenmeyer tikvica u kojoj se nalazi 25 mL borne kiseline, i podigne u gornji položaj tako da je destilacijska cjevčica uronjena u otopinu. Kjeldahlova epruveta stavi se na svoje mjesto i zatvore se sigurnosna vratašca. Dozira se 50 mL 40 % NaOH u Kjeldahlovu epruvetu. Destilacija se odvija 4 minute. Destilat je zelene boje što ukazuje na prisustvo amonijaka. Destilat mora biti hladan jer u protivnom (što je destilat topliji) dolazi do gubitka amonijaka.

Titracija klorovodičnom kiselinom:

Napunite biretu s 0,2 N HCl i titrirati direktno u prihvatnu tikvicu. U završnoj točki boja otopine postane blijedo ružičasta.

Izračun:

$$\% N = \frac{(T - B) * c(HCl) * 14,007 * 100}{m(uzorak)[mg]} \quad [3]$$

gdje je:

T – utrošeni mL 0,2 M otopine HCl za titraciju uzorka

B -utrošeni mL 0,2 M otopine HCl slijepe probe

$c(HCl) = 0,2 \text{ mol/L}$

$\% \text{ proteina} = \% N * 6,25$

### 3.2.4. Određivanje udjela masti ekstrakcijom po Smedesu

Masti se ekstrahiraju cikloheksanom i propan-2-ol-om. Prelaze u cikloheksan dodatkom vode. Odvajanje faza postiže se centrifugiranjem. Masti se određuju gravimetrijski nakon odvajanja iz cikloheksanskog sloja i otparavanja.

Materijali:

Deionizirana voda

Propan-2-ol: ACS grade

Cikloheksan: ACS grade

Otopina A: Propan-2-ol – cikloheksan (w/w), 16-20

Otopina B: 13 % (w/w) propan-2-ol u cikloheksanu 14

Postupak:

2.5 g homogeniziranog uzorka ( $\pm 0.2$  g) (iz većeg homogeniziranog uzorka od 50- 100 g) stavlja se u tubu za centrifugu od 50 mL te se dodaje 18 mL otopine A. Homogenizira se na ultraturaxu 2 min (11000-13000 rpm) i dodaje 10 mL vode nakon čega se opet homogenizira na laboratorijskom homogenizatoru (Ultra-turrax T-18, Ika, Njemačka) 1 min (11000-13000 rpm). Faze se odvajaju centrifugiranjem (5 min na 2000 rpm) te se zatim organska faza kvantitativno pipetom odvaja u prethodno osušenu i izvaganu tikvicu za otparavanje.

Preostaloj vodenoj fazi u tubi za centrifugu dodaje se 10 mL otopine B. Homogenizira se na ultraturaxu 1 min (11000-13000 rpm). Faze se odvajaju centrifugiranjem (5 min na 2000 rpm). Gornja organska faza se prebacuje u tikvicu za otparavanje koja sadrži prvi ekstrakt. Otapalo se otparava na 51 °C na 235 mbar i zatim suši 1 h na 105°C i na kraju se određuje masa ostatka i preračunava udio masti.

Izračun:

$$\% \text{ masti} = \frac{m \text{ masti nakon vaganja (g)}}{\text{masa uzorka (g)}} \times 100 \quad [4]$$

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom poglavlju su prikazani rezultati istraživanja. Rezultati analiza zapisani su u tablice pomoću kojih su kreirani grafički rezultati, koji prikazuju promjenu kemijskog sastava srdele tijekom godine s obzirom na totalnu duljinu srdele i indeks kondicije srdele.

U tablici 3. prikazan je popis uzoraka kroz tri različita mjeseca ulova srdele. Prva tri uzorka u svakom mjesecu su imala različitu totalnu duljinu srdele (TL) a isti raspon indeksa kondicije (IK), dok je četvrti uzorak u svakom mjesecu imao jednaku totalnu duljinu srdele (TL) a različit indeks kondicije (IK).

Tablica 3. Uzorci srdele s odgovarajućom duljinom i indeksom kondicije

Uzorci	Mjesec	Duljina (cm)	Indeks kondicije
4/1	4.mjesec	12,5 - 13,5	0,72 - 0,77
4/2	4.mjesec	13,6 -14,5	0,72 - 0,77
4/3	4.mjesec	14,6 -15,5	0,72 - 0,77
4/4	4.mjesec	14	Različit IK
8/1	8.mjesec	12,5 - 13,5	0,72 - 0,77
8/2	8.mjesec	13,6 -14,5	0,72 - 0,77
8/3	8.mjesec	14,6 -15,5	0,72 - 0,77
8/4	8.mjesec	14	Različit IK
12/1	12.mjesec	12,5 - 13,5	0,72 - 0,77
12/2	12.mjesec	13,6 -14,5	0,72 - 0,77
12/3	12.mjesec	14,6 -15,5	0,72 - 0,77
12/4	12.mjesec	14	Različit IK

Svaki uzorak analiziran je u paralelama, nakon toga su izračunate srednje vrijednosti svake paralele i standardna devijacija udjela proteina, masti, vode i pepela u svakom uzorku srdele.

Tablica 4. prikazuje u postocima prikazane srednje vrijednosti udjela proteina, masti, vode i pepela prve tri grupe uzorka srdele, koji su po duljinama različiti, te njihove mase i indeks kondicije.

Tablica 5. prikazuje četvrtu grupu uzoraka srdele kojima je u svakom mjesecu duljina jednaka (14 cm).

Tablica 4. Udio makronutrijenata (%), mase (g) i duljine (cm) te indeks kondicije uzoraka srdele

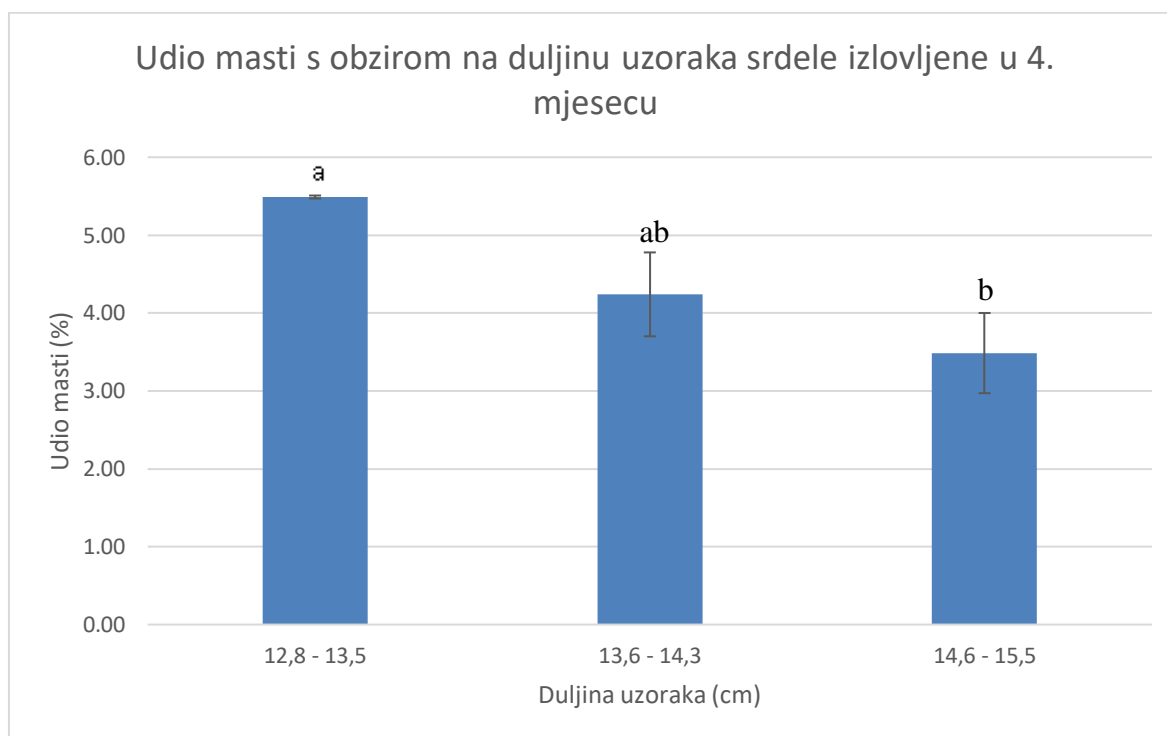
4. mjesec							
	Duljina uzorka (TL)	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa uzorka	IK uzorka
4/1	12,5-13,5	70,6 ± 0,06	5,5 ± 0,01	22,2 ± 0,6	1,7 ± 0,05	17,2	0,75
4/2	13,6-14,5	72,8 ± 0,1	4,2 ± 0,5	22,1 ± 0,1	1,8 ± 0,01	19,7	0,74
4/3	14,6-15,5	72,9 ± 0,6	3,5 ± 0,5	21,8 ± 0,1	1,7 ± 0,04	25,0	0,75
8. mjesec							
	Duljina uzorka (TL)	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa uzorka	IK uzorka
8/1	12,5-13,5	71,3 ± 0,7	6,3 ± 0,6	22,0 ± 0,3	1,6 ± 0,06	16,9	0,74
8/2	13,6-14,5	71,4 ± 0,05	5,6 ± 0,3	21,0 ± 0,2	1,7 ± 0,04	21,8	0,75
8/3	14,6-15,5	73,6 ± 0,21	3,4 ± 0,3	23,0 ± 0,2	1,7 ± 0,05	25,0	0,74
12. mjesec							
	Duljina uzorka (TL)	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa uzorka	IK uzorka
12/1	12,5-13,5	71,8 ± 0,4	5,8 ± 0,05	21,2 ± 0,3	2,0 ± 0,2	16,9	0,75
12/2	13,6-14,5	71,9 ± 0,9	5,6 ± 0,5	20,8 ± 0,4	1,8 ± 0,1	19,5	0,75
12/3	14,6-15,5	71,6 ± 1,2	5,2 ± 0,2	20,9 ± 0,4	1,9 ± 0,3	23,0	0,73

