

# Utjecaj ribolovnih alata i postulovne manipulacije na posmrtnu promjenu u mesu ribe

---

**Kuzmanić, Pave**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split / Sveučilište u Splitu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:583030>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-13**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA**  
**PREDDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I EKOLOGIJA MORA**

**Pave Kuzmanić**

**UTJECAJ RIBOLOVNIH ALATA I POSTULOVNE  
MANIPULACIJE NA POSMRTNE PROMJENE U  
MESU RIBE**

**Završni rad**

**Split, srpanj 2019.**

**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA**  
**PREDDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I EKOLOGIJA MORA**

**UTJECAJ RIBOLOVNIH ALATA I POSTULOVNE  
MANIPULACIJE NA POSMRTNE PROMJENE U  
MESU RIBE**

**Završni rad**

**Predmet:** Prerada i očuvanje proizvoda mora

**Mentor:**

Izv. prof. dr. sc. Vida Šimat

**Komentor:**

Doc. dr. sc. Jure Brčić

**Student:**

Pave Kuzmanić

**Split, srpanj 2019.**

Sveučilište u Splitu  
Sveučilišni odjel za studije mora  
Preddiplomski studij Morsko ribarstvo

Završni rad

## UTJECAJ RIBOLOVNIH ALATA I POSTULOVNE MANIPULACIJE NA POSMRTNE PROMJENE U MESU RIBE

**Pave Kuzmanić**

### Sažetak

U ovom radu dan je pregled novije literature o utjecaju različitih alata i tehnika ribolova na kvalitetu ulova s posebnim osvrtom na utjecaj udičarskih i povlačnih alata kao i postulovnih manipulacija koje mogu pridonjeti kvaliteti ribe u daljnjem rukovanju. Dodatno, opisan je i indeks oštećenja tijekom ulova (*engl.* catch damage indeks) kao primjer novije metode za procjenu oštećenja komercijalnih vrsta u ulovu. Promjene koje se javljaju tijekom lova i u postulovnoj manipulaciji imaju značajan utjecaj na smanjenje kvalitete ribljeg mesa na način da ubrzavaju posmrtnu promjenu te dovode do denaturacije dijela bjelančevina, smanjuju kapacitet zadržavanja vode i utječu na okus i boju te prezentaciju mesa ribe. Literatura opisuje mnoge eksperimentalne ribolovne tehnike i poboljšanja alata kojima je za cilj umanjiti djelovanje alata kako bi na tržište došao što bolji i kvalitetniji proizvod. Primjena postulovnih metoda za smanjenje stresa i odgodu posmrtnih reakcija (odmaranje ribe, ošamućivanje ribe strujom, kvalitetno iskrvarenje odmah po ulovu, te uklanjanje utrobe) iziskuje dodatno vrijeme i ljudstvo ali umanjuje posmrtnu promjenu na mesu čime je i plasman ribe olakšan.

(22 stranice, 13 slika, 2 tablice, 24 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

**Ključne riječi:** Kvaliteta ribe, ribolovni alati, parangal, koća, posmrtnu promjenu, mliječna kiselina, bakalar

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Vida Šimat

**Komentor:** Doc. dr. sc. Jure Brčić

**Ocjenjivači:** 1. Doc. dr. sc. Marin Ordulj  
2. Izv. prof. dr. sc. Vida Šimat  
3. Doc. dr. sc. Jure Brčić

University of Split  
Department of Marine Studies  
Undergraduate study Marine Fisheries

BSc Thesis

**THE EFFECT OF FISHING GEAR AND POSTMORTEM HANDLING ON QUALITY  
CHANGES IN FISH**

**Pave Kuzmanić**

**Abstract**

In this thesis a review of the latest literature on the effects of fishing gear and catching methods on quality of catch was given, with a particular dedication on the effect of hooks, lines and trawls on post-mortem quality changes in fish. A recently developed catch damage index method was described as a useful tool for assessment of injuries sustained during fishing activities in commercially important species. Impact of fishing and post-mortem handling on the quality of fish flesh is significant and reflected in acceleration of post-mortem changes, denaturation of proteins, reduction in water holding capacity, flash color and taste as well as overall presentation of the fish. Literature describes many experimental fishing methods and gear improvements aimed at reducing the impact of the fishing gear and there for improve the product's quality on the market. Application of the post-catch methods for reduction of stress and delay of post-mortem reactions (recovery from exhaustive swimming, stunning the fish with electricity, proper exsanguination immediately after catch and evisceration) reduce the post-mortem changes in fish resulting in better quality and easier marketing, however, require additional time and personnel.

