

# Utjecaj rukovanja i načina skladištenja na promjenu svježine srdele (*Sardina pilchardus*) i incuna (*Engraulis encrasicolus*)

---

**Kostović, Anđela**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2023**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:028808>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**UTJECAJ RUKOVANJA I NAČINA SKLADIŠTENJA NA  
PROMJENU SVJEŽINE SRDELE (*Sardina pilchardus*) I  
INĆUNA (*Engraulis encrasicolus*)**

DIPLOMSKI RAD

Anđela Kostović, bacc. ing. techn. aliment

Zagreb, kolovoz, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Ribarstvo i lovstvo

**UTJECAJ RUKOVANJA I NAČINA SKLADIŠTENJA NA  
PROMJENU SVJEŽINE SRDELE (*Sardina pilchardus*) I  
INĆUNA (*Engraulis encrasicolus*)**

DIPLOMSKI RAD

Andžela Kostović, bacc. ing. techn. aliment

Mentor:  
izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Zagreb, kolovoz, 2023.  
SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Anđela Kostović**, JMBAG 0284014068, rođena 11.3.1999. u Split, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

**UTJECAJ RUKOVANJA I NAČINA SKLADIŠTENJA NA PROMJENU SVJEŽINE SRDELE (*Sardina pilchardus*) I INĆUNA (*Engraulis encrasicolus*)**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studenta / studentice*

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Anđela Kostović**, JMBAG 0284014068, naslova

**UTJECAJ RUKOVANJA I NAČINA SKLADIŠTENJA NA PROMJENU SVJEŽINE SRDELE (*Sardina pilchardus*) I INČUNA (*Engraulis encrasicolus*)**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana \_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

1. izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović mentor
2. izv. prof. dr.sc Tea Tomljanović član
3. izv. prof . dr. sc Daniel Matulić član

potpisi:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## Zahvala

Zahvaljujem se svim profesorima Agronomskog fakulteta koji su mi predavali tijekom studija. Veliku zahvalnost dugujem svojoj mentorici izv. dr. sc. Ana Gavrilović koja mi je pomogla svojim savjetima, te izdvojila svoje dragocjeno vrijeme za izradu ovog diplomskog rada posebno za istraživački dio rada. Pored mentorice, zahvaljujem i asistentu Ivanu Špelići na nesebičnoj pomoći pri statističkoj obradi rezultata. Osobito sam zahvalna i djelatnicama tvrtke Sardina d.o.o. koji su mi omogućili pristup plivarici „Davorin“ kako bi uspješno prikupila sav potreban materijal za izradu istraživačkog dijela rada. Željela bi se zahvaliti svojim prijateljima, te posebno svojoj obitelji na podršci tijekom cijelog mog studiranja.

# Sadržaj

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	<b>1</b>
1.1. Ciljevi istraživanja	2
<b>2. PREGLED LITERATURE</b>	<b>3</b>
2.1. Postmortalne promjene i kvarenje ribe	3
2.2. Metode rukovanja i skladištenja ribe	4
2.2.1. Metode ulova	5
2.2.2. Metode izlova i rukovanja ribom nakon izlova	6
<b>3. MATERIJALI I METODE</b>	<b>7</b>
3.1. Mjerenje ukupne duljine uzoraka (TL)	8
3.2. Mjerenje dielektričnih svojstva	8
3.3. Mjerenje pH vrijednosti	9
3.4. Statistička obrada podataka	9
<b>4. REZULTATI</b>	<b>10</b>
4.1. Ukupna duljina uzoraka	10
4.2. Rezultati torimetrijskih vrijednosti	10
4.2.1. Rezultati torimetrijskih mjerenja srdele ( <i>S. pilchardius</i> )	10
4.2.2. Rezultati torimetrijskih mjerenja inćuna ( <i>E. encrasiolus</i> )	12
4.3. Rezultati pH mjerenja	15
4.3.1. Rezultati pH mjerenja srdele ( <i>S. pilchardius</i> )	15
4.3.2. Rezultati pH mjerenja inćuna ( <i>E. encrasicolus</i> )	18
<b>5. RASPRAVA</b>	<b>22</b>
<b>6. ZAKLJUČAK</b>	<b>24</b>
<b>7. POPIS LITERATURE</b>	<b>25</b>
<b>8. PRILOZI</b>	<b>28</b>

## Sažetak

Diplomskog rada studentice **Anđela Kostović**, naslova

### **UTJECAJ RUKOVANJA I NAČINA SKLADIŠTENJA NA PROMJENU SVJEŽINE SRDELE (*Sardina pilchardus*) I INĆUNA (*Engraulis encrasicolus*)**

Srdela (*Sardina pilchardus*) i inćun (*Engraulis encrasicolus*) predstavljaju dva najpoznatija i u ulovu najzastupljenija predstavnika sitne plave ribe. Meso svih riba, pa tako i plave ribe, podložno je kvarenju do kojeg može doći u svim fazama od izlova do konačnog potrošača. Niz fizikalnih, kemijskih, biokemijskih i mikrobioloških čimbenika od same pripreme za ribolovnu operaciju, izlova, pripreme za tržište i skladištenja mogu imati veliki utjecaj na kvalitetu i zdravstvenu ispravnost ribe. Cilj ovog rada bio je utvrditi promjene fizikalnih parametara svježine inćuna *E. encrasicolus* i srdele *S. pilchardus* s obzirom na način rukovanja i skladištenja neposredno nakon izlova. Prikupljanje uzoraka ribe obavljeno je na plivarici „Davorin“ nakon komercijalnog izlova, pri čemu je uzorkovano po šest kilograma od svake vrste. Uzorci su podijeljeni u tri grupe : I grupa poleđena neposredno nakon ulova, II. grupa poleđena jedan sata te III. grupa poleđena dva sata nakon izlova. Sve tri grupe su nakon poleđivanja skladištene na isti način te su mjerene promjene pH mesa i elektrovodljivodsti tijekom narednih pet dana. Razlike mjernih vrijednosti prikupljenih rezultata između tri grupe uzoraka analizirane su ANOVA testom. Na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti da je za što bolju kvalitetu i duži rok trajanja srdele i inćuna od velike važnosti ribu ohladiti što brže nakon izlova te ju pravilno transportirati i skladištiti.

**Ključne riječi:** Srdela, inćun, rukovanje, skladištenje, svježina ribe



## Summary

Of the master's thesis – student **Anđela Kostović**, entitled

### **INFLUENCE OF HANDLING AND STORAGE ON THE CHANGE OF FRESHNESS OF SARDINE (*Sardina pilchardus*) AND ANCHOVY (*Engraulis encrasicolus*)**

Sardine (*Sardina pilchardus*) and anchovy (*Engraulis encrasicolus*) are the two most known and most numerous representatives in the catch of small blue fish. The meat of all fish, including small blue fish, is subject to spoilage, which can occur at all stages from the catch to the final consumer. A number of physical, chemical, biochemical and microbiological factors from the very preparation for the fishing operation, catch, preparation for the market and storage can have a great impact on the quality and safety of the fish product. The aim of this work was to determine the changes in the physical parameters of the freshness of anchovy, *E. encrasicolus*, and sardine, *S. pilchardus* regarding the way of handling and storage immediately after catching. The collection of fish samples was carried out on the purse seiner "Davorin" after commercial fishing, where six kilograms of each species were sampled. The samples were divided into three groups: group I iced immediately after the catch, group II one hour, and group III was iced two hours after the catch. After icing, all three groups were stored in the same way, and changes in meat pH and electrical conductivity were measured over the next five days. The differences in the measured values of the collected results between the three groups of samples were analyzed using the ANOVA test. Based on the obtained results, we can conclude that for the best quality and the longest shelf life of sardines and anchovies, it is of great importance to cool the fish as quickly as possible after the catch and to transport and store it properly.

**Keywords:** Sardine, anchovy, quality, safety, fish freshness

## 1. Uvod

Kao posljedica modernog načina života koji je brz i ne ostavlja dovoljno vremena za brigu o ljudskom zdravlju, u današnje vrijeme sve je češća pojava velikog broja bolesti ljudi. Iz toga razloga, raste popularnost promoviranja drugačijih stilova života i životnih navika koji svakako uključuju konzumiranje zdrave hrane. Kao najbolji primjer zdrave hrane, izuzetno bogate svim neophodnim hranjivim tvarima, sve više se pridaje značaj ribi kao namirnici. Ona predstavlja namirnicu sa kojom se čovjek oduvijek hranio i koja je lako probavljiva. Kada se govori o vrsti ribe, onda je mala plava riba posebno značajna za ljudsku prehranu zbog svoje dostupnosti i visokog sadržaja omega-3 masnih kiselina (Šoša, 1989.)

Opće je poznato da riba pripada vrsti namirnica koje su najpodložnije kvaru, te iz tog razloga na njenu krajnju kvalitetu utječe čitav niz čimbenika koji počinju od pripreme za ribolovnu operaciju, do skupa čimbenika tijekom samog izlova i na kraju tijekom skladištenja (Marçalo i sur., 2019). Za razliku od svih drugih namirnica životinjskog porijekla, za ribu je iznimno važno da njeno brzo procesuiranje u hladnom lancu započne što prije (Barros-Velazques i sur., 2008), jer se jedino na taj način dobije riba dobre kvalitete, bilo do postupka industrijske prerade ili do dopreme na tržište svježeg proizvoda.

Srdela, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), pelagična je i migratorna vrsta iz porodice Clupeidae. Tijelo joj je izduženo, bočno spljošteno. Na očima se nalaze dobro razvijeni adipozni kapci. Usta srdele su kosa s sitnim zubima, a usni procjep seže do prednjeg oboda oka. Odozgo je zelenomodrikasta, dok su bokovi i trbuh srebrni. Ponekad je uzduž gornje polovine tijela, u visini očiju, vidljiv niz crnkastih mrljica. Zadržava se u velikim i gustim plovama koje danju borave na dubinama između 25 i 55 metara, a noću između 15 i 35 metara iako povremeno zalaze i do 250 metara dubine. Rasprostranjena je u istočnom Atlantiku; od Islanda i Sjevernog mora do obale Senegala, te na području Sredozemnog mora. U Jadranu se nalazi posvuda, no rijetko se zadržava iznad velikih dubina kao kod Jabučke kotline. Spolno sazrijeva krajem prve godine života pri duljini od 12 centimetara. Mrijest srdele odvija se od polovine jeseni do kraja zime na dubini od 20 do 25 metara. Ženke izbacuju između 5300 i 38500 jaja, što ovisi o veličini i starosti jedinke. Jaja srdele su pelagična. Prehrana joj se pretežito sastoji od planktonskih račića, ali i drugih većih planktonskih organizmima. U Jadranu se najčešće lovi okružujućom mrežom plivaricom, lebdećom kočom ili obalnim potegačama (Jardas, 1996). Tijelo srdele je u prosjeku dužine do 21 cm, dok je tjelesna masa u prosjeku 0,06 kg (Grubišić, 1990).

Inćun, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), pelagična je i migratorna vrsta iz porodice Engraulidae. Tijelo mu je jače izduženo i valjkasto, te mu najveća visina tijela stane 5-7 puta u dužinu (bez repne peraje). Usta su mu velika i vodoravna, te se nalaze nisko na glavi, a gornja čeljust je duža od donje. Zubi su sitni i šiljasti, nalaze se i na nepcu. Kod odraslih se primjeraka na očima razvijaju adipozni kapci. Odozgo je zelenomodrikast, dok su bokovi i trbuh srebrni. Uzduž boka se proteže vodoravna srebrnkasta pruga odozgo omeđena

tamnom crtom. Zadržava se u velikim plovama, uglavnom u obalnom području do 150 metara dubine. Rasprostranjen je u istočnom Atlantiku; od Sjevernog mora do rta Blanc (Mauritanija) te na području Sredozemnog mora. U Jadranu obitava posvuda gdje dubine ne prelaze 300 metara, a najgušća su mu naselja u sjevernom dijelu Jadranskog mora (Jardas, 1996; Sinovčić, 2000). Plove inćuna mogu biti tri do četiri puta veća u odnosu na plove srdele sa kojima se zajedno lovi (Azzali, 1980; Azzali i sur., 2002). Životni vijek mu je oko pet godina (FAO, 1985). Spolno sazrijeva nakon prve godine života pri duljini od 10 centimetara. U Jadranu se mrijesti od listopada do srpnja. Ikra je ovalna te je nošena strujom u gornjih 50 metara dubine. Hrani se uglavnom planktonskim organizmima. U Jadranu se najčešće lovi okružujućom mrežom plivaricom, lebdećom kočom ili potegačama (Jardas, 1996). Osim izuzetnog gospodarskog značaja, inćun ima veliki utjecaj na morski ekosustav u cijelosti. Skupa s drugim pelagičnim vrstama, kao što je srdela, inćun predstavlja jednu od ključnih vrsta u ekosustavu Jadranskog mora (Coll i sur., 2006).