Cilj statističke obrade u ovom diplomskom radu bio je utvrditi:

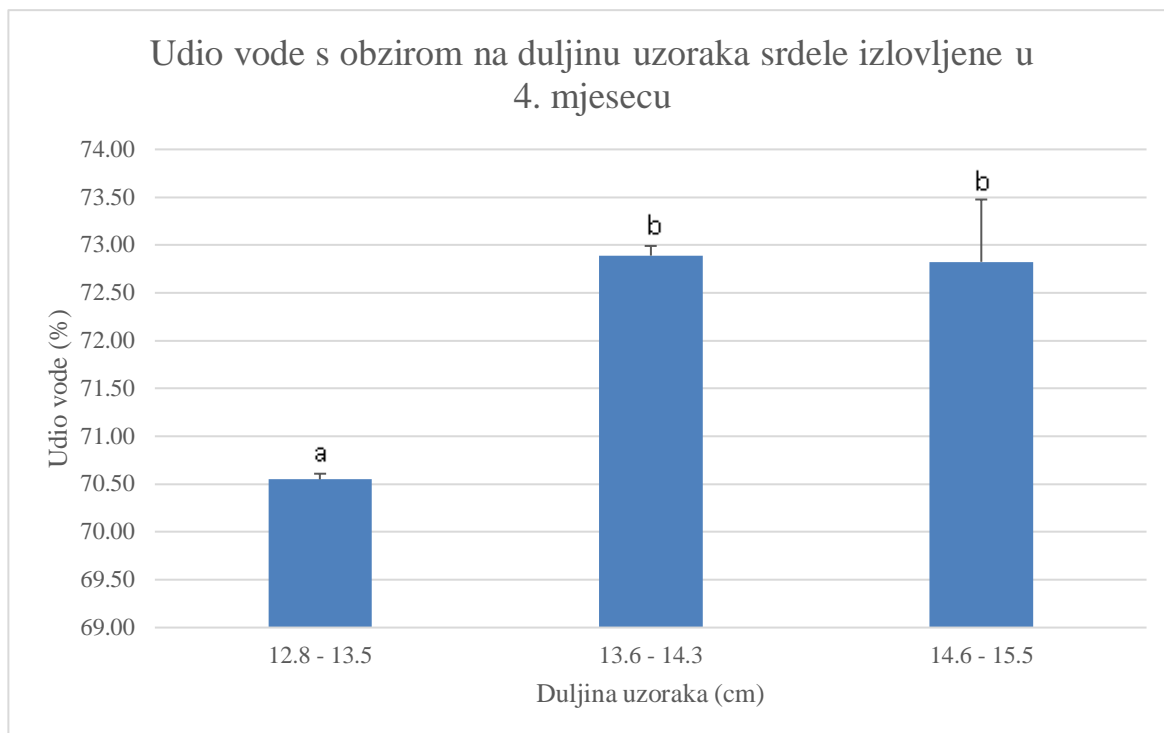
1. Utjecaj duljine uzoraka na kemijski sastav (odvojena analiza za 4., 8. i 12. mjesec),
2. Utjecaj perioda izlova uzoraka na kemijski sastav srdele iste duljine (14 cm),
3. Utjecaj duljine uzoraka na kemijski sastav (prosjek cijela godina).

Pomoću podataka iz tablice 3. kreirani su grafički prikazi koji nam objašnjavaju utjecaj totalne duljine (TL) srdele na njezin kemijski sastav tri uzorka srdele koji su po duljinama različiti.

Na slikama su prikazani samo oni kemijski parametri koji su bili statistički značajno različiti.



Slika 5. Utjecaj duljine na udio masti u uzorku ulovljenom u 4. mjesecu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)



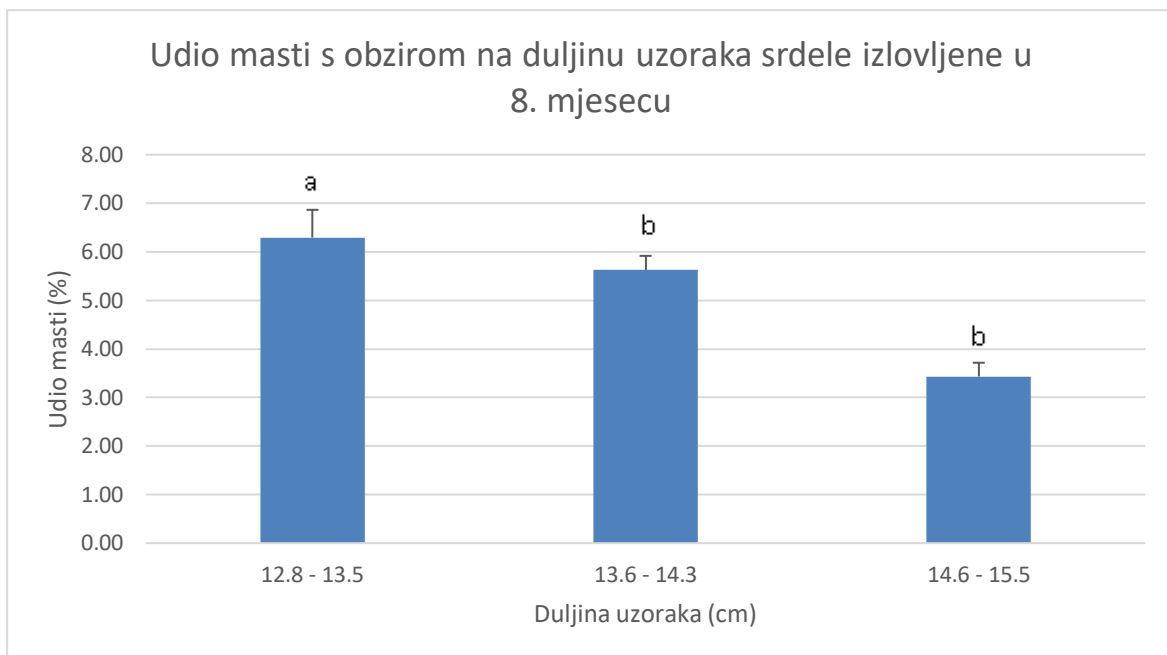
Slika 6. Utjecaj duljine na udio vode u uzorku ulovljenom u 4. mjesecu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)

Gledano kroz odvojenu analizu kroz mjesecu (4., 8. i 12.), utvrđeno je da totalna duljina ima najveći utjecaj na mast i vodu kod uzorka srede ulovljenog u 4. mjesecu. Veći primjerci imaju manje masti od manjih (slika 5.) dok je kod vode obrnuto, veći primjerci imaju više vode, što pokazuje slika 6.