(22 pages, 13 figures, 2 tables, 24 references, original in: Croatian)

**Keywords:** Fish quality, fishing gear, longline, trawl, post-mortem changes, lactic acid, Atlantic cod

**Supervisor:** Vida Šimat, PhD / Associate Professor

**Co-supervisor:** Jure Brčić, PhD / Assistant Professor

**Reviewers:**

1. Marin Ordulj, PhD / Assistant Professor
2. Vida Šimat, PhD / Associate Professor
3. Jure Brčić, PhD / Assistant Professor

## **SADRŽAJ:**

1. UVOD .....	1
1.1. Posmrtnne promjene u ribi .....	1
1.2. Organoleptičke promjene senzorskih svojstava .....	5
2. RAZRADA TEME.....	7
2.1. Ribolovni Alati .....	7
2.1.1. Pridnene povlačne mreže (koće) .....	7
2.1.2. Udičarski ribolovni alati .....	8
2.2. Indeks oštećenja tijekom ulova .....	9
2.3. Utjecaj ribolovnih alata i postupovne manipulacije na kvalitetu ulova.....	12
3. ZAKLJUČCI .....	20
4. LITERATURA .....	21

# 1. UVOD

Poboljšanje i kontrola kvalitete ribljeg mesa od sve su većeg značaja u ribarstvu. Ribolovni alati, ribolovne tehnike, manipulacija ribom poslje ulova i skladištenje ribe imaju značajan utjecaj na parametre kvalitete ribe. Tijekom navedenih operacija mogu nastati različite ozljede na ribi koje degradiraju riblje meso čime značajno utječu na kvalitetu krajnjeg proizvoda (Esaissen i sur., 2013). Smanjenje kvalitete odrazit će se na ekonomsku vrijednost ribe i ograničiti tehnološke procese prerade za koje takva sirovina može biti korištena. Riba kao namirnica spada u skupinu visoko kvarljivih proizvoda. Jestivi dio ribe, filet, sterilan je kod žive ribe jer ga štiti imunološki sustav. Nakon ulova, a zbog loše manipulacije ribom na brodu i kasnije u transportu te zbog ne održavanja hladnog lanca distribucije, bakterije koje se nalaze u utrobi, na koži i škrgama, kroz fizička oštećenja, penetriraju u mišićje čime ubrzava kvarenje ribe. Cijeli proces kvarenja odvija se u nekoliko faza koje su opisane u slijedećim poglavljima.