Pelagična sitna riba važan je izvor hranjivih tvari, pogotovo proteina koji su iznimno dobro probavljivi i imaju pogodan aminokiselinski sastav, odnosno bogati su esencijalnim aminokiselinama (metionin, lizin, triptofan, arginin, histidin). Pored toga, sitna plava riba izuzetno je bogata i nezasićenim masnim kiselinama (Šoša, 1989; Karakoltsidis i sur., 1995). Važna razlika između mesa ribe i mesa kopnenih životinja jest postotni udio vode koji je kod mesa ribe značajno veći i iznosi 60-80%. Ova osobina ribljeg mesa čini ga lakše kvarljivim usporedno s mesom kopnenih životinja, ali je ono zbog manjka vezivnog tkiva nježnije i podložnije fermentativnoj i mikrobiološkoj razgradnji te je posebno važno pridržavati se hladnog lanca i higijenskih mjera kako bi se održala svježina ove namirnice (Šoša, 1989).

## 1.1. Ciljevi istraživanja

Ciljevi ovog istraživanja bili su:

1. Utvrditi promjene pH i dielektričnih svojstava, kao pokazatelja svježine, u tkivu srdele tijekom šestodnevnog skladištenja s obzirom na način rukovanja nakon izlova (poleđene nakon ulova, jedan i dva sata nakon izlova)
2. Utvrditi promjene pH i dielektričnih svojstava, kao pokazatelja svježine, u tkivu inćuna tijekom šestodnevnog skladištenja s obzirom na način rukovanja nakon izlova (poleđene neposredno nakon ulova, jedan i dva sata nakon izlova)
3. Stistički usporediti utvrđene promjene za sva tri tretmana kod obje istraživane vrste ribe

## 2. Pregled literature

U Republici Hrvatskoj najveći dio primarne gospodarske djelatnosti na Jadranskom moru pored turizma predstavlja i ribarstvo koje ima tisućljetnu tradiciju unatoč teškom općem stanju (Katavić i sur., 2001). Srdelu i inćuna ubrajamo u pelagične vrste i njihov značaj u ukupnom izlovu u Jadranskom moru u sve je većem porastu. Naime, 2008. godine, izlov ove dvije vrste iznosio je 84,5% ukupnog izlova u Jadranu, da bi samo tri godine kasnije premašio 90% (Kraljević i sur., 2014). Većina ulovljene količine plave pelagične ribe završi u prerađivačkoj industriji ili u ribogojilištima, a iznimno manji udio odlazi na tržnice gdje se plasira kao svježa riba (Mustać i Marić, 2016).

Prema Zakonu o morskom ribarstvu Republike Hrvatske, u nadležnosti Ministarstva poljoprivrede nalazi se obavljanje gospodarskog ribolova i za obavljanje istog izdaje se povlastica. Ministarstvo poljoprivrede također vrši upis svih plovila i alata u registar ribarske flote (prema podacima DZS 2014.).

Izlov pelagične ribe u Jadranskom moru odvija se u svim ribolovnim zonama Republike Hrvatske, ali je najveći ulov zabilježen u zoni B koja predstavlja vanjski i sjeverni dio Jadranskoga mora. Upravo je ovo mjesto gdje se ulovi 40% od ukupnog broja plave pelagične ribe. U istraživanju koje su Kraljević i sur. (2014) proveli, a čiji je cilj bio analizirati i utvrditi sastav lovina koji je ostvaren plivaricom za ulov sitne pelagične ribe na području Republike Hrvatske rezultati su potvrdili tvrdnje o dominantnim vrstama pelagične ribe u Jadranskom moru. Naime, rezultati navedenih autora pokazuju da su srdela i inćun bile dvije najdominantnije pelagične vrste u ukupnom udjelu u izlovu sa 92,1 %, dok je prilov činio svega 7,9% (Kraljević i sur. 2014).

### 2.1. Postmortalne promjene i kvarenje ribe

Senzorski nedostaci ribe rezultat su najčešće gubitka svježine, što kupci lako zamijete i ovakav proizvod ne žele platiti. Za proizvođače ove promjene uzrokuju gubitke te moraju poduzeti sve radnje kako bi se gubitak maksimalno smanjio, odnosno svježina ribe očuvala (Lougovois i Kyrana, 2005). U cilju razvijanja optimalnih tehnika očuvanja kvalitete i svježine ribe kao jednog od osnovnih parametara kvalitete, potrebno je, prije svega, razumjeti kemijske procese i mehanizme koji se odvijaju u mesu te identificirati mehanizme koji su odgovorni za nastanak kvarenja (Ghaly i sur., 2010). Sve promjene koje nastaju na ribi poslije njenog uginuća nazivaju se postmortalne promjene i one se mogu podijeliti u četiri skupine:

1. Senzorske
2. Autolitičke promjene
3. Bakteriološke promjene
4. Oksidacija i hidroliza masti (Šimat i sur., 2009).

Najočiglednija promjena nakon uginuća ribe je pojava takozvane mrtvačke ukočenosti (*rigormortis*) i ona nastupa vrlo brzo nakon nastanka smrti ribe. Mrtvačka ukočenost može biti vrlo ubrzana ako su rezerve glikogena kod izlovljene ribe potrošene, što je pokazatelj prisustva stresa pri samom izlovu. Međutim, neki drugi faktori kao što su temperatura vode, rukovanje izlovljenom ribom, veličina ribe, te metoda samog izlova neki su od faktora koji mogu znatno utjecati na pojavu i trajanje mrtvačke ukočenosti. Nedovoljno brzo hlađenje ribe i rukovanje ribom na višim temperaturama ubrzava proces mrtvačke ukočenosti, koja je ujedno jačeg intenziteta, ali isto tako i kraćeg trajanja. Prestanak mrtvačke ukočenosti uvjetovan je enzimima kao što su katepsini, koagulaze i kalpaini. Nakon popuštanja mrtvačke ukočenosti tijelo ribe je mlohavo, a prvobitna elastičnost je nepovratno izgubljena. Ova pojava gubitka elastičnosti nastaje kao posljedica enzimske razgradnje ATP-a (adenozintrifosfata) i najčešće se dešava istovremeno s početkom autolitičkih promjena u mišiću (Bojanić, 2006).

Autoliza predstavlja proces autorazgradnje tkiva pod utjecajem vlastitih enzima. Nakon smrti organizma odigravaju se biokemijski procesi te metabolizam prelazi iz aerobnog u anaerobni, što posljedično dovodi do smanjenja proizvodnje energije. U momentu kada se u mišićnom tkivu potroše sve zalihe ATP-a, počinje rasti količina laktata što dovodi do pada pH mesa ribe. Kada pH mesa postane kisel javlja se denaturacija proteina čime se onemogućuje njihova sposobnost vezanja vode što negativno utječe na teksturu mesa (Love 1975). Nakon pada pH neposredno nakon uginuća, u mesu se oslobađaju peptidi male molekularne mase, slobodne aminokiseline i drugi dušični spojevi te dolazi do porasta pH, čime se stvaraju povoljni uvjeti za rast i razmnožavanje mikroorganizama, odnosno bakterija kvarenja (Aksnes i Brekken, 1988.).

Procesi autolize i bakterijske razgradnje odigravaju se istovremeno i međusobno se isprepliću. Smatra se da su procesi autolize najodgovorniji za gubitak teksture ribe i ovaj proces se objašnjava aktivnošću probavnih enzima koji dovode do mekšanja i krajnje rupture trbušnog zida riba (Ghaly i sur., 2010).

Proces kvara ribe može potjecati i od oksidacije masti. Ovaj proces znatno je češći kod ribljih vrsta s velikom količinom masti u koje spada i plava riba (Fraser i Sumar, 1998). Proces masne oksidacije se odvija u tri faze: faza inicijacije, faza propagacije i faza terminacije (Khayt i Schwall, 1983).

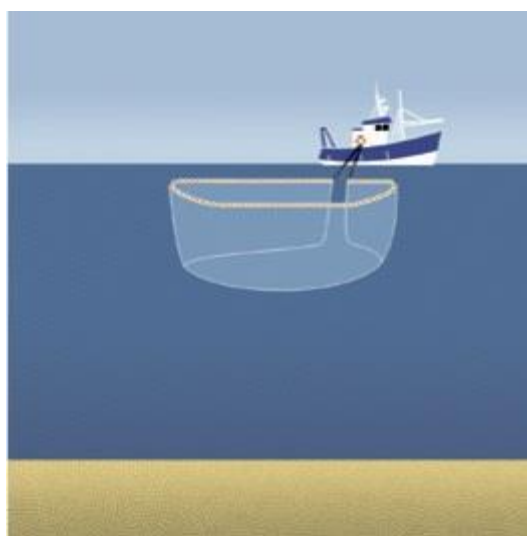
## 2.2. Metode rukovanja i skladištenja ribe

Nakon ulova svake ribe neophodno je da se ona na pravilan način skladišti, ali i brzo ohladi kako bi od samog izlova, iskrcaja na kopno i dopreme u najbliži pogon očuvala svježinu. Ovaj problem pogađa mnoge države koje imaju velike gubitke pri izlovu. Gubitci su posebice veliki kod pelagične ribe te je postojanje kvalitetnih i efektivnih rashladnih uređaja i/ili postupaka postalo nezaobilazno (Mallikage, 2001).

Najvažniji faktor koji utječe na pojavu kvarenja ribe je temperatura. Sve mikrobiološke reakcije, ali također kemijske i fizikalne ubrzavaju se s povećanjem temperature. Ovim se objašnjava aktivnost patogenih mikroorganizama koji su odgovorni za kvarenje, a za čiji rast i razvoj je neophodna temperatura od 10 °C do 37 °C, dok je na temperaturi ispod 3 °C rast ovih patogenih mikroorganizama najvećim dijelom inhibiran (Gökoglu i Yerlikaya, 2015). Veliki problem pri izlovu i manipulaciji ribom čini njezino tijelo i koža koji su izrazito nježni, te i najmanja oštećenja površine tijela dovode do olakšanog prodiranja velikog broja bakterija, otpuštanja enzima i brzog kvarenja. Također, grubo rukovanje ribom može dovesti do pucanja kože ili pucanja viscere što posljedično dovodi do izljevanja sadržaja crijeva u trbušnu šupljinu ribe. Pored rukovanja, određeni čimbenici koji se odnose na vrstu ribe mogu olakšati proces njenog kvarenja, pa su tako male ribe kao i vrste s više masti i tanjom kožom sklonije kvarenju (Shwayer i Pizzali, 2003). Zbog svih navedenih čimbenika koji mogu utjecati na pojavu kvarenja ribe prvi preventivni korak u sprječavanju ove neželjene pojave odigrava se na ribarskim brodovima, te je pravilno rukovanje ribom i njezino skladištenje do iskrcavanja u luci ključno za očuvanje kvalitete.

### 2.2.1. Metode ulova

Izlov srdela i inćuna obavlja se okružujućom mrežom plivaricom koja na svom gornjem dijelu posjeduje plovke čime se omogućava njezino plutanje, dok se na njezinim donjim dijelovima nalaze opterećivači, odnosno olovnja, koji utječu da mreža stoji u stupcu mora. Na danjem dijelu su prsteni kroz koji ide stezač koji omogućuje skupljanje i zatvaranjem donjeg dijela mreže. Mreže plivarice imaju još brojnu tehničku opremu, ali njihova glavna prednost jest široka uporaba, kako na manjim plovilima bez nadgrađa, tako i na velikim plovilima na otvorenom moru (slika 1).



**Slika 1.** Shematski prikaz izlova mrežom plivaricom

(izvor: [https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/fishing-gears\\_hr](https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/fishing-gears_hr) )

Postupak izlova ribe nije jednostavan i sastoji se iz nekoliko faza. Prva faza započinje lociranjem plova za šta se najčešće koristi moderna tehnologija poput sonara ili eho sondera (Marçalo i sur., 2019). Izlov se najčešće radi noću, pri čemu se koriste umjetna svjetla koja zapravo drže ribe na okupu tj. u plovi (Kraljević i sur., 2014).

Kada se locira plova, ona se okružuje u iznimno kratkom vremenskom periodu od oko 10 minuta pri čemu se koristi jedno ili više pomoćnih plovila. Konop koji se nalazi u mreži se stegne čim je mreža postavljena ispod plove i kao takva vuče se do plovila. Riba se polako sabija u stražnji dio mreže čime se omogućuje njezin pregled. Pregled se vrši sa ciljem utvrđivanja veličine i vrste i tada se pristupa prijenosu ulova na plovilo. Ovo je moguće obavljati ručno pomoću velikih sakova (oprara) ili pomoću pumpi (Marçalo i sur., 2019).