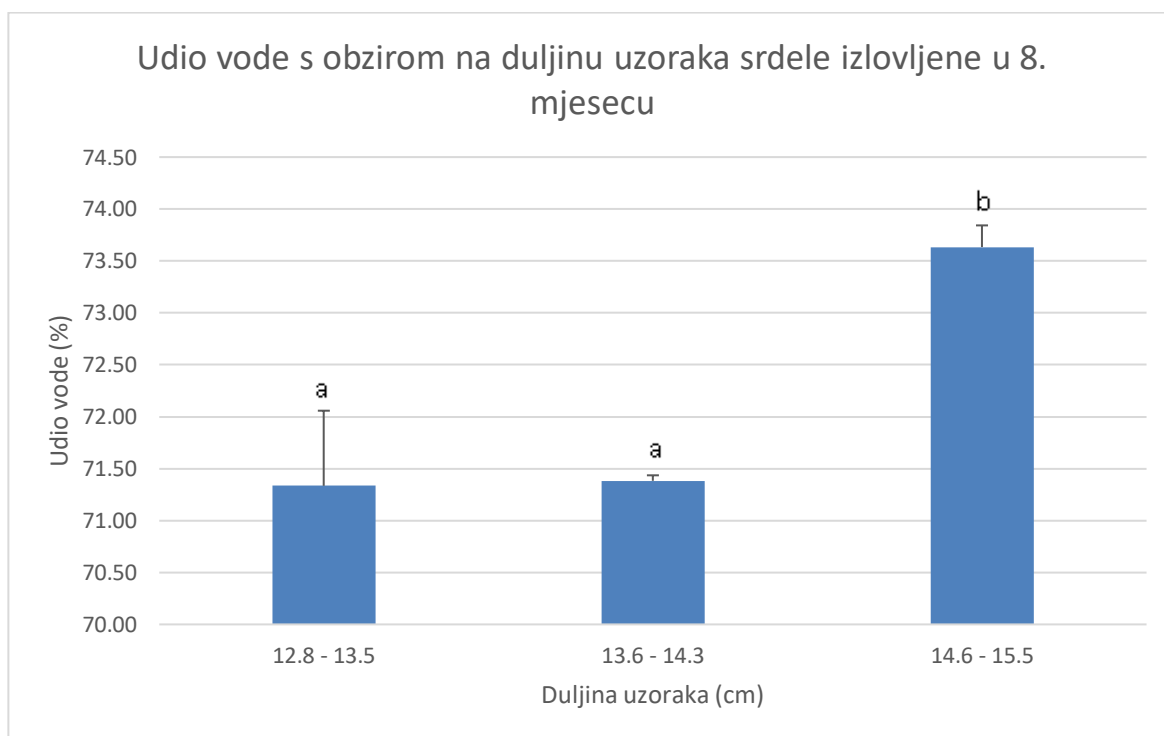
Gledajući uzorke ulovljene u 8. mjesecu, ponavlja se trend da značajniju razliku čine fluktuacije udjela vode i masti; i to ponovno na način da veći uzorci imaju manje masti od manjih (Slika 7.), a dok je s vodom obrnuto proporcionalan slijed – veći primjerci imaju više vode (Slika 8.). No, osim kod ovih dvaju parametara, dolazi do promjena i u još jednom analiziranom parametru – proteinima, i to na način da se razlikuju u sve tri grupe uzoraka (tj. veličina) ulovljenih u ovome mjesecu (Slika 9.).

Dakle, iz ovoga iz izvlači zaključak da iako oni ne rastu proporcionalno s veličinom uzoraka, može se isčitati da proteina ima najviše u većim primjercima.

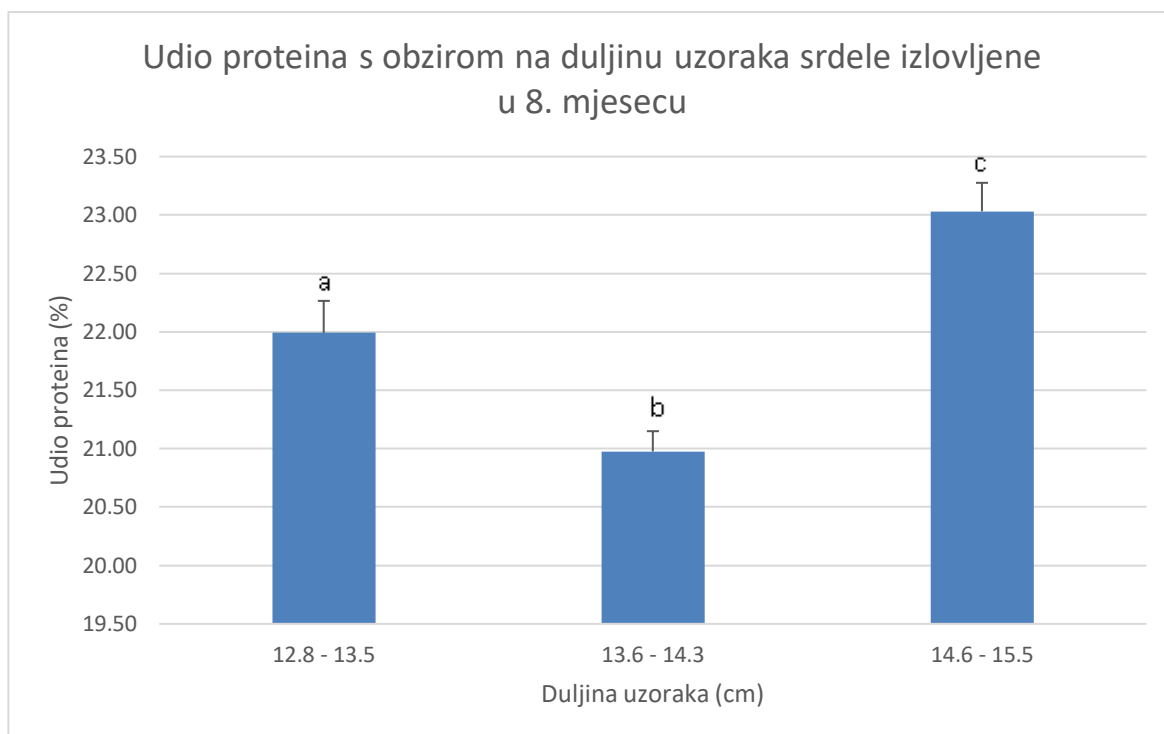




Slika 7. Utjecaj duljine na udio masti u uzorku ulovljenom u 8. mjesecu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)



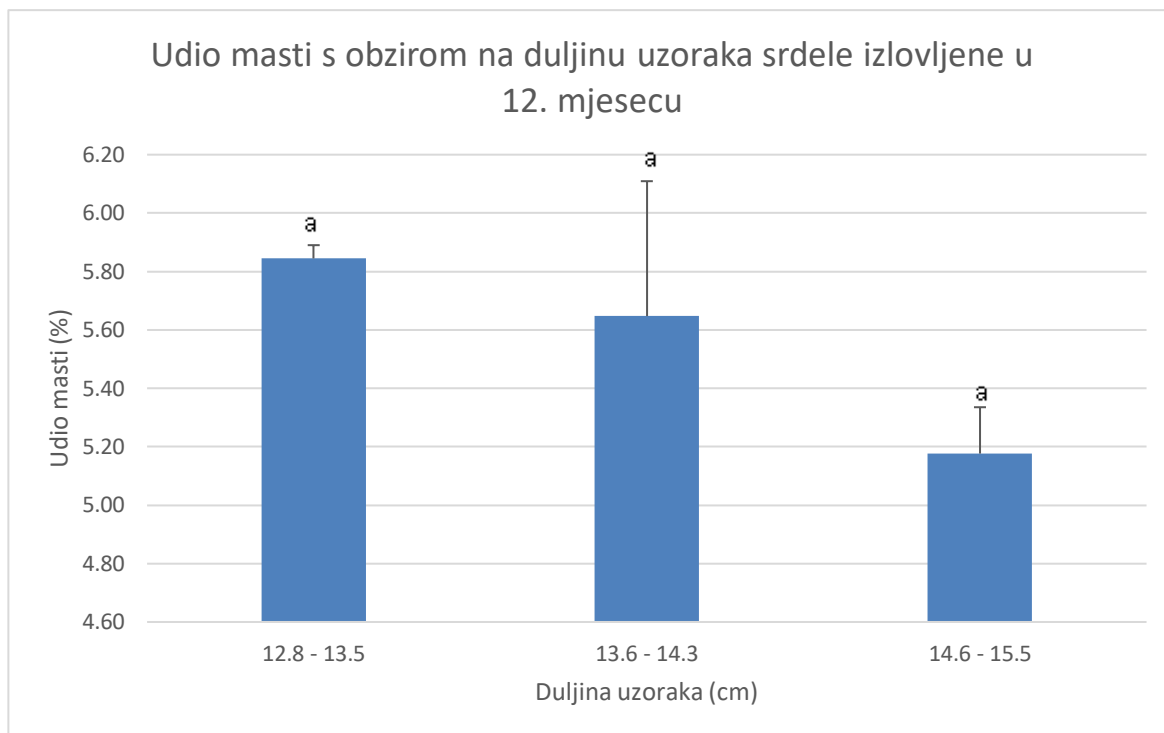
Slika 8. Utjecaj duljine na udio vode u uzorku ulovljenom u 8. mjesecu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)