### **2.2.2. Metode izlova i rukovanja ribom nakon izlova**

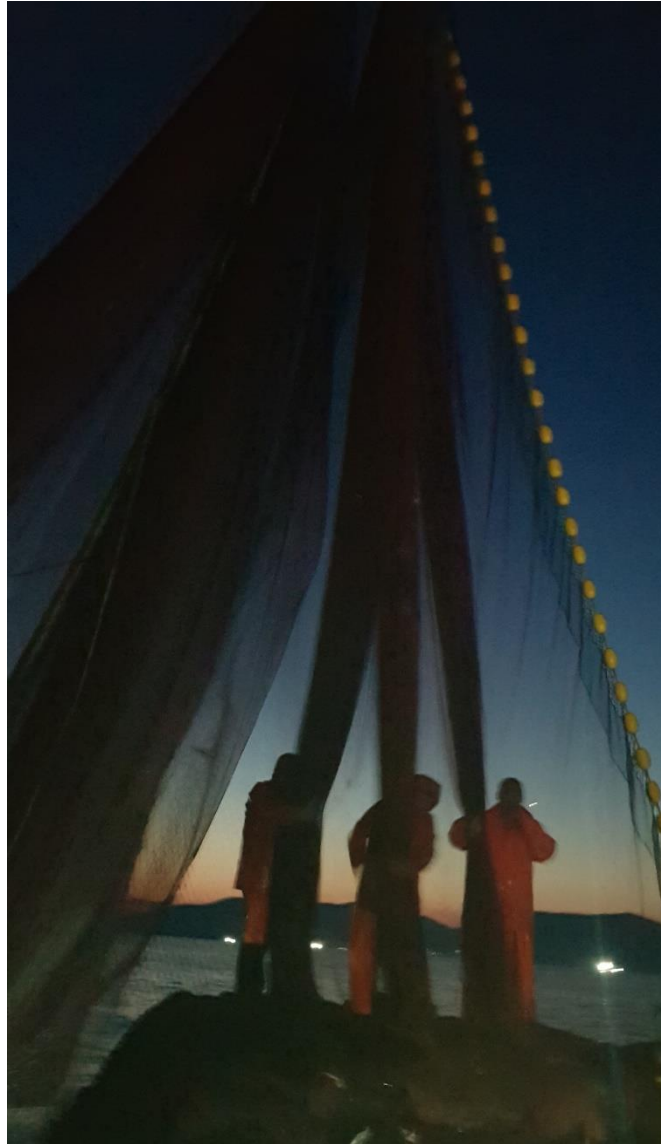
Pravilno ukrcavanje ribe odvija se na dva načina: pumpama i oprarom. Korištenje oprare ubraja se u tradicionalne metode ukrcaja ribe na palubu. Mana ove metode je što je za nju potrebno postići veliku gustinu ribe u mreži i izrazito je vremenski zahtjevna te pored svega zahtjeva minimalno prisustvo od barem četiri člana posade na plovilu za izvođenje ove radnje. Vremenska zahtjevnost se odnosi na proces punjenja sanduka nakon koje slijedi obustava ukrcaja pri čemu posada mora imati dovoljno vremena za pripremu novih sanduka za prihvrat ribe (Janči i VidačekFilipec, 2019).

Kao rješenje ovog problema mogu se koristiti pumpe za ukrcaj ribe. Prednost ove metode jest u tomu što je riba manje podložna stresu, niža je smrtnost ribe jer se ona na palubu podiže u mlazu vode pa je nagnječenje i oštećenje tijela riba minimalizirano. Postupak ukrcaja pumpom odvija se tako što se usisna cijev postavi u more i zajedno s mlazom vode riba transportira na palubu, dok se pomoću separatora izdvaja voda, a riba direktno ispušta u spremnik za hlađenje. Jedna velika pogodnost ove metode je što je za ukrcaj ribe potrebna manja gustina ribe u plovi mreže. Ovo je iznimno važno jer manja gustina plove smanjuje stres pri izlovu i ukrcaju i povećava šanse da riba još uvijek bude živa kada se transportira u termoizolacijske sanduke. Još jedna prednost uporabe pumpe jest i manji broj ljudi na palubi jer je za njezino rukovanje dovoljan samo jedan čovjek na plovilu (Janči i VidačekFilipec, 2019).

Tijekom cijelog postupka ukrcaja ribe na plovilo, iznimno je važno pažljivo rukovati ribom kako bi se, što je više moguće, smanjila oštećenja na tijelu ribe koja direktno utječu na njezinu kvalitetu. Pored spretnosti rukovanja, važno je osigurati i što brže hlađenje ribe. Iz ovih razloga, iznimno je važno da posada bude obučena i svjesna da samo pažljiva i brza manipulacija garantira dobru kvalitetu ribe. Kod ukrcaja pomoću oprara, vrlo je važno ribu što prije ohladiti. Veliki broj plivarica ne posjeduje još uvijek termoizolacijske kutije te se riba sortira i slaže u kašete s ledom. Važno je da ovakvo hlađenje/poleđivanje, posebno pri izlovu na višim temperaturama bude provedeno čim brže (Janči i VidačekFilipec, 2019; Donatović i sur., 2019).

### 3. Materijali i metode

Uzorci za istraživanje prikupljeni su 22.7.2022. kada su i temperature mora i zraka najveće te i najbrže kvarenje. Tijekom ranojutarnjeg komercijalnog izlova plivaricom "Davorin" tvrtke Sardina d.o.o. iz Postire na otoku Braču. Izlov se obavljao na kordinatama 42,98349 ° S, 16,09569 ° I (slika 2).



**Slika 2.** Ranojutarnji izlov srdele i inćuna plivaricom na ribarskom brodu Davor

Uzorci od 6 kg srdela i 6 kg inćuna izdvojeni su neposredno nakon izlova. Kako bi se utvrdio utjecaj brzine hlađenja / poleđivanja na brzinu kvarenja, uzorci obje vrste podijeljeni su u tri skupine od po dva kilograma. Prva skupina hladila se neposredno nakon izlova (nakon prethodno obavljenih mjerenja početnog stanja), druga jedan sat nakon izlova, a treća dva sata nakon izlova. Po iskrcaju svi uzorci su žurno skladišteni pod istim uvjetima na konstantnoj temperaturi.



Nakon početnog mjerenja pH i dielektričnih svojstava, ova su mjerenja obavljena nultog dana nakon šest sati, te potom svakodnevno (svaka 24 sata) sljedećih pet dana. Na svakom mjerenju koristilo se po 15 komada inćuna i srdela. Također smo izdvojili po 70 komada inćuna i srdele za morfometriju.

### 3.1. Mjerenje ukupne duljine uzoraka (TL)

Ukupna duljina (TL) mjerena je na 70 komada inćuna i 70 komada srdela pomoću ihtiometa. Izmjerene vrijednosti unesene su u program Microsoft office Excel 2007 te pomoću njega izračunate srednja vrijednost i standardna devijacija.

### 3.2. Mjerenje dielektričnih svojstva

Mjerenje dielektričnih svojstava obavljeno je torimetrom (*Fish freshness meter*, Model Torrymeter, Distell). Mjerenje se obavljalo postavljanjem senzora na kranijalni dorzalni dio epaksijalnog mišića (neposredno iza kaudalnog završetka operkuluma) prema uputama proizvođača. Mjerenja torimetrom obavljana su nultog dana neposredno nakon ulova, nakon jednog sata, te potom dva i šest sati nakon ulova. Pored mjerenja nultog dana, narednih pet dana mjerenje je obavljano jednom dnevno, svaka 24 sata. Nakon svakog mjerenja senzor je očišćen od eventualnih ostataka sluzi i ljuski kako bi se osigurao neometan rad senzora. Očitavanja su obavljena s digitalnog ekrana instrumenta koji prikazuje vrijednosti od 0 do 17 (slika 3).



**Slika 3.** Mjerenje dielektričnih svojstava/provodljivosti torimetrom

### 3.3. Mjerenje pH vrijednosti

Mjerenje pH vrijednosti muskulature inćuna i srdele obavljeno je prijenosnim pH metrom s ubodnom sondom (XS Instruments). Mjerenje pH metrom obavljalo se na kranijalnom dorzalnom dijelu epaksijalnog mišića. Mjerenje pH metrom su obavljena u istim vremenskim intervalima kao i mjerenja dielektričnih svojstava.



Slika 4. Mjerenja pH muskulature ribe ubodnim pH metrom

### 3.4. Statistička obrada podataka

Svi podaci uneseni su u Microsoft Excel 2007. Ovaj program je korišten za dalju primarnu obradu podataka. Potom su statistički uspoređene vrijednosti elektrovodljivosti i pH za obje vrste ribe zasebno. Razlike u vrijednostima elektrovodljivosti i pH između dana mjerenja unutar svakog tretmana i za svaku vrstu su testirane analizom varijance (ANOVA) ponovljenih mjerenja (repeatedmeasures ANOVA) (razina značajnosti 0,05). Naknadno su Tukey HSD post hoc testom uspoređeni svi parovi dana unutar tretmana kako bi odredili između kojih točno dana postoji značajna razlika u vrijednostima. Statističke analize su provedene u statističkom programu PAST 4.05 (Hammer i sur., 2001).

## 4. Rezultati

### 4.1. Ukupna duljina uzoraka

U tablici 1. prikazane su srednja vrijednosti ukupne duljine i standardne devijacije (SD) za obje istraživane vrste ribe.

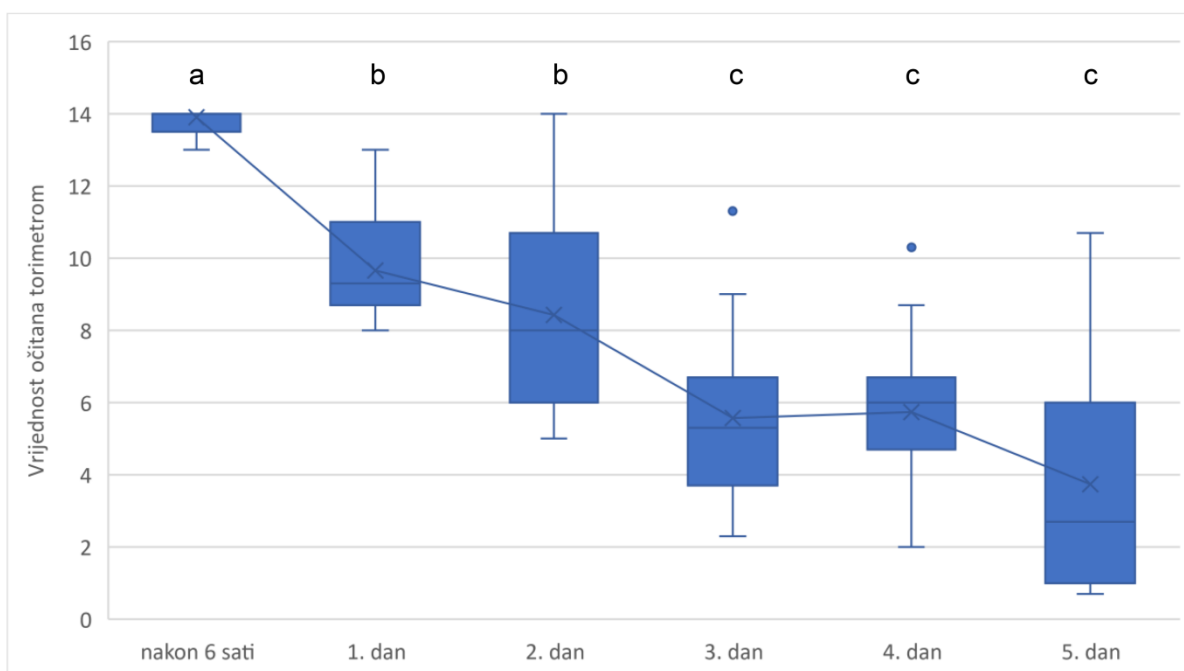
**Tablica 1.** Srednje vrijednosti ukupne duljine i standardna devijacije istraživanih uzoraka srdele i inćuna

<b>Srdela (<i>Sardina pilchardius</i>)</b>		<b>Inćun (<i>Engraulius encrasicolus</i>)</b>	
TL (cm)	SD	TL (cm)	SD
14,17	0,87	14,24	0,60

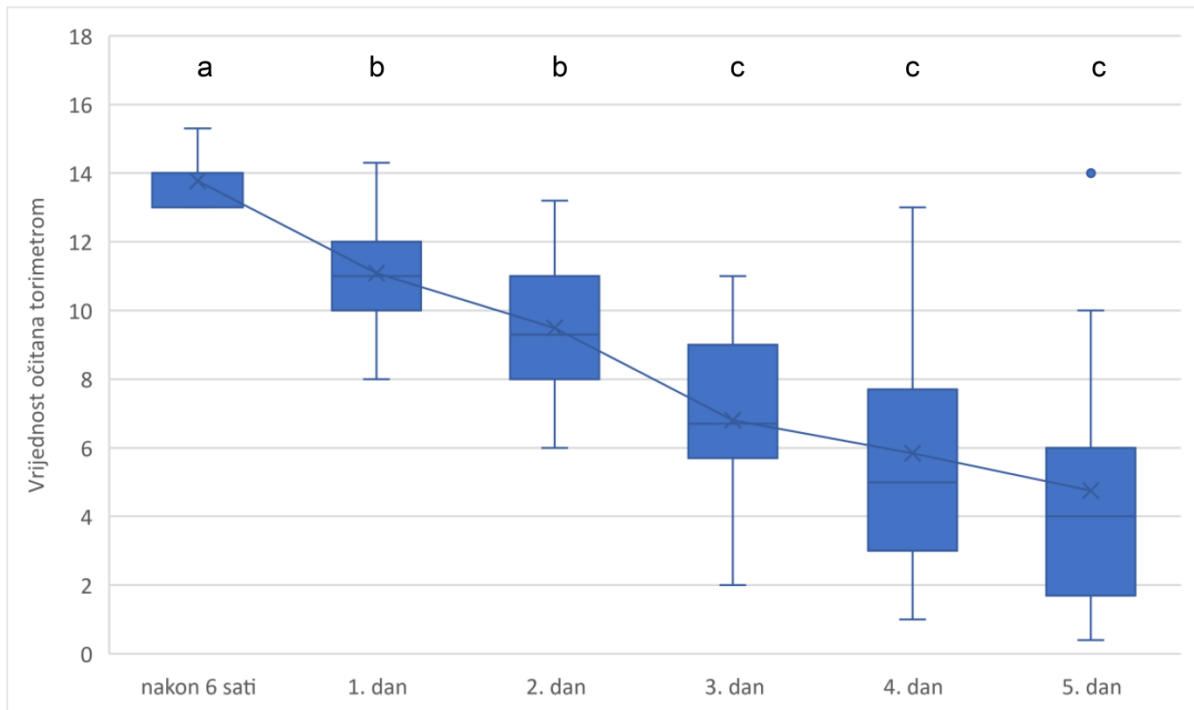
### 4.2. Rezultati torimetrijskih vrijednosti

#### 4.2.1. Rezultati torimetrijskih mjerenja srdele (*S. pilchardus*)

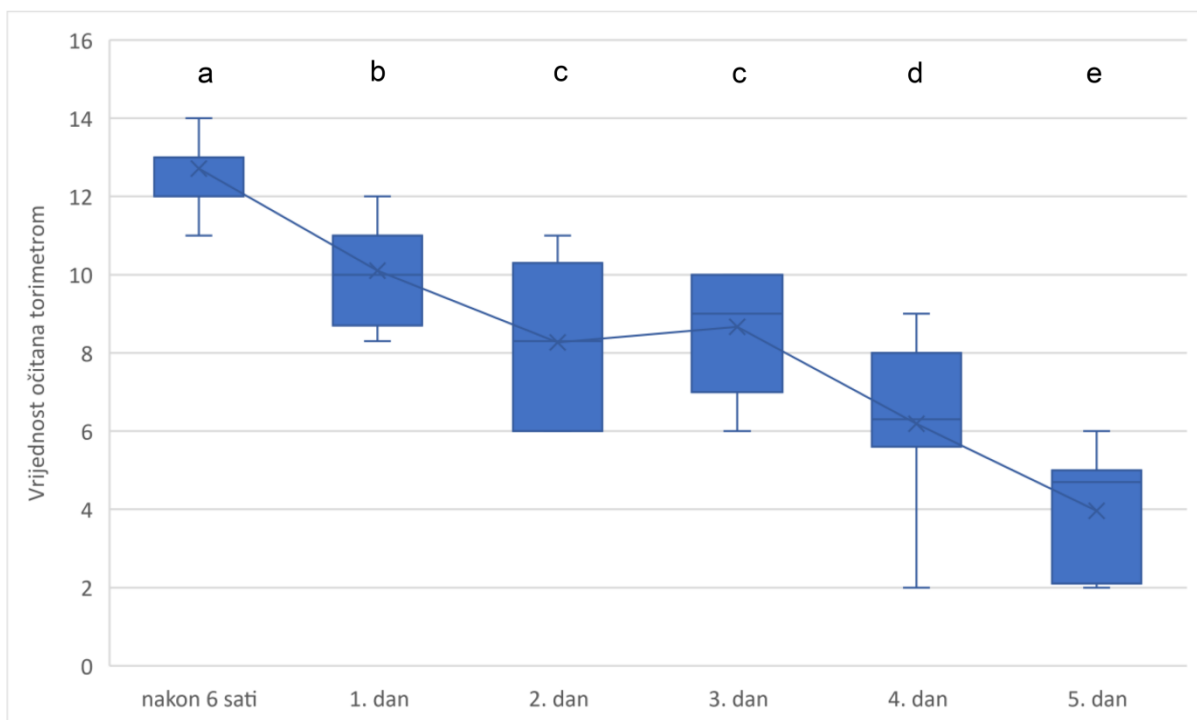
ANOVA ponovljenih mjerenja je ukazala na postojanje značajne razlike u vrijednosti dielektričnih svojstava između pojedinih dana skladištenja kod sva tri tretmana ( $p < 0,01$ ). Vrijednost očitana torimetrom je padala od dana ulova prema zadnjem danu skladištenja, s tim da je najznačajnije padala u III. grupi (Grafovi 1-3).



**Graf 1.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava srdele poleđene odmah nakon ulova (I. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

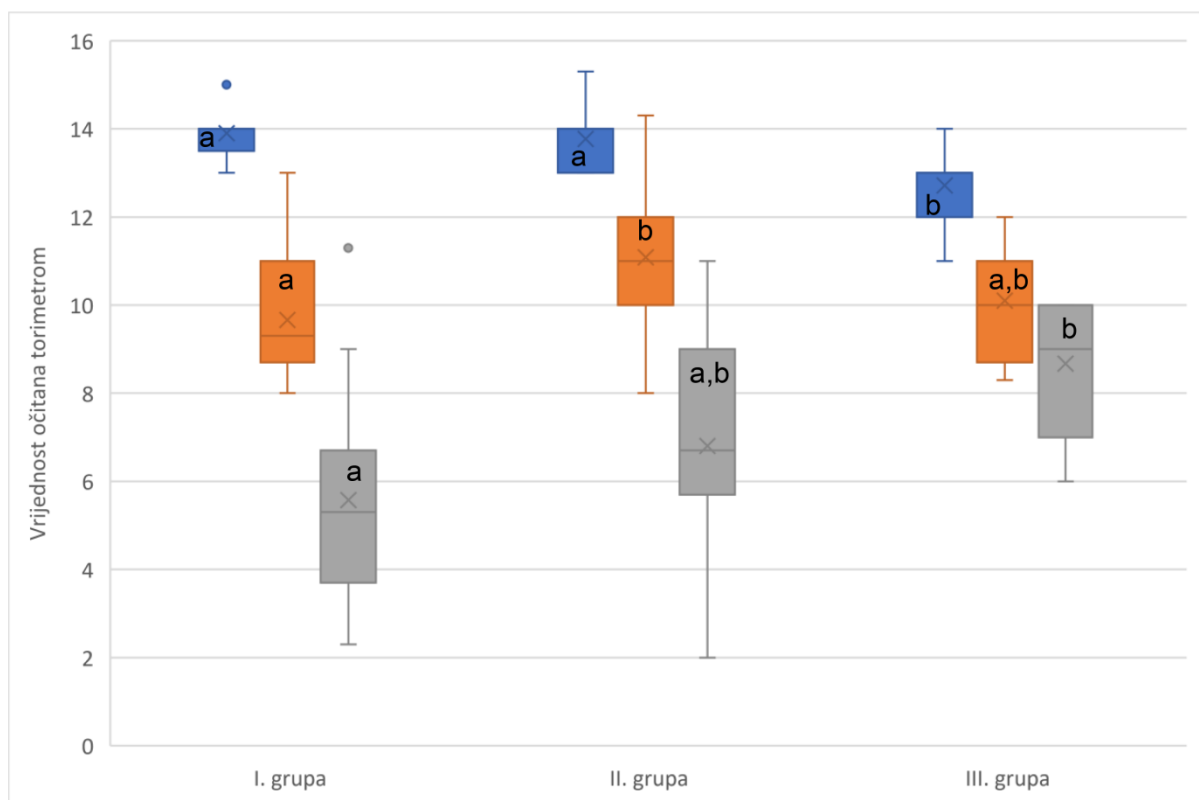


**Graf 2.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava srdele poleđene 1 h nakon ulova (II. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.



**Graf 3.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava srdele poleđene 1 h nakon ulova (III. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja

Usporedbom pojedinih dana je utvrđeno da postoji značajna razlika u vrijednostima dielektričnih svojstava između tretmana poleđivanja ulova na dan ulova (ANOVA  $p < 0,01$ ), prvi dan skladištenja (ANOVA  $p = 0,03$ ) i treći dan skladištenja (ANOVA  $p < 0,01$ ). Post hoc test je pokazao da značajne razlike između tretmana po danima nisu konzistentne (Graf 4). Na dan ulova je vrijednost srdele iz III. grupe bila značajno niža od ostale dvije, prvi dan skladištenja je II. grupa imala značajnu veću vrijednost od I. grupe, a treći dan skladištenja je III. grupa imala značajno veću vrijednost od I. grupe.

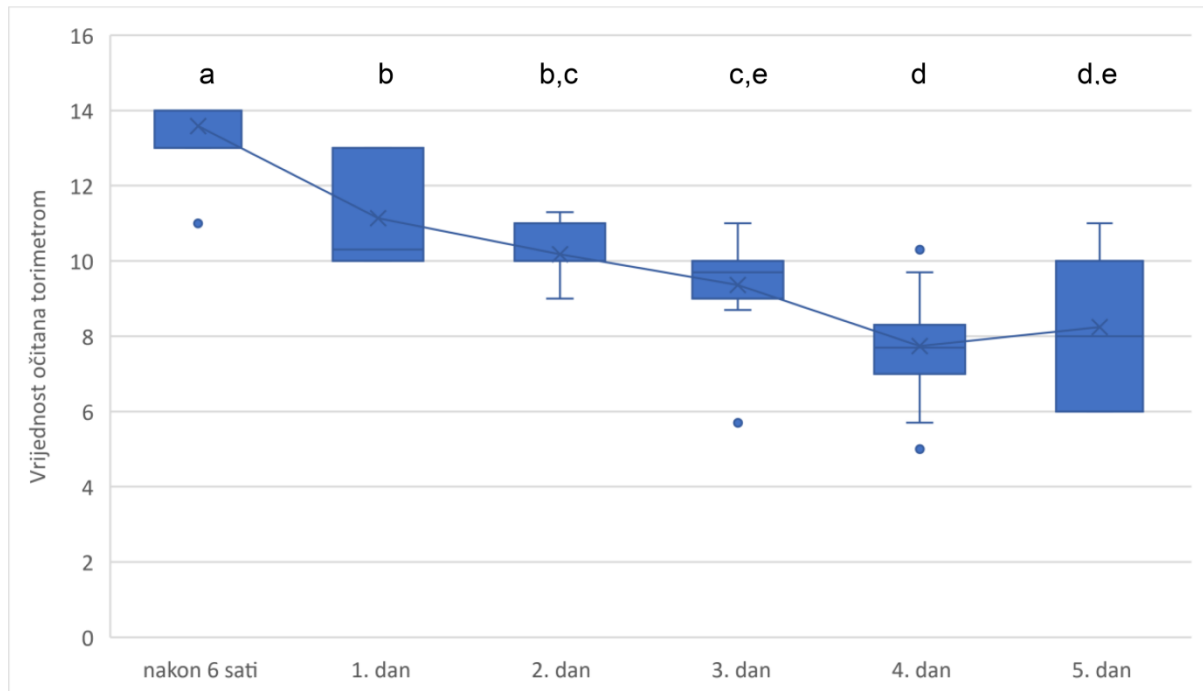


**Graf 4.** Torimetrijske vrijednosti tretmana skladištenja srdele na dane kada je utvrđena značajna razlika između njih (plavo: dan ulova, narančasto: prvi dan skladištenja, sivo: treći dan skladištenja); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih tretmana na svaki dan zasebno.