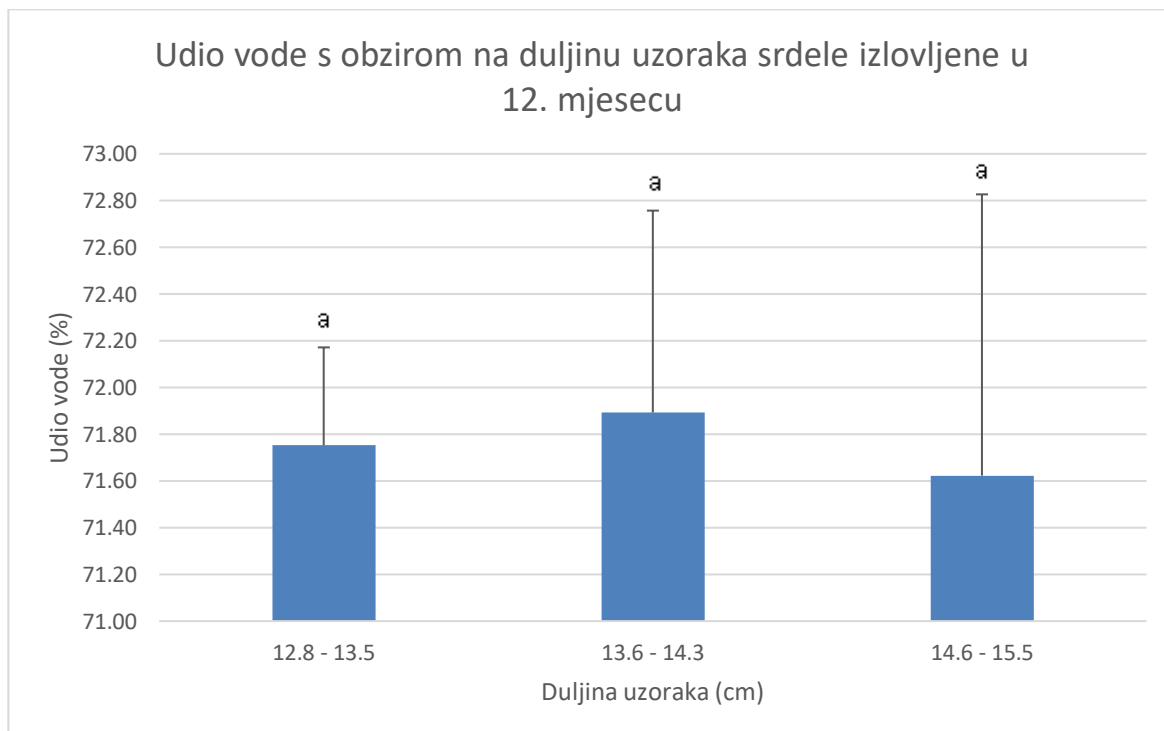
Slika 9. Utjecaj duljine na udio proteina u uzorku ulovljenom u 8. mjesecu (različita slova (a,b,c) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)

Kada je riječ o grupi uzoraka ulovljenih u 12. mjesecu, u nijednome od triju ranije navedenih (promjenjivih) parametara ne dolazi do znatnijih razlika između primjeraka obzirom na njihove različite duljine.

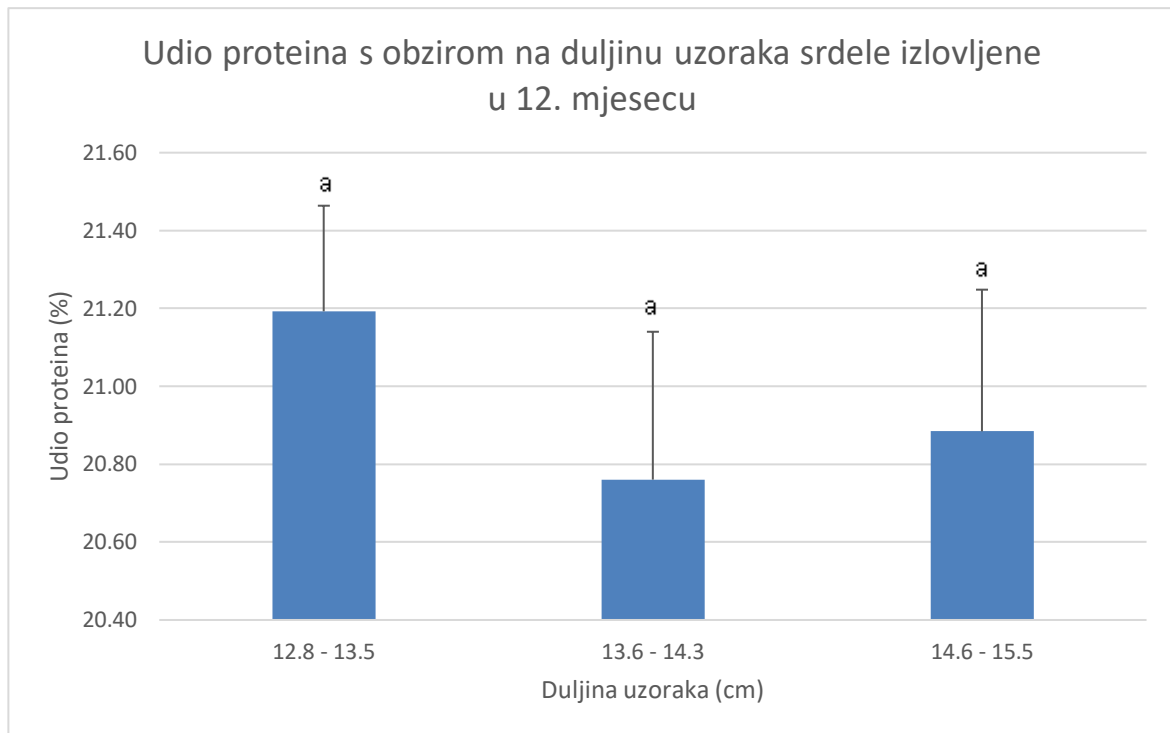
Stoga i primjerice, iz slika 10., 11. i 12. vidljivo je kako su se u uzorcima srdela ulovljenih u ovome mjesecu dogodile neznatne oscilacije između triju parametara (kronološki): bilo masti, vode ili proteina.



Slika 10. Utjecaj duljine na udio masti u uzorku ulovljenom u 12. mjesecu



Slika 11. Utjecaj duljine na udio vode u uzorku ulovljenom u 12. mjesecu



Slika 12. Utjecaj duljine na udio proteina u uzorku ulovljenom u 12. mjesecu

Dakle, zaključno, uzorci srdela ulovljeni u 12. mjesecu pokazuju da u tom periodu godine totalna duljina nema velik utjecaj na kemijski sastav sredele, odnosno povećanjem veličine uzoraka proporcionalno se ne povećavaju ili ne smanjuju makronutrijenti.

Uzorci srdele totalne duljine točno 14 cm, različite mase i indeksa kondicije tijekom 4, 8 i 12. mjeseca su bili četvrta po redu grupa uzoraka u svakome mjesecu.