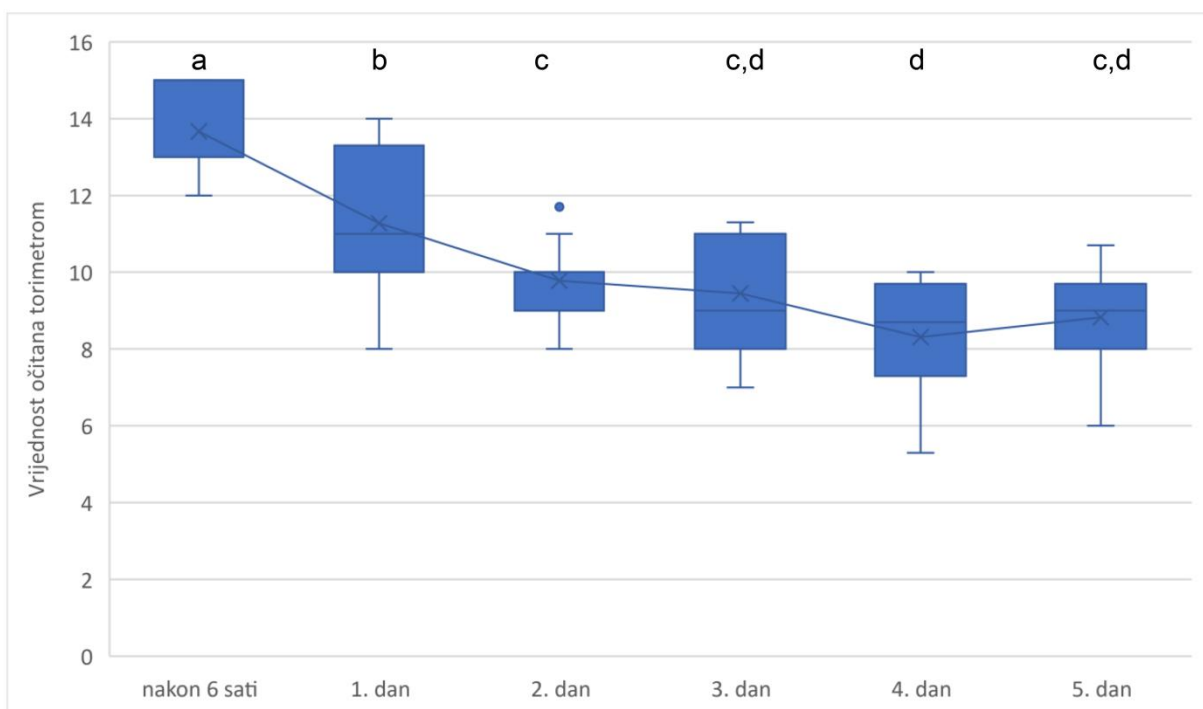
#### 4.2.2. Rezultati torimetrijskih mjerenja incuna (*E. encrasicolus*)

ANOVA ponovljenih mjerenja je ukazala na postojanje značajne razlike u vrijednosti dielektričnih svojstava između pojedinih dana skladištenja kod sva tri tretmana ( $p < 0,01$ ). Vrijednost očitana torimetrom je padala od dana ulova prema trećem danu skladištenja.

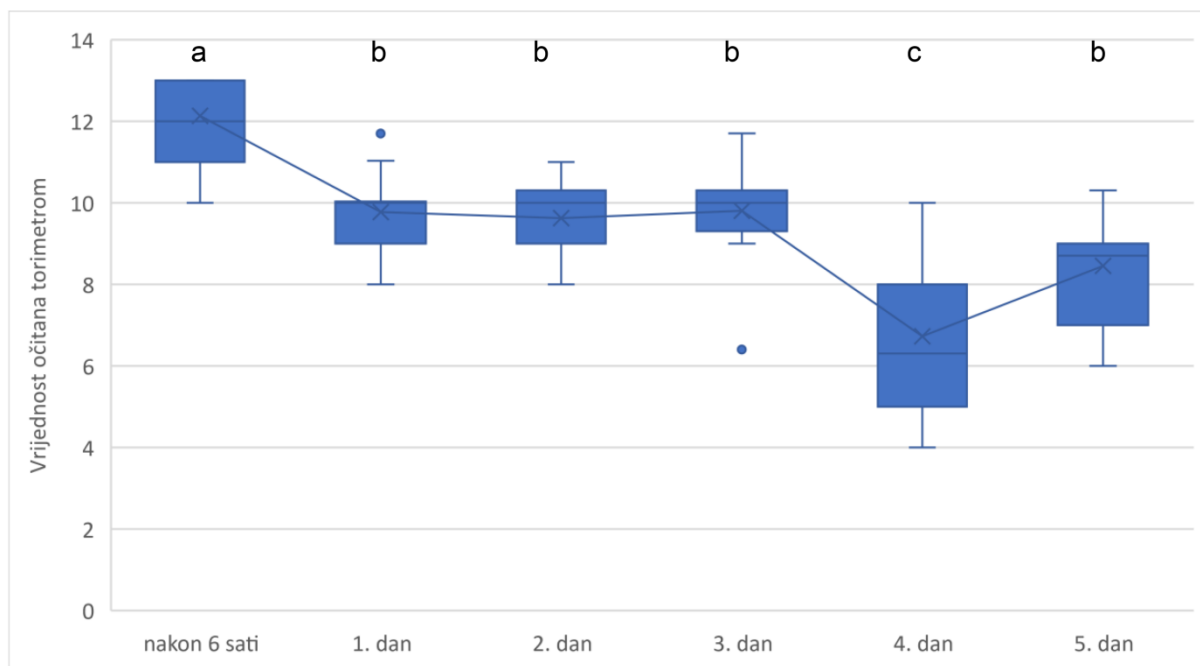
Nakon toga ostaje otprilike slična, osim u III. grupi kod koje naglo pada četvrti dan i opet raste peti dan (grafovi 5-7).



**Graf 5.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava inćuna poleđenog odmah nakon ulova (I. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

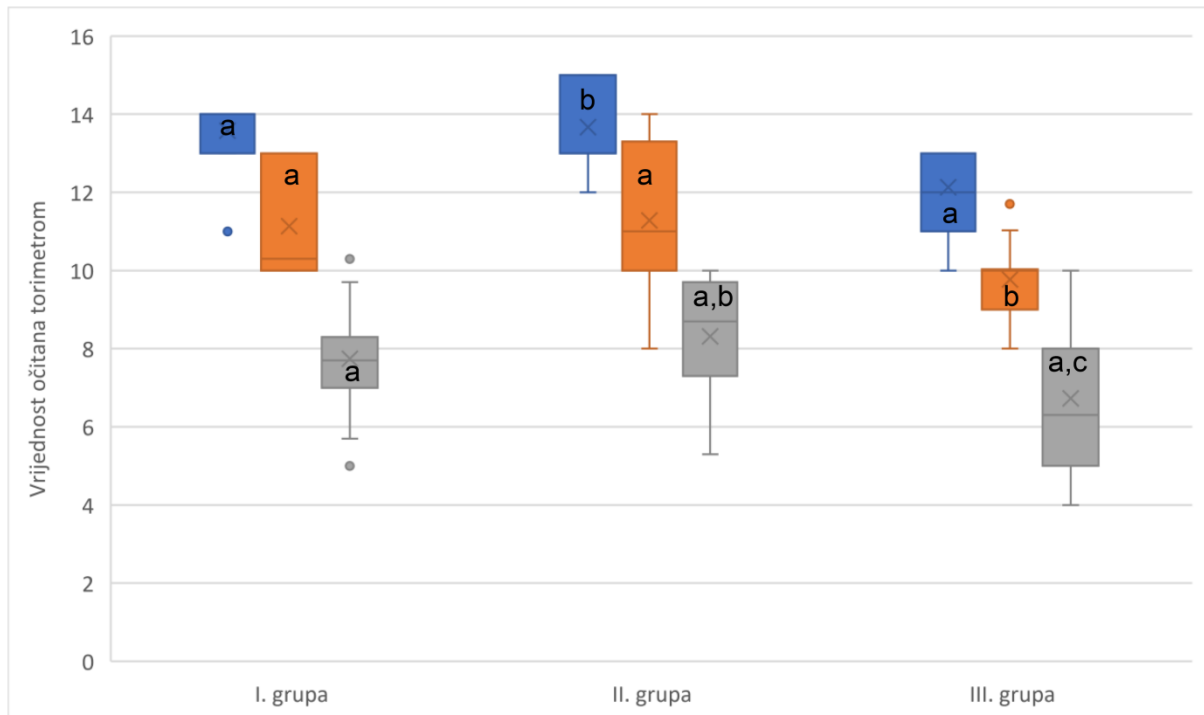


**Graf 6.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava inćuna poleđenog odmah nakon ulova (II. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.



**Graf 7.** Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava incuna poleđenog odmah nakon ulova (III. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

Usporedbom pojedinih dana je utvrđeno da postoji značajna razlika u vrijednostima dielektričnih svojstava između tretmana poleđivanja ulova na dan ulova (ANOVA  $p < 0,01$ ), prvi dan skladištenja (ANOVA  $p = 0,01$ ) i četvrti dan skladištenja (ANOVA  $p = 0,03$ ). Post hoc test je pokazao da značajne razlike između tretmana po danima nisu konzistentne (Graf 8). Na dan ulova je vrijednost incuna iz II. grupe bila značajno viša od ostale dvije, prvi dan skladištenja je III. grupa imala značajno nižu vrijednost od ostalih grupa, a treći dan skladištenja je III. grupa imala značajno nižu vrijednost od II. grupe.



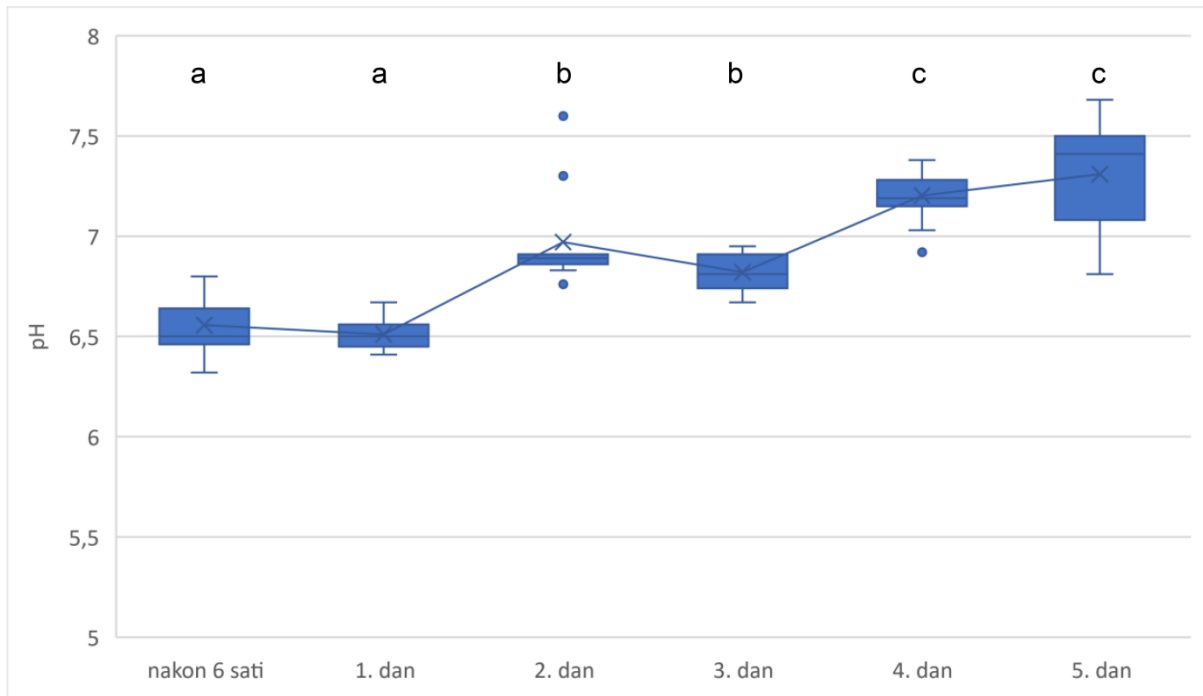
**Graf 8.** Torimetrijske vrijednosti tretmana skladištenja incuna na dane kada je utvrđena značajna razlika između njih (plavo: dan ulova, narančasto: prvi dan skladištenja, sivo: četvrti dan skladištenja); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih tretmana na svaki dan zasebno.

### 4.3. Rezultati pH mjerenja

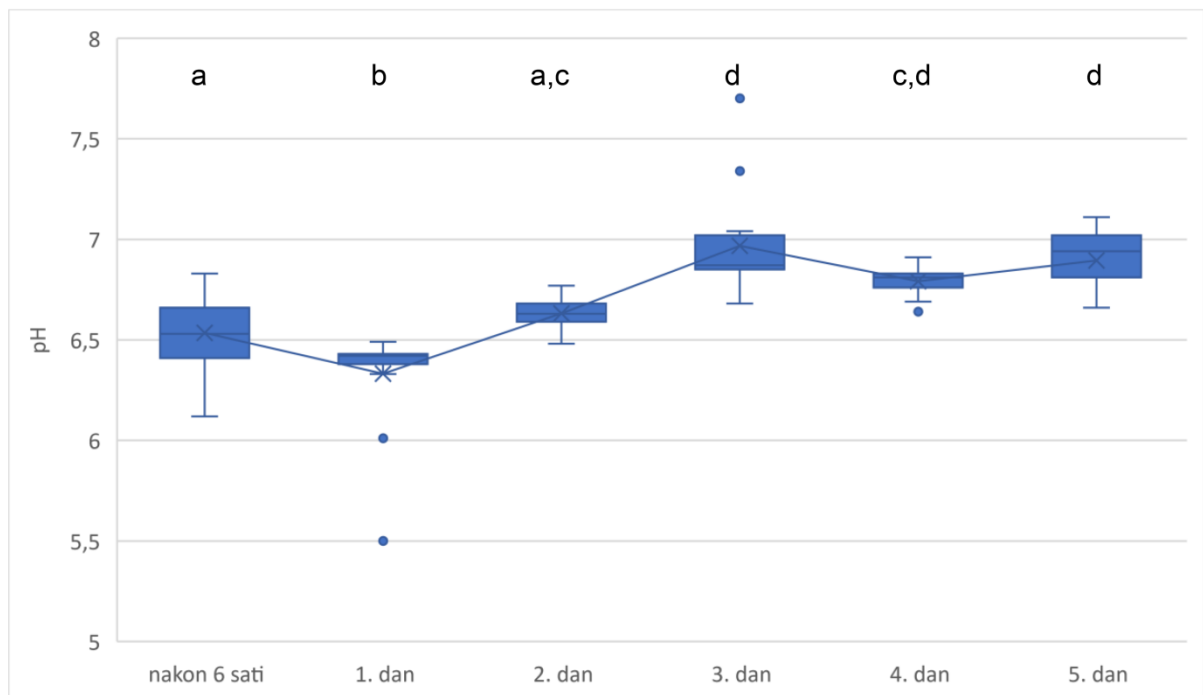
#### 4.3.1. Rezultati pH mjerenja srdele (*S. pilchardus*)

ANOVA ponovljenih mjerenja je ukazala na postojanje značajne razlike u pH vrijednostima između pojedinih dana skladištenja kod sva tri tretmana ( $p < 0,01$ ). Vrijednost pH je rasla od dana ulova prema zadnjem danu skladištenja u I. grupi (graf 9); u II. grupi je vrijednost fluktuirala: prvi dan skladištenja je pala, zatim narasla i ostala približno ista od trećeg do petog dana (graf 10); slično je bilo i u III. grupi, vrijednost je pala prvi dan, drugi dan narasla i nastavila rasti do petog dana (graf 11).

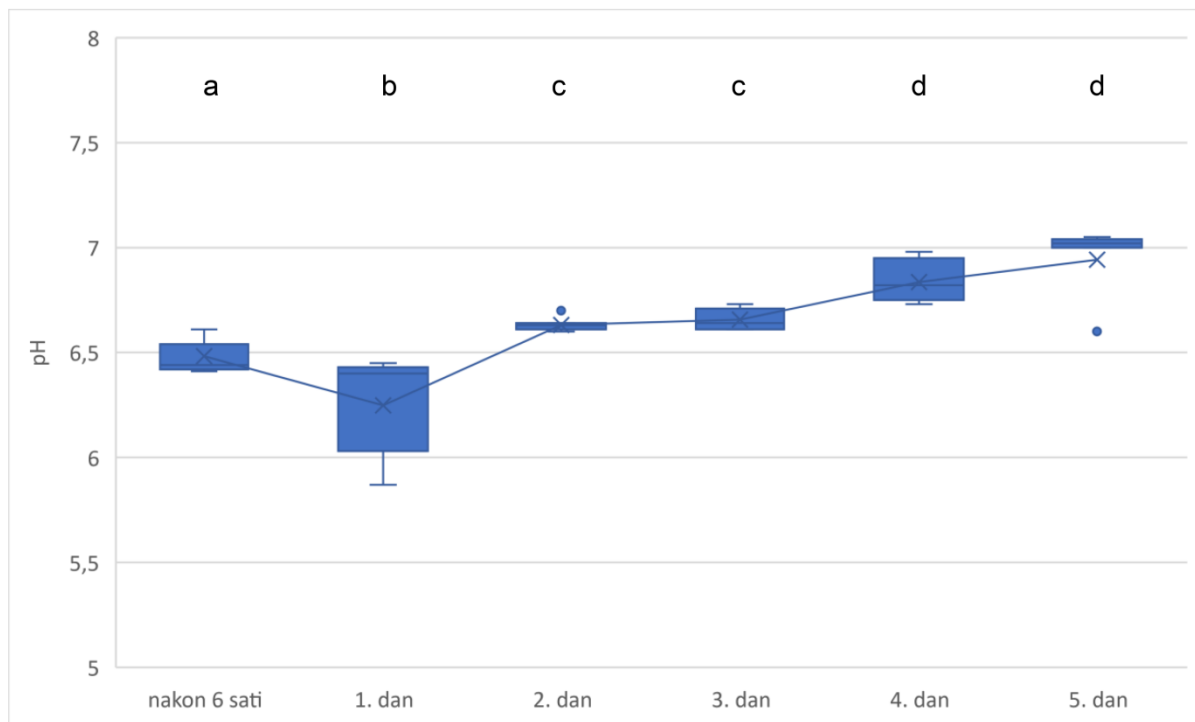




**Graf 9.** Kretanje vrijednosti pH srdele poleđene odmah nakon ulova (I. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

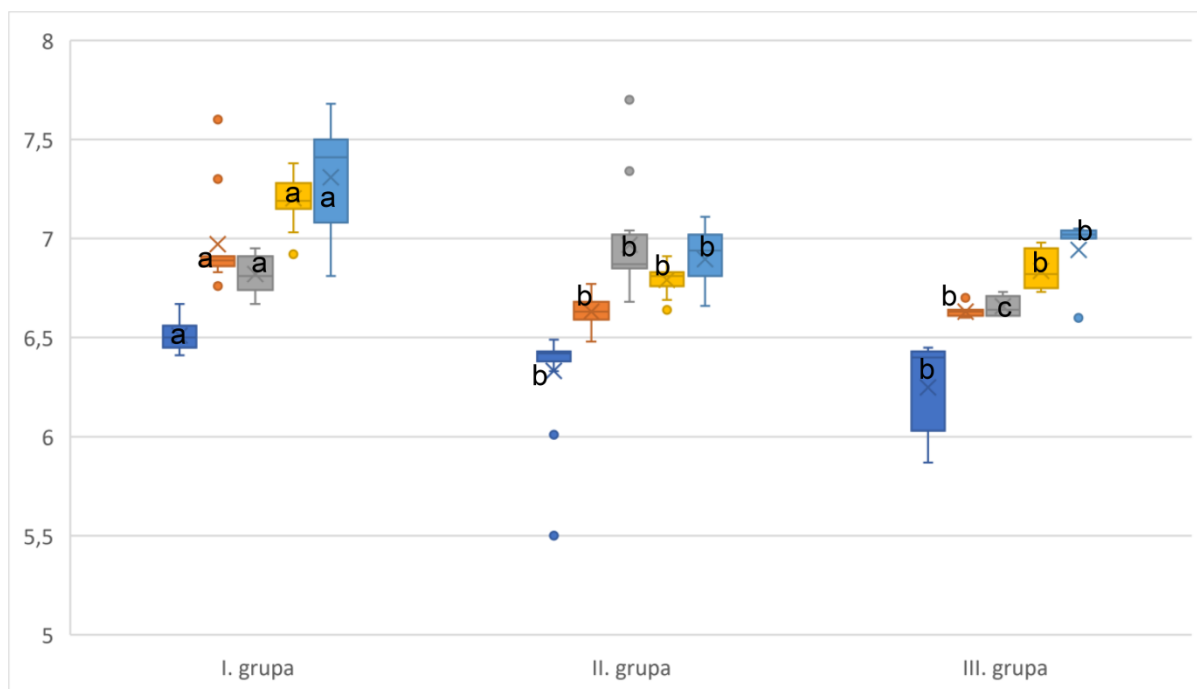


**Graf 10.** Kretanje vrijednosti pH srdele poleđene nakon jednog sata (II. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.



**Graf 11.** Kretanje vrijednosti pH srdele poleđene nakon dva sata (III. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

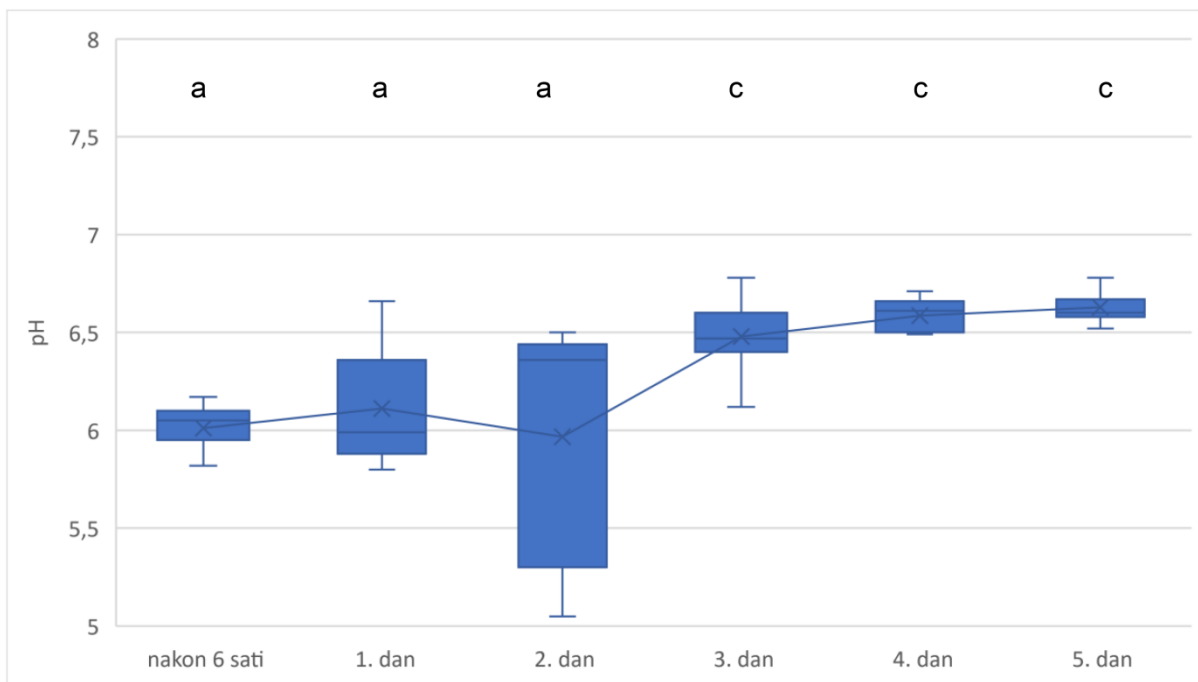
Usporedbom pojedinih dana je utvrđeno da postoji značajna razlika u pH vrijednostima između tretmana poleđivanja ulova na sve dane osim na dan ulova (ANOVA  $p < 0,01$ ). Post hoc test je pokazao da je na sve dane skladištenja I. grupa imala značajno više vrijednosti pH od ostalih grupa, osim na treći dan kada je bila značajno niža no u II. grupi. Tretmani II. i III. grupe su imali slične vrijednosti kroz sve dane osim na treći dan skladištenja kada je II. grupa imala značajno višu pH vrijednost od III. grupe.