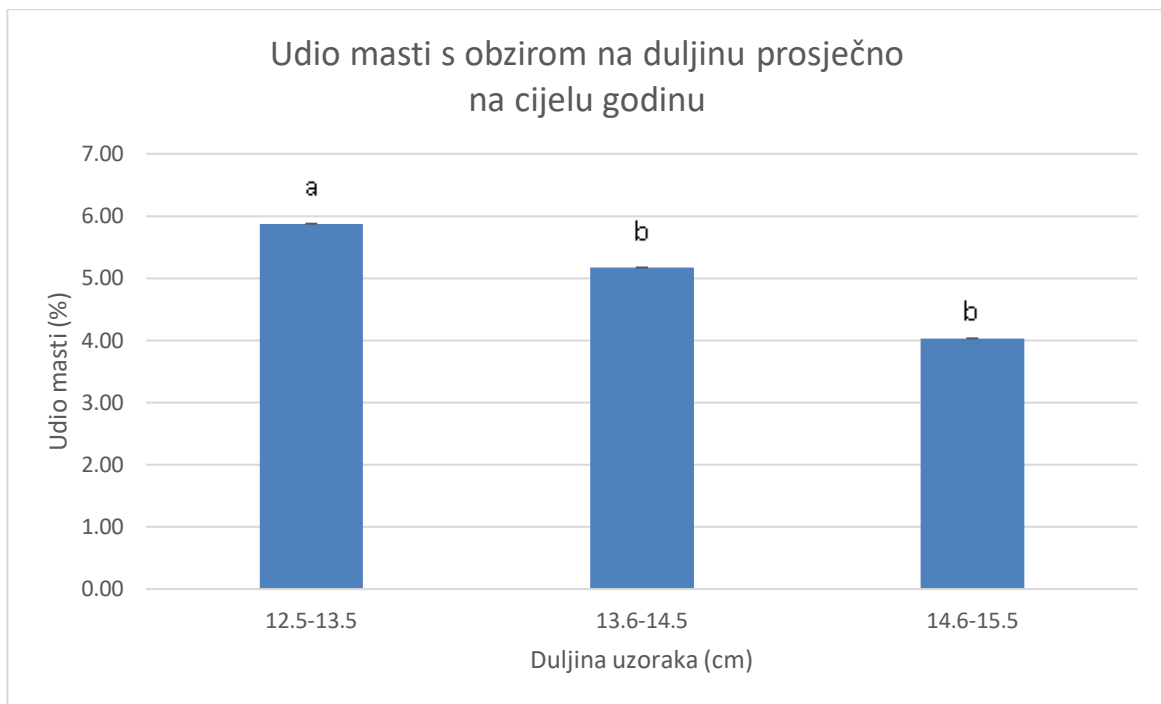
Tablica 5. pokazuje kemijski sastav uzoraka jednakih duljina a različite mase i kondicije ulovljenih u tri različita mjeseca.

Tablica 5. Udio makronutrijenata, mase i duljine te indeks kondicije uzoraka srdele iste duljine

4. mjesec							
	Duljina uzorka	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa	Kondicija
4/4	14	73,4 ± 0,0	3,1 ± 0,3	22,1 ± 0,3	1,7 ± 0,1	20,9	0,76
8. mjesec							
	Duljina uzorka	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa	Kondicija
8/4	14	72,3 ± 0,5	4,7 ± 0,5	21,2 ± 0,3	1,6 ± 0,0	19,3	0,70
12. mjesec							
	Duljina uzorka	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa	Kondicija
12/4	14	72,7 ± 0,4	3,9 ± 0,2	21,9 ± 0,5	1,8 ± 0,0	19,7	0,72

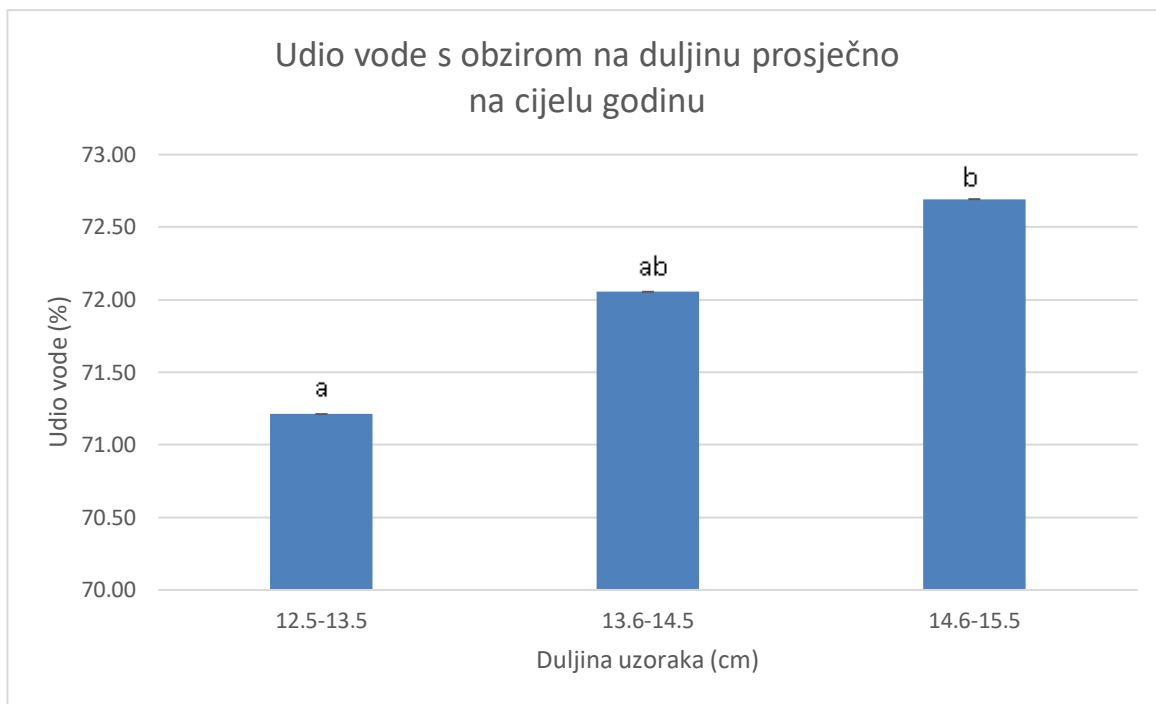
Iz tablice 4. može se isčitati da je veća razlika vidljiva samo u udjelu masti. Najviše masti je u 8. mjesecu, a najmanje u 4. mjesecu. Te dvije grupe se i statistički razlikuju. Ovi rezultati odgovaraju rezultatima indeksa kondicije i masti ribe, jer je u 8. mjesecu najniži indeks kondicije i najniža masa ovih uzoraka. Parametar udjela masti kao najveća značajna oscilacija, može se primijetiti i na Tablici 5.

Kod statističke analize s obzirom na prosjek cijele godine, 3 grupe duljine uzete su u analizu, kao i kod analize po ulovu u određenim mjesecima: 1. grupa, duljina od 12,5 do 13,5; 2. grupa, duljina od 13,6 do 14,5 i 3. grupa, duljina od 14,6 do 15,5.



Slika 13. Utjecaj duljine na udio masti u uzorcima srdele prosječno na cijelu godinu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)

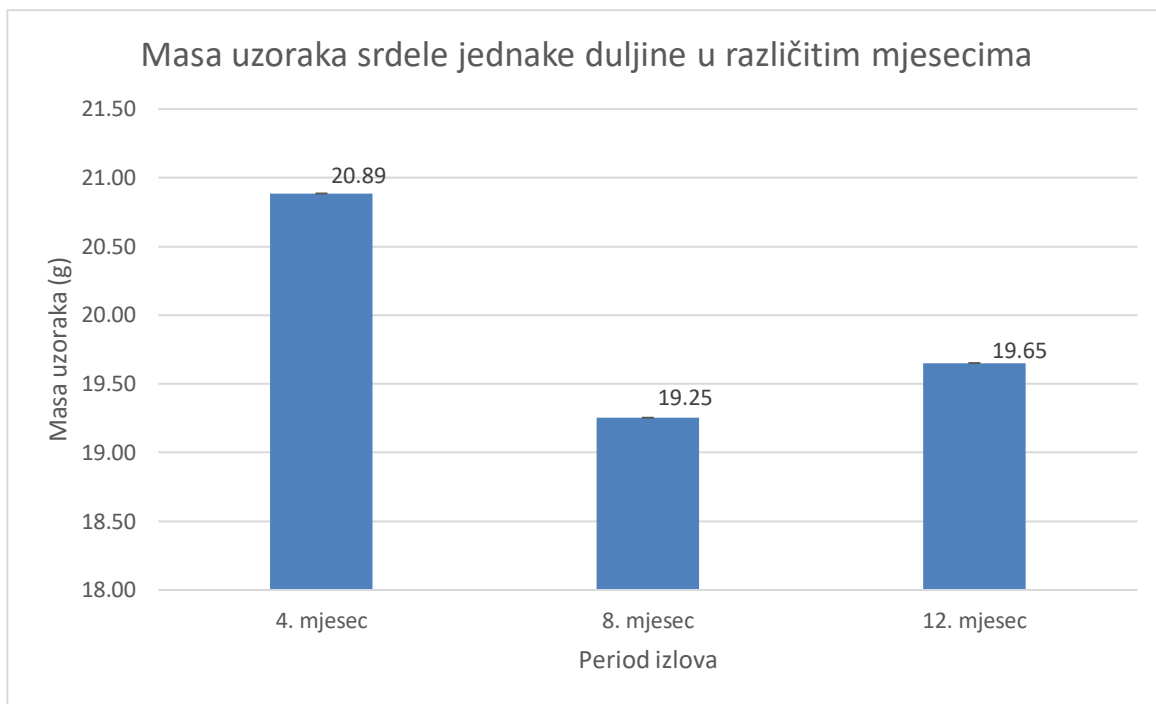
Nakon što su izračunate prosječne vrijednosti (s obzirom na cijelu godinu) makronutrijenata svake grupe uzoraka, odnosno za svaku od 3 različite duljine uzorka, kreirani su grafički prikazi samo onih statistički značajnih parametara; a oni se opet odnose na udio masti (Slika 13.) te udio vode (Slika 14.).



Slika 14. Utjecaj duljine na udio vode u uzorcima srdele prosječno na cijelu godinu (različita slova (a,b) pokazuju statistički različitu razliku između grupa)

Ustanovljeno je da, kao i kod prethodnoga slučaja gdje je vršena zasebna analiza po mjesecima ulova (izuzev 12. mjeseca), i po analizi na prosjeku godišnje razine ponovno dolazi do promjene istih parametara po istome trendu, a to je: duže, odnosno veće ribe imaju manji udio masti od kraćih, dok je s vodom obratna situacija – veći primjerci sadrže veći udio vode, a manji manji udio.

Ostatak makronutrijenata, odnosno općenito parametara svih vrste za godišnji prosjek po duljini uzoraka, prikazan je na nadolazećoj Tablici 6.



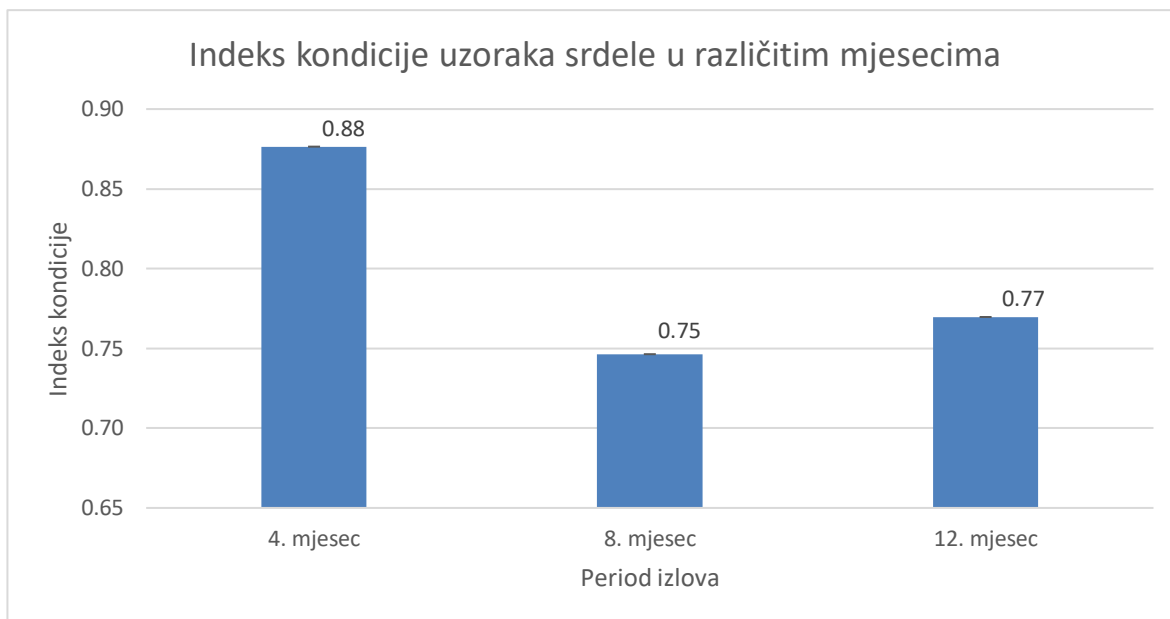
Slika 15. Masa uzoraka srdele ulovljenih u tri različita mjeseca

Slika 15. prikazuje promjenu u masi uzoraka kod srdela jednake duljine (14cm), a obzirom na vrijeme ulova. Iz ovoga grafičkog prikaza preostaje za zaključiti da su primjerci najveće mase u poslije-zimsko odnosno toplije doba, a najmanje u sezoni mrijesta. Valja za nadodati da ovi podaci ulaze u općenitiji interval (17 – 24 g) proizašao iz vrijednosti zabilježenih masa uzoraka sardina obzirom na njihovu različitu duljinu; odnosno rezultati se poklapaju.

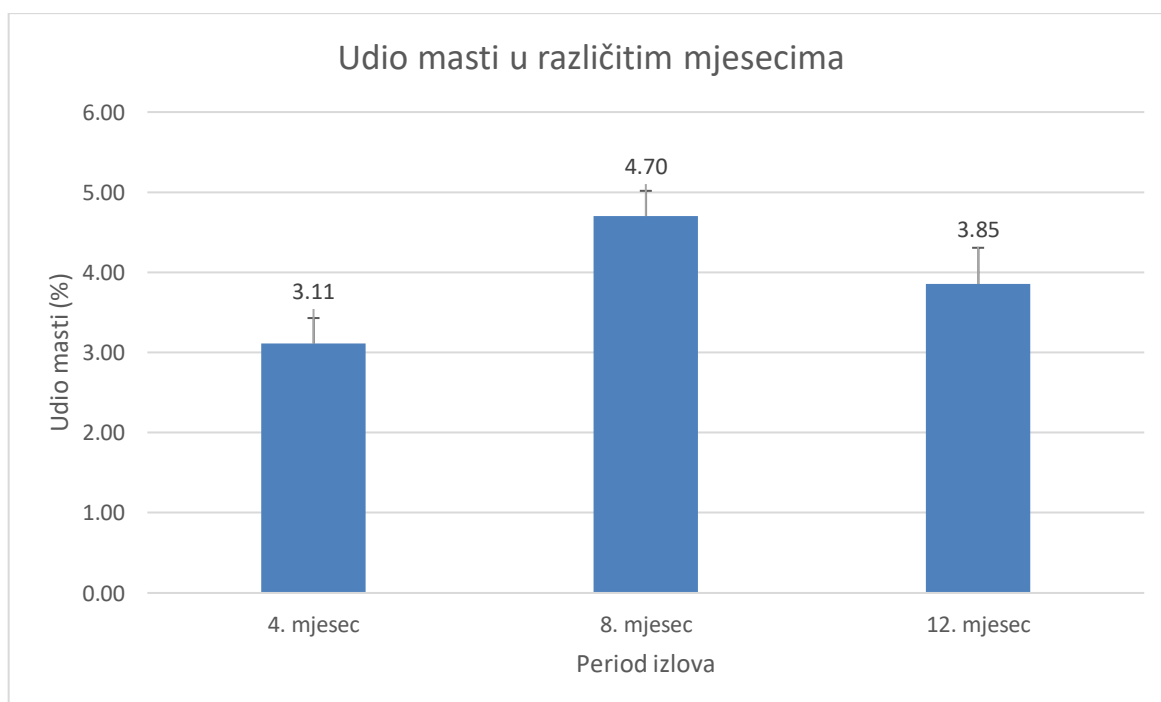
Na slici 16. vidljivo je kako vrijednost indeksa kondicije uzoraka srdele prati njihovu masu u gramima za isti vremenski period u godini. Primjerice, njegova vrijednost u 4. mjesecu značajno je veća u komparaciji s preostala dva mjeseca izlova (kolovozom i prosincem), a isto načelo može se primijetiti i kod mase u gramima uzoraka srdele.