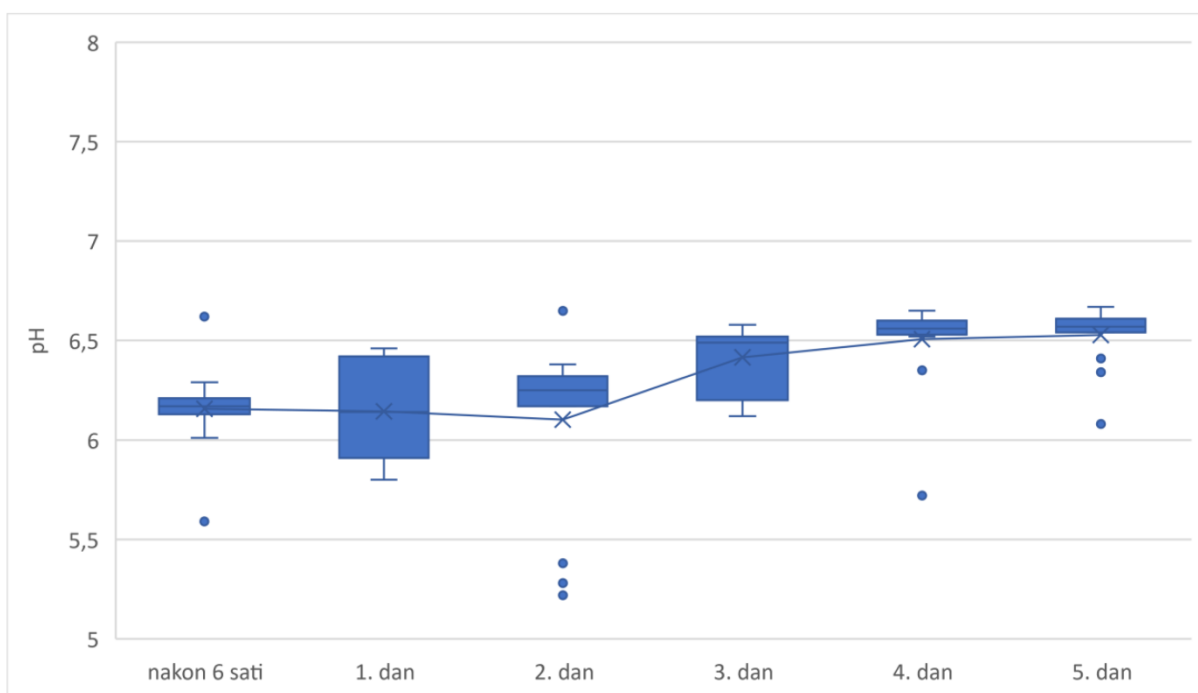
**Graf 12.** Vrijednosti pH različitih tretmana skladištenja srdele na dane kada je utvrđena značajna razlika između njih (tamnoplavo: prvi dan skladištenja, narančasto: drugi dan skladištenja, sivo: treći dan skladištenja, žuto: četvrti dan skladištenja, svijetloplavo: peti dan skladištenja); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih tretmana na svaki dan zasebno.

#### 4.3.2. Rezultati pH mjerenja incuna (*E. encrasicolus*)

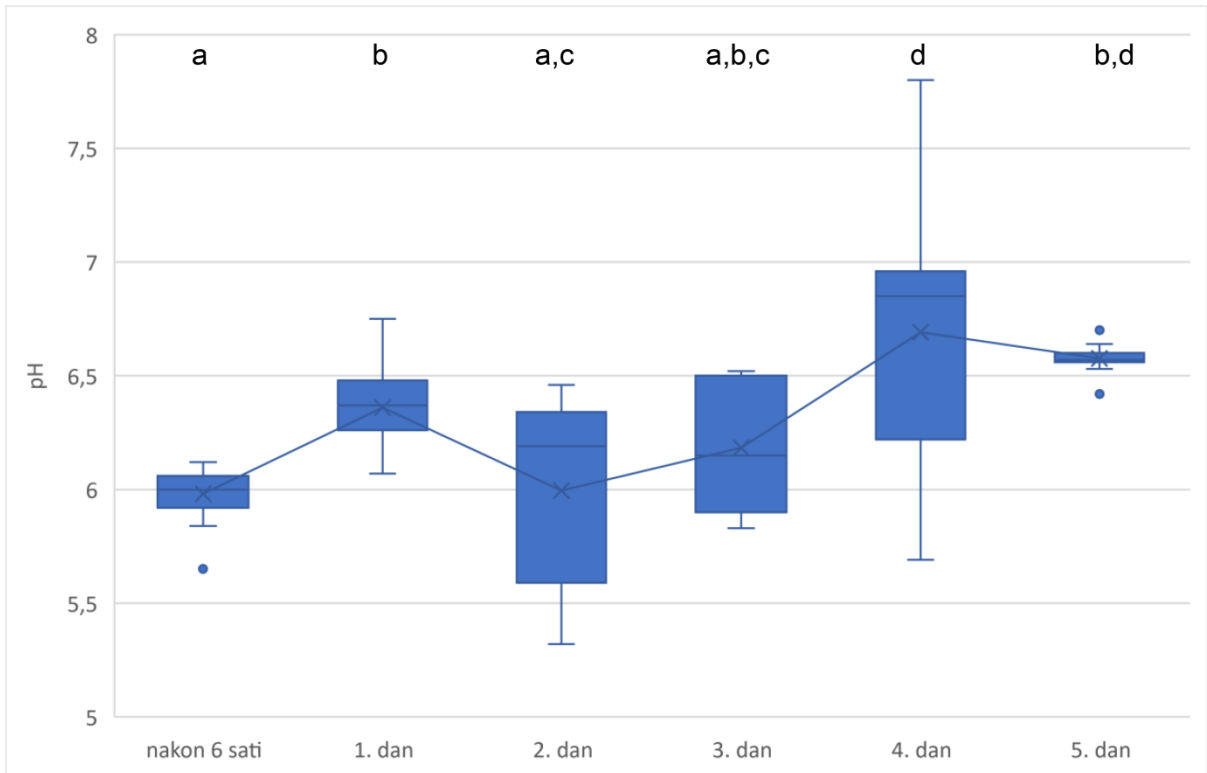
ANOVA ponovljenih mjerenja je ukazala na postojanje značajne razlike u pH vrijednostima između pojedinih dana skladištenja kod I. i III. grupe ( $p < 0,01$ ). Vrijednost pH je u I. grupi bila slična od dana ulova do drugog dana skladištenja, zatim je značajno porasla treći dan i ostala slična do petog dana (graf 13); u II. grupi nije postojala značajna razlika između pojedinih dana skladištenja (graf 14); u III. grupi je vrijednost rasla prvi dan, drugi dan je pala i onda opet nastavila rasti do petog dana (graf 15).



**Graf 13.** Kretanje vrijednosti pH inćuna poleđenog odmah nakon ulova (I. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

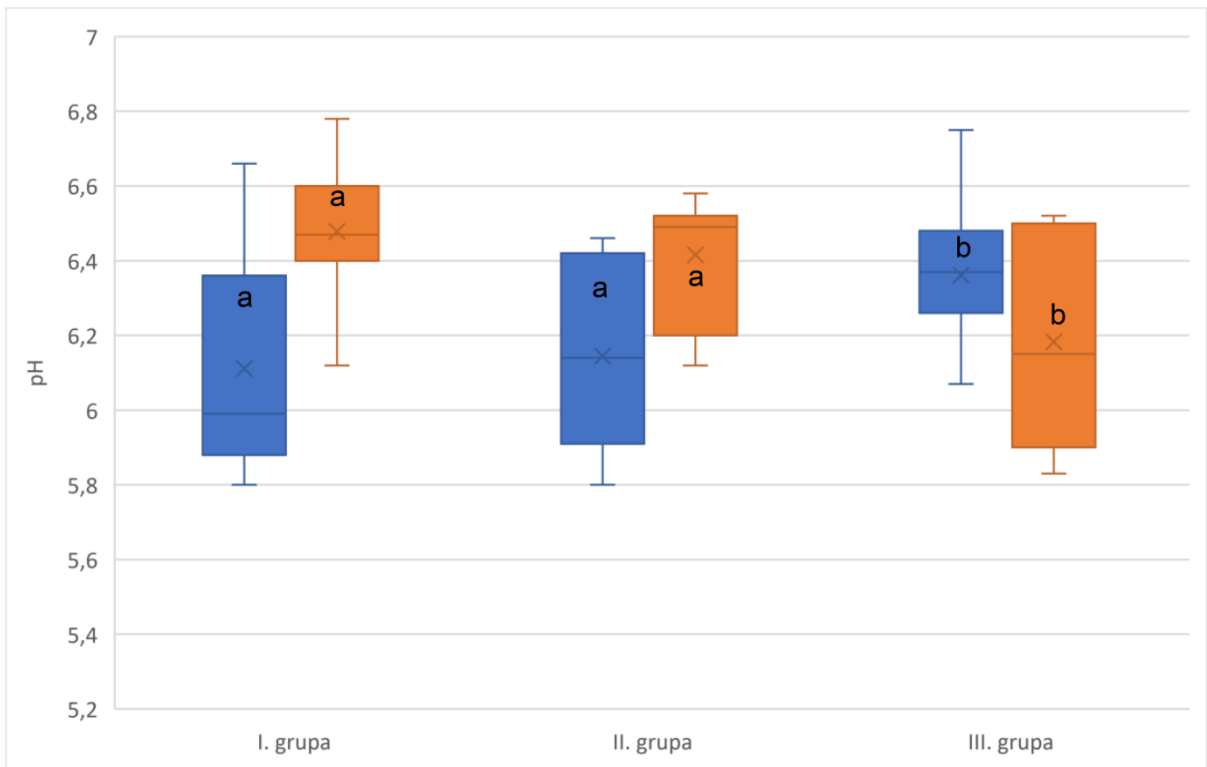


**Graf 14.** Kretanje vrijednosti pH inćuna poleđenog jedan sat nakon ulova (II. grupa); Između pojedinih dana skladištenja nema statistički značajne razlike.



**Graf 15.** Kretanje vrijednosti pH inćuna poleđenog dva sata nakon ulova (III. grupa); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih dana skladištenja.

Usporedbom pojedinih dana je utvrđeno da postoji značajna razlika u pH vrijednostima između tretmana poleđivanja ulova samo na prvi (ANOVA  $p=0,01$ ) i treći dan skladištenja (ANOVA  $p<0,01$ ). Post hoc test je pokazao da je prvi dan skladištenja III. grupa imala značajno višu vrijednost pH od ostalih grupa, dok je treći dan skladištenja III. grupa imala značajno nižu vrijednost pH od ostalih grupa.



**Graf 16.** Vrijednosti pH različitih tretmana skladištenja incuna na dane kada je utvrđena značajna razlika između njih (plavo: prvi dan skladištenja, narančasto: treći dan skladištenja); Različita slova označavaju statistički značajnu razliku između pojedinih tretmana na svaki dan zasebno.

## 5. Rasprava

Nakon ulova je neophodno da se riba na pravilan način skladišti, ali još i važnije da se brzo ohladi kako bi od kraja samog izlova i sve do iskrcaja na kopno te dopreme u najbliži pogon i ona ostala dovoljno dobre kvalitete (Mallikage, 2001). Sve faktore koji utječu na pojavu kvarenja ohlađene ribe možemo podijeliti na temperaturu, fizička oštećenja na tijelu ribe i karakteristike vrste. Najvažniji faktor koji utječe na pojavu kvarenja ribe jest temperatura (Gökoglu i Yerlikaya, 2015).

U ovom istraživanju promjene dielektričnih svojstava srdele i inćuna pokazuju da su kod srdele dielektrična svojstva padala od dana ulova prema zadnjem danu skladištenja. Najizraženiji pad uočen je kod obje vrste za III. grupu, koja se statistički najviše razlikovala od druge dvije grupe. Vodljivost je kod inćuna postupno padala do trećeg dana. Kod da bi četvrtog dana bio utvrđen izraženi pad čija vrijednosti ostaje slična i petog dana. Donatović i sur. (2019) su imali slično istraživanje s lubinom u kojem su dobiveni rezultati dielektričnih svojstava također postepeno padali osim u skupini T4 koja se znatno razlikuje od ostalih skupina jer ima najbrži pad vrijednosti. Ivan Špelić i sur. (2022) Praćenjem dielektričnih svojstava arbuna utvrdili su pad srednjih vrijednosti očitanih torimetrom kroz vrijeme skladištenja (nulti dan + 6 dana). Autori navode da dobivene vrijednosti pokazuju da je u razdoblju od 6 dana skladištenja očuvana zadovoljavajuća kvaliteta ribe. Također u istraživanju Miljašević i sur. (2011) torimetarske vrijednosti pastrve za sve četiri istraživane grupe pokazivale su tendenciju stalnog pada u funkciji vremena. Istraživanja su pokazala da dielektrična svojstva su najveća prvog dana, a potom naredne dane vrijednosti padaju.