Sve ovo jest u korelaciji s udjelom masti u primjercima ove ribe, a što se jasno može vidjeti i na grafičkom prikazu slike broj 17.





Slika 16. Indeks kondicije uzoraka srdele ulovljenih u tri različita mjeseca



Slika 17. Udio masti uzoraka srdele ulovljenih u tri različita mjeseca

Dakle, kada je riječ o udjelu masti kod uzoraka koji su ulovljeni u različitim periodu godine – 4., 8. te 12. mjesec – vidljivo je logično podudaranje podataka s prijašnjim grafovima. Konkretnije, slika 16. s prikazanim indeksom kondicije srdele prati sliku 17. s udjelom masti na način da uzorci s najmanjim udjelom masti (travanj) posjeduju najviši indeks kondicije; i to u značajnijoj brojčanoj vrijednosti.

Nadalje, kod uzoraka sardina s većom vrijednošću udjela masti – kolovoz i prosinac – zabilježena je i niža vrijednost indeksa kondicije. Što će reći, masnija riba znači i manje mišićnog skeleta, a to posljedično vodi ka nižemu indeksu kondicije.

Sve ovo može se povezati i s grafičkim prikazom mase uzoraka srdele jednake duljine u različitim mjesecima (Slika 15.), budući da bi – na određenu duljinu – riba s najvećim indeksom kondicije imala i najveću gramažu, a s druge strane najmanji udio masti.

Što navodi na zaključak da primjerci sardina iz 4. mjeseca jesu oni jačega mišićnog skeleta u komparaciji sa skupinama ove ribe iz 8. ili 12. mjeseca, a potvrda ovome jesu i podaci iz Tablice 5. koja okuplja upravo primjerke ribe jednake duljine uzete i za utvrđivanje mase na već raspravljanoj slici broj 15. Dakle, Tablica 5. prikazuje kako uzorci iz ovoga perioda ulova imaju najviši udio proteina, a s druge strane i najmanji udio masti. Također, i u ovome slučaju prikazuje da ova skupina sardina ima, opet, najviši indeks kondicije.

Distinkcije radi, vrijednosti indeksa kondicije prikazane na slici 16. odnose se na uzorke sardina različitih duljina kroz različite mjesece ulova, dok je vrijednost IK iz Tablice 5. utvrđivana po primjercima koji su svi jednake duljine (14cm) no lovljeni u različita tri perioda u godini.

O poveznici između udjela masti u uzorcima sardina, njihovoj fizičkoj masi te indeksu kondicije, bit će više govora u samoj raspravi, odnosno zaključnom dijelu rada.

Tablica 6. Udio makronutrijenata, mase i duljine te indeks kondicije uzoraka srdele računatih na prosjek cijele godine

Prosjek na cijelu godinu							
	Duljina uzorka	Voda	Mast	Protein	Pepeo	Masa uzorka	IK uzorka
Grupa 1	12.5-13.5	71,21 ± 0,71	5,88 ± 0,4	21,8 ± 0,8	1,77 ± 0,21	17,0	0,74
Grupa 2	13.6-14.5	72,05 ± 0,77	5,17 ± 1,31	21,29 ± 0,8	1,75 ± 0,12	20,3	0,74
Grupa 3	14.6-15.5	72,69 ± 1,92	4,03 ± 0,91	21,9 ± 1,27	1,77 ± 0,1	24,3	0,74

Tablica 6. prikazuje udio makronutrijenata, mase i duljine te indeks kondicije uzoraka srdele analiziranih prosječno na cijelu godinu. Kao i kod računatih vrijednosti u određenim periodima izlova (mjesecima), nakon statističke analize iz tablice 6. može se zaključiti da duljina i po prosjeku na cijelu godinu ima utjecaja na mast i vodu.

Također, veći primjerci imaju manje masti od manjih, no samo kada se promatra najveća kategorija s obzirom na dvije manje. Kod vode je obrnuto, veći primjerci imaju više vode. Udio proteina i pepela je podjednak u svim duljinama uzoraka srdele.

Masa uzorka je veća, što su uzorci srdele dulji.

Kao što je već spomenuto, kemijski sastav plave ribe srdele ovisi o mnogim faktorima. U ovom diplomskom radu pokazalo se da duljina uzorka srdele, masa te indeks kondicije na različite načine utječu na kemijski sastav srdele. Makronutrijenti poput udjela proteina, vode, masti i pepela, različitih su vrijednosti u različitim mjesecima ulova.

U **tablici 3.** nabrojani su uzorci koji su analizirani raznim metodama, nakon čega su dobiveni rezultati. Uzorci srdela ulovljeni su u svakom od tri mjeseca; 4., 8. i 12. mjesecu te je svaki mjesec imao po četiri grupe uzoraka. Prve tri grupe u svakom mjesecu su bile sa različitim totalnom duljinom uzoraka a istim rasponom indeksa kondicije, dok je četvrta grupa uzoraka u svakom mjesecu bila iste totalne duljine a različitog indeksa kondicije.

Rezultati prve tri grupe uzoraka prikazani su u **tablici 4.** po različitim mjesecima. U svakom od tri mjeseca izračunati su postotci udjela proteina, masti, vode, i pepela. Također je izračunata masa svakog uzorka i indeks kondicije ulovljene srdele.

Pomoću rezultata, napravljeni su grafički prikazi izračunatih vrijednosti. Grafički su prikazani samo statistički značajni parametri. **Slika 5.** prikazuje udio masti s obzirom na tri različite duljine uzoraka srdele ulovljenih u 4. mjesecu. **Slika 6.** prikazuje udio vode s obzirom na tri različite duljine uzoraka srdele ulovljenih u 4. mjesecu. Što se tiče 4. mjeseca pokazano je da veći uzorci sadrže manje masti, dok je s vodom obrnuto, veći sadržaj vode imaju uzorci većih duljina. S obzirom da rezultati istraživanja Caponio i suradnika (2004) pokazuju da veći uzorci srdela (155-180 mm) imaju viši udjeli masti (0,7) za razliku od manjih primjeraka srdela (130 – 155 mm) kojima je udjel masti bio 0,5. Zbog toga nameće se zaključak da je ipak puno faktora koji utječu na udio pojedinih makronutrijenata u srdelama te da, primjerice, udio masti kod srdele koja je istraživana u ovome radu malo varira tijekom godine; što nije očekivano i nije u skladu s rezultatima drugih autora (Caponio i sur., 2004.).

**Slika 7., slika 8., slika 9.** prikazuju udjele masti, vode i proteina s obzirom na tri različite duljine uzoraka srdele ulovljenih u 8. mjesecu. Rezultati govore da duljina u tom mjesecu ima utjecaj na udio masti, vode i proteina. Kao i u 4. mjesecu voda i masti obrnuto proporcionalno rastu kako raste duljina uzoraka ulovljenih srdela. Dok što se tiče proteina najviše ih ima u najduljim uzorcima srdela što odgovara rezultatima Caponio i suradnik (2004) gdje su također pronađeni viši postotci proteina u ženkama srdela.

**Slika 10., slika 11., slika 12.** prikazuju grafičke rezultate vrijednosti udjela masti, vode i proteina s obzirom na tri različite duljine uzoraka srdele ulovljenih u 12. mjesecu.

Taj mjesec je pak, dokazao da duljina ipak nekad ne mora imati značajan utjecaj na kemijski sastav plave ribe, točnije srdele, jer vrijednosti makronutrijenata variraju i otprilike su jednake u svim duljinama uzoraka srdele.

Četvrta grupa uzoraka u svakom mjesecu je imala jednaku duljinu ulovljenih srdela (14cm) te je prikazana u **tablici 5.** Prikazan je udio proteina, masti, vode i pepela te masa i indeks kondicije ulovljenih srdela. Na temelju tih vrijednosti **slika 13.** je pokazala kako najveći postotak masti imaju manji primjeri srdele, i to posebice one ulovljene u 8. mjesecu. Ti podaci se slažu sa istraživanjem Mustać i Sinovčić, 2009. koji također potvrđuju da su vrijednosti masti najviše u srdelama tijekom kasnog ljeta (sadržaj lipida: 8. mjesec – 39.3%, 9. mjesec – 41.1%, 10. mjesec – 38.5%) prije sezone mrijesta srdela koja se odvija u hladnim mjesecima. Shodno ovome te sličnim trendom kao i do sada, na **slici 14.** vidi se utjecaj duljine na udio vode u uzorcima srdele prosječno na cijelu godinu i iz toga je zaključak sljedeći: veći primjerak srdele sadržava najveći udio vode, dok manji primjerci ove ribe sadržavaju najmanji udio vode.

**Slika 15.** je pokazala da, što se tiče četvrte grupe uzoraka, je masa uzoraka srdela najmanja u 8. mjesecu, kao i indeks kondicije naspram ostala dva mjeseca koji su bili periodi lovljenja srdela (**slika 16.**). Indeks kondicije srdela u pravilu prati udio masti u srdelama i u nekim istraživanjima (Mustać i Sinovčić, 2009.) je također podjednak krajem ljeta i u kasnim mjesecima godine, s malim razlikama u vrijednosti.

**Tablica 6.** je - za razliku od **tablice 5.** koja je pokazivala vrijednosti analiziranih srdela ulovljenih u određenim periodima godine - pokazivala prosjek na cijelu godinu. Izračunate su srednje vrijednosti kroz cijelu godinu prve tri grupe uzoraka srdela, gdje su totalne duljine uzoraka redom sve veće i različite, te su također kreirani grafički prikazi rezultata (**slika 13., slika 14.**). Grafovi su pokazali slaganje s rezultatima iz **tablice 3.,** pa tako udio masti u uzorcima srdele je sve manji kako su uzorci veći, dok je kod vode obrnuto.

## 5. ZAKLJUČCI

1. Utjecaj duljine na kemijski sastav po određenim mjesecima u godini nije jednoznačan. U 4. i 8. mjesecu s povećanjem duljine uzoraka udio masti se smanjivao a udio vode se povećavao. Dok s druge strane u 12. mjesecu duljina uzoraka nema toliki utjecaj na kemijski sastav.
2. Raspon udjela masti istraživanih uzoraka srdele tijekom godine iznosi od 2,92 % - 6,70 % te manje varira od očekivanog.
3. Istraživani uzorci srdele imaju najveći udio masti u 8. mjesecu a nešto manji u 4. mjesecu i 12. mjesecu. Takav zaključak ima smisla s obzirom da, kao što je navedeno u tekstu, najviše masti srdele posjeduju prije spolnog ciklusa koji se odvija u hladnim mjesecima u godini, početkom kasnog ljeta i zime.
4. Najmanji indeks kondicije i masa uzoraka prate udio masti po mjesecima pa su oni najniži također u 8. mjesecu.
5. Kada se promatra prosjek na cijelu godinu, pomoću izračunatih srednjih vrijednosti parametara kemijskog sastava, rezultati se slažu i poklapaju kao kada se gleda po određenim mjesecima odnosno u točnom periodu ulova. Također, udio vode se povećava kako se povećava totalna duljina uzoraka, dok se udio masti smanjuje povećanjem duljine uzoraka.

## 6. LITERATURA

- Anonymous 1 < <https://ludomore.com/wiki/ribe/clanak/srdela-sardina-pilchardus> > pristupljeno 20. lipnja, 2018.
- Anonymous 2 < <http://www.fao.org/fishery/species/2910/en> > pristupljeno 20. lipnja, 2018.
- Anonymous 3 < <http://thisfish.info/fishery/species/european-pilchard/> > pristupljeno 10. srpnja 2018.
- Anonymous 4 < <https://chemistry.tutorvista.com/biochemistry/histidine.html?view=simple> > pristupljeno 10. srpnja 2018.
- Anonymous 5 < <https://www.dzs.hr/> > pristupljeno 20. lipnja, 2018.
- Anonymous 6 < <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=13> > pristupljeno 17. lipnja, 2018.
- Anonymous 7 < [https://www.dzs.hr/Hrv\\_Eng/CroInFig/croinfig\\_2017.pdf](https://www.dzs.hr/Hrv_Eng/CroInFig/croinfig_2017.pdf) > pristupljeno 23. lipnja, 2018.
- Bandarra, N. M., Batista, I., Nunes, M. L., Empis, J. M., Christie, W. W. (1997) Seasonal changes in lipid composition of sardine (*Sardina pilchardus*). *J. Food Sci.* **62**, 40–42.
- Bogdanović, T., Lelas, S., Listeš, E., Šimat, V. (2009) Histamini i biogeni amini kao indikatori svježine ribe i ribljih proizvoda. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu* **9**, 291-295.
- Bogut, I., Opačak, A., Stević, I., Bogut, S. (1996) Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtom na omega-3 masne kiseline. *Cr. J. of Fish.: Ribarstvo* **54**, 21-37.
- Caponio, F., Lestingi, A., Summo, C., Bilancia, M. T., Laudadio, V. (2004) Chemical characteristic and lipid fraction quality of sardines (*Sardina pilchardus* W.): influence of sex and length. *J. Appl. Ichthyol.* **20**, 530–535.
- Ćavar, A. (2017) Određivanje udjela histamina u srdeli HPLC metodom i Raman spektroskopijom, skripta, Prehrambeno - biotehnološki fakultet, Zagreb.
- Daisuke, N. (2014) Evaluation of non-bacterial factors contributing to histamine accumulation in fish fillets. *Food Control* **35**, 142- 145.

Jirka Alebić, I. (2008) Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica. *Medicus* **17**, 37-46.

Jovanović, J., Galić, J., Mackelworth, P. (2010) Odras gašenja otočnih pogona za preradu ribe na depopulaciju hrvatskih otoka. *Naše more: znanstveni časopis za more i pomorstvo* **57**, 153-163.

Kris-Etherton, P.M., Harris, W.S., Appel, L.J. (2002) Fish consumption, fish oil, omega-3 fattyacids, and cardiovascular disease. *Circulation* **106**, 2747-2757.

Lehane, L., Olley, J., (2000) Histamine fish poisoning revisited. *Int. J. Food Microb.* **58**, 1–37.

Levak, S., dr. sc. Lidiya, L., Njari, B., Cvrtila Fleck, Ž. (2014) Kakvoća usoljene srdele (*Sardina pilchardus*). *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu* **16**, 431-434.

Mustać, B., Sinovčić, G. (2009) Comparison of mesenteric and tissue fat content in relation to sexual cycle of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walb., 1792), in the eastern Middle Adriatic fishery grounds (Croatia). *J. Appl. Ichthyol.* **25**, 595-599.

Nosić, M., Krešić, G. (2015) Plava riba – prednosti ali i neki rizici konzumiranja. *Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku* **4**, 16-27.

Pešić, A., Đurović, M., Joksimović, A., Regner, S., Simonović, P., Glamuzina, B. (2010) Some reproductive patterns of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walb, 1792), in Boka kotorska Bay (Montenegro, southern Adriatic Sea). *Acta Adriatica: Int. J. Marine Sc.* **51**, 159-168.

Poljević, B. (1955) Srdela Jadranskog mora. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva* **5**, 324-343.

Simopoulos, A.P. (1991) Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *The Am. J. Clin. Nut.* **54**, 438–463.

Zorica, B., Čikeš Keč, V., Vidjak, O., Kraljević, V., Brzulja, G. (2017) Seasonal pattern of population dynamics, spawning activities, and diet composition of sardine (*Sardina pilchardus*) in the eastern Adriatic Sea. *Turk. J. Zool.* **41**, 892-900.



## **IZJAVA O IZVORNOSTI**

Izjavljujem da su svi moji radovi na koje se pozivam u postupku izbora u zvanje odnosno na radno mjesto izvorni rezultat mojeg rada te da se u izradi istih radova nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njima navedeni.