Vrijednost pH kod srdele iz I. grupe rasla je od dana ulova do 5 – tog dana skladištenja. U II. i III. grupi vrijednosti su oscilirale tako da je u II. grupi je prvi dan pala, zatim narasla i ostala približno ista od trećeg do zadnjeg dana skladištenja. Nagli pad te potom porast pH karakterističan je tijekom postmortalnih promjena na ribi, pri čemu više vrijednosti pogoduju naseljavanju bakterija i posljedično ubrzavaju kvarenje (Šoša, 1989). Do pada pH ribe nakon izlova dolazi zbog nakupljanja mliječne kiseline koju uzrokuje postmortalna glikoliza u anaerobnim uvjetima zbog nakupljanja mliječne kiseline. Koliko će pasti pH, odnosno koliko će se proizvesti mliječne kiseline, ovisi o razini glikogena u tkivu. To je, uz temperaturu, izravno povezano s time kako i koliko dugo riba umire. Što je duže vrijeme ugibanja i stres ugibanja, to se više glikogena nakuplja u tkivu. Zbog toga će procesom glikolize razina pH pasti niže nego kada je vrijeme ugibanja kraće. Sniženi pH denaturira sarkoplazmatske proteine u mišićnom tkivu i smanjuje sposobnost zadržavanja vode (Huss, 1995). Nakon pada pH dolazi do povećanja uslijed razgradnje ostalih komponenti tkiva, što pogoduje naseljavanju mikroorganizama i uzrokuje kvarenje ribe (Kyrana i Lougovois, 2002). U III. grupi također vrijednosti padaju prvi dan ali, rastu drugi dan i nastavljaju rast do zadnjeg dana skladištenja. Ova je grupa ujedno i nakon izlova bila najdulje izložena visokim temperaturama te je ova pojava očekivana. Kod I. grupe inćuna vrijednosti su dosta slične prvi i drugi dan skladištenja, potom rastu treći dan i ostaju slične do petog dana. II. grupi

inćuna pH je sličan prvi i drugi dan, potom raste do zadnjeg dana a, III. grupi vrijednosti su varirale prvi dan je rasla, drugi dan je pala zatim je nastavila rasti do zadnjeg dana skladištenja. U istraživanju koji su proveli Sevin i Mehmet (2003) na inćunu, pri čemu su grupu A transportirali na sobnoj temperaturi, a grupu B u zdrobljenom ledu i skladištili u hladnjaku na pladnjevima bez leda, vrijednosti pH A grupe naglo rastu i riba treći dan nije bila za ljudsku upotrebu. Isti autori su za grupu B utvrdili da je ova vrijednost postepeno rasla te je rok trajanja ove ribe bio duži. To pokazuje da je način rukovanja i transporta ribe vrlo važan za kvalitetu i rok trajanja ribe. Očigledno su male razlike u vremenu poleđivanja (sat vremena) u ovom istraživanju, uz činjenicu da se radi o ranim jutarnjim satima kada su temperature zraka najniže uzrok sličnim vrijednostima za sve tri istraživane skupine.



## 6. Zaključak

1. Osim početnog broja mikroorganizama i temperature skladištenja, na brzinu promjene pH nakon uginuća utječu i čimbenici kao što su vrsta ribe, hranidba, metode ulova, godišnje doba, način tretiranja ribe neposredno nakon ulova, te način transporta.
2. Na temelju dobivenih rezultata mjerenih parametara svježine kod srdele i inćuna možemo zaključiti da je od velike važnosti brzo i efikasno postupati nakon izlova te u što kraćem vremenskom roku ohladiti i pravilno transportirati poledenu ribu jer to utječe na kvalitetu i rok trajanja ribe za ljudsku upotrebu.
3. Očigledno su male razlike u vremenu poledivanja (sat vremena) u ovom istraživanju, uz činjenicu da se radi o ranim jutarnjim satima kada su temperature zraka najniže uzrok sličnim vrijednostima za sve tri istraživane skupine.

## 7. Popis literature

1. Aksnes, A., B. Brekken (1988.). Tissue degradation, amino acid liberation and bacterial decomposition of bulk stored capelin. *J. Sci. Food Agric.* 45, str. 53 - 60.
2. Azzali, M. (1980). Summary of the results of the research project "Evaluation of pelagic resources using electroacoustic instruments" from 1975 to 1980. *FAO Fish. Rep.* 239, 33-42.
3. Azzali, M., A. De Felice, M. Luna, G. Cosimi & F. Parmiggiani (2002). The state of the Adriatic Sea centred on the small pelagic fish populations. *Pubblicazioni della Stazione Zoologica di Napoli: Mar. Ecol.* 23(1): 78-91
4. Bojanić, K. (2006). Utjecaj električnog omamljivanja i iskrvarenja na kvalitetu mesa lubina (*Dicentrarchus labrax*) pri pohrani na ledu. *Diplomski rad. Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.* Str. 49
5. Coll, M., A. Santojanni, I. Palomera, S. Tudela & E. Arneri. (2006). An ecological model of the northern and central Adriatic Sea: analysis of ecosystem structure and fishing impacts. *J. Mar. Syst.* 67: 165-175.
6. Donatović M., A. Gavrilović, A. Ljubičić, M. Brailo, J. Jug- Dujaković (2019) Promjena pH, dielektričnih i senzornih pokazatelja svježine Lubina *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), pri različitim uvjetima pripreme i skladištenja. *Pristup 14.08.2023.*
7. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, priopćenje br 1.4.1. (2003-2014): 1
8. FAO (2018) The state of world fisheries and aquaculture - Meeting the sustainable development goals. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <<http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9229en>>. *Pristup 07.07. 2022.*
9. FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. Sustainability in action. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, <<https://doi.org/10.4060/ca9229en>>. *Pristup 07.07 2022.*
10. Fraser, O., S. Sumar (1998.): Compositional changes and spoilage in fish. *Nutr. Food Sci.*, 5: str. 275 - 279.
11. Ghaly, A. E., Dave, D., Budge, S., Brooks, M. S. (2010) Fish spoilage mechanisms and preservation techniques. *Am. J. Appl. Sci.* 7, 859-877.
12. Gökoglu, N., Yerlikaya P. (2015) *Seafood Chilling, Refrigeration and Freezing. Science and Technology*, 1. izd., John Wiley & Sons, Ltd., Chichester.
13. Grubišić F. (1990.): Ribe, rakovi i školjke Jadrana, ITRO Naprijed, Zagreb, str. 12 – 14
14. Huss, H. H. 1995. Quality and quality changes in fresh fish (No. 348). *Food & Agriculture Org.:* 1-195.
15. Janči, T., Vidaček Filipec, S. (2019) Optimizacija ribolovnih aktivnosti u svrhu poboljšanja kvalitete male plave ribe. *WWF Adria – Udruga za zaštitu prirode i očuvanje biološke raznolikosti.* str 5-23.
16. Jardas, I. (1996.): *Jadranska ihtiofauna. Školska knjiga, Zagreb*, str. 21, 24 – 26, 114 – 115, 165.

17. Karakoltsidis, P. A., Zotos, A., Constantinides, S.M. (1995) Composition of the commercially important Mediterranean finfish, crustaceans, and molluscs. *J. Food Compos. Anal.* 8, 258-273.
18. Katavić, I., Vodopija, T. (2001) Razvojne mogućnosti marikulture u Republici Hrvatskoj. *Ribarstvo* 59(2), 71-84.
19. Kraljević, V., Čikeš Keč, V., Zorica, B. (2014) Analiza ulova ostvarenih plivaricom srdelarom u Jadranu. *Ribarstvo* 72, 142-149.
20. Kõse S. i Erdem M.E. An investigation of Quality Changes in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L. 1758.) Stored at Different Temperatures. *Pistup.* 15.09.2023.
21. Lougovois, V. P., & Kyrana, V. R. (2005) Freshness quality and spoilage of chill-stored fish. U: *Food Policy, Control and Research*, (Riley, A.P., ured.), Nova Science Publishers Inc., New York, str. 35-86.
22. Love, R. M. (1975.): Variability of Atlantic cod (*Gadus morhua*) from the northeast Atlantic: a review of seasonal and environmental influences on various attributes of fish. *J. Fish. Res. Board Canada* 32, str. 2333 – 2342
23. Mallikage, M. (2001) The Effect Of Different Cooling System On Quality Of Pelagic Species. *UNU-Fisheries Training Programme*, 1-29
24. Marçalo A., Breen, M., Tenningen, M., Onandia, I., Arregi, L., M. S. Gonçalves J. (2019) Mitigating Slipping-Related Mortality from Purse Seine Fisheries for Small Pelagic Fish: Case Studies from European Atlantic Waters. U: *The European Landing Obligation: Reducing Discards in Complex, Multi-Species and Multi-Jurisdictional Fisheries*, [online] (Uhlmann, S.S., Ulrich, C., Kennelly, S. J., ured.), Springer Open, Cham, CH, str. 297-318, <[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-03308-8\\_15](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-03308-8_15)>. *Pristup* 20.07 2022.
25. Miljašević M., J. Babić, A. Spirić, J. Jovanović, B. Lakićević, B. Borović, M.Ž. Baltić. (2011) Folowing changes in total number of mesophilic bacteria and torry meter readings in samples of fresh trout packaged in modified atmosphere and vacuum. *Pristup* 14.08.2023.
26. Mustačić, B., Sinovčić, G. (2012) Seasonal variations of lipid and moisture content in relation to sexual cycle of round sardinella *Sardinella aurita* Valenciennes 1847 in the eastern middle Adriatic Sea. *Cah. Biol. Mar.* 53, 205-211
27. Shwayer, M., Pizzali, A.F.M. (2003) The use of ice on small fishing vessels. *FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Rome, <<http://www.fao.org/3/a-y5013e.pdf> >. *Pristup* 13.07.2022.
28. Sinovčić, G. 2000. Anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758): biology, population dynamics and fisheries case study. *Acta Adriat.* 41: 1-54.
29. Šimat, V., A. Soldo, J. Maršić-Lučić, M. Tudor, T. Bogdanovic (2009.): Effect of different storage conditions on the dielectric properties of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Acta Adriat.* 50, 1, str. 5 - 10.
30. Šoša, B. (1989) Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb, str. 7-17, 1-23, 121-137.

31. Špelić I., T. Radočaj, N. Iveša, J. Jug-Dujaković, M. Piria, A. Gavrilović (2022) Promjene određenih parametara svježine arbuna, *Pagellus erythrinus*, skladištenog na ledu. Zbornik radova 57. hrvatskih i 17. Međunarodni simpozij agronoma 19.-24. lipnja 2022., Vodice, Hrvatska, str. 393.-397.

## 8. Prilozi

<b>Srdela (<i>Sardina pilchardius</i>)</b>		<b>Inćun (<i>Engraulius encrasicolus</i>)</b>	
Redni br. ribe	Dužina (cm)	Redni br. ribe	Dužina (cm)
1.	14,5	1.	14,2
2.	14,6	2.	13,5
3.	13,7	3.	13,8
4.	14,7	4.	14,6
5.	13,7	5.	13,8
6.	14,7	6.	13,5
7.	13,7	7.	14
8.	14,2	8.	14,4
9.	15	9.	14
10.	13,7	10.	13,5
11.	13,5	11.	15
12.	14,4	12.	16,1
13.	13,3	13.	13,5
14.	15	14.	15
15.	13,8	15.	14
16.	13,5	16.	14,2
17.	14,8	17.	14
18.	14,4	18.	14,5
19.	15	19.	13,8
20.	16	20.	14,5
21.	13,2	21.	14,3
22.	14,5	22.	13,5
23.	15	23.	14,2
24.	14,4	24.	14,8
25.	13,7	25.	14,4
26.	13,9	26.	13,5
27.	14,5	27.	14,4
28.	14,2	28.	13,5
29.	14,3	29.	14,6
30.	14,3	30.	15,2
31.	14,7	31.	15,7
32.	13	32.	13,8
33.	15	33.	14,5
34.	14	34.	15,3
35.	13,9	35.	14,3
36.	13,2	36.	13,7
37.	14	37.	14,4
38.	14	38.	13,5

39.	14,4	39.	14,4
40.	12	40.	14,3
41.	13,5	41.	14
42.	13	42.	14
43.	14,3	43.	13,7
44.	13,5	44.	15
45.	14,6	45.	13,9
46.	13,6	46.	13,5
47.	14,4	47.	15,3
48.	13,7	48.	14,8
49.	14,9	49.	14,9
50.	15	50.	14,9
51.	13,4	51.	14,6
52.	15	52.	14,5
53.	14,1	53.	14
54.	10,4	54.	13,5
55.	14,5	55.	13,7
56.	14	56.	14,7
57.	14	57.	14,6
58.	13,7	58.	13,5
59.	14	59.	14
60.	14,2	60.	14,5
61.	16,9	61.	14
62.	14	62.	14,3
63.	14,3	63.	14
64.	15	64.	14,6
65.	14,5	65.	14
66.	14	66.	13,3
67.	15,4	67.	14,7
68.	14,5	68.	13,3
69.	15,4	69.	15,2
70.	13,7	70.	13,7

**Tablica 1** Morfometrija srdele i inćuna

## Životopis

Anđela Kostović rođena je 11. Ožuljka 1999. godine u Splitu. Pohađala je osnovnu školu Vladimira Nazora u Postira na otoku Braču. Nakon završene osnovne škole je upisala srednju školu „Braća Radić“ u Kaštel Štafiliću smjer tehničar nutricionist koju je završila 2017. godine. Iste godine upisuje preddiplomski studij Prehrambena tehnologija koju završava 2020. godine, nakon upisuje diplomski studij u Zagrebu na Agronomskom fakultetu smjera Ribarstvo i lovstvo. Razumije i upotrebljava u govoru i pismu engleski jezik, te poznaje rad na računalu.