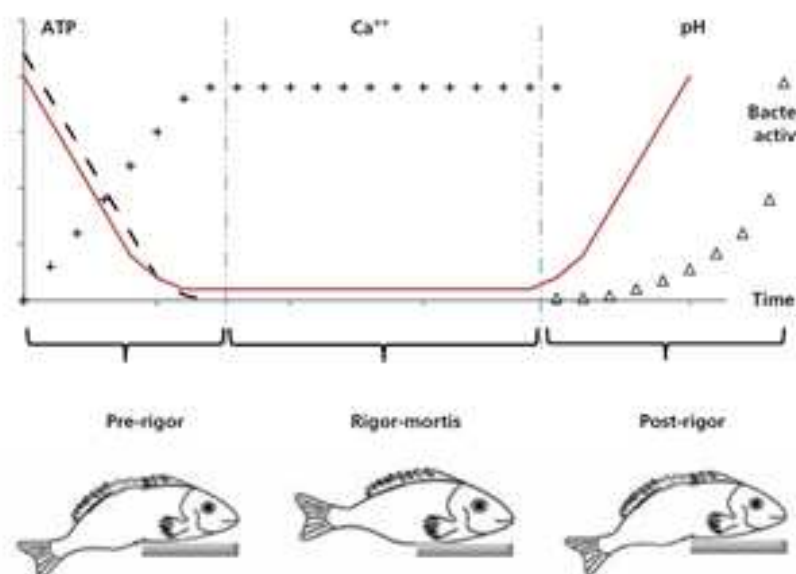
## 1.1. Posmrtna promjene u ribi

Nakon uginuća ribe dolazi do prekida rada normalnog regulacijskog sustava, opskrbe kisikom i energijom što rezultira cijelim nizom reakcija čiji je finalni rezultat kvarenje. Te se reakcije odvijaju unutar određenog vremena, a njega zovemo rok trajanja. Brzina odvijanja posmrtnih promjena u mišiću ribe varira među vrstama, pa čak i među jedinkama iste vrste, a ovise o kemijskom sastavu, mikroflori, stresu, temperaturi skladištenja i načinu pakiranja (Šimat i Generalić Mekinić, 2019).

Prva posmrtna promjena na ribi nakon ulova je lučenje veće količine sluzi. Za razliku od sluzi kod žive ribe koja je prozirna, posmrtna sluz sadži albumine, lipide i fosfate koji su pogodni za razvoj mikroorganizama i nije prozirna. Ovaj proces se odvija samo na površini ribe ne i u dubljim slojevima. Prvi posmrtni autolitički procesi u mišićju ribe uključuju ugljikohidrate, odnosno molekule koje su nositelji energije i nukleotide. U nedostatku kisika u ribi se zatim aktiviraju mnogi anaerobni procesi između kojih glikoliza ima najveće značenje. Glikoliza je glavni metabolički put razgradnje glukoze koji se događa u citosolu, a pretvara glukozu u piruvat. Glikoliza će se odvijati u anaerobnim uvjetima sve dok ima prisutnog glikogena koji se može razgraditi ili dok pH ne padne toliko nisko da zaustavi same enzime

glikolize. Razgradnjom glikogena u mišiću ribe se stvara mliječna kiselina i dodatno smanjuje pH. Pad pH u mišiću ribe razultira padom nosivog kapaciteta vode u proteinima, omekšavanju ribljeg mesa, promjeni boje i povećava mogućnost pucanja vezivnog tkiva ili nastanka pukotina (*engl. gaping*) u filetima (Huss, 1995). Pukotine u mišiću (*engl. gaping*) nastaju kao posljedica snažnih tenzija među vezivnim tkivom koje puca i nakon prolaska rigora ostavlja rupturu u mišiću. Daljnje snižavanje pH u mišiću ribe aktivira enzime koji utječu na promjene u teksturi ribe.

Osim glikolize, posmrtno se odvija i razgradnja kreatin fosfata te adenzin trifosfata (ATP). Kod životinja ATP je glavni izvor energije potreban za kontrakciju mišića koji također omogućuje kontraktilnim proteinima – aktinu i miozinu – da ostanu u odvojenom stanju. Kada koncentracija ATP u mišiću padne zbog njegove razgradnje ispod 1-2  $\mu\text{mol/g}$ , a više se ne stvara jer nema respiracije, u nedostatku dostupne energije koje je potrebna da se nagomilani ioni kalcija oslobode, veza između aktina i miozina se ne može razbiti pa oni ostaju povezani formirajući aktin-miozin kompleks (Slika 1.). Fizički taj proces rezultira postepenim ukočenjem mišića kojeg nazivamo *rigor mortis* (Šimat i Generalić Mekinić, 2019). Utjecaj *rigor mortis*-a najizraženiji je u teksturi mišića ribe. U fazi prije *rigor mortis*-a mišić tek ulovljene ribe je opušten, čvrst i elastičan. Nakon nekog vremena postane nefleksibilan što ukazuje na početak ukočenosti. Svaki pritisak na mišić ribe tijekom *rigor mortis* rezultirati će vraćanjem u prvobitan položaj. Kada *rigor* popusti započinje post-rigor faza kada mišić pokazuje slabiju ili nikakvu elastičnost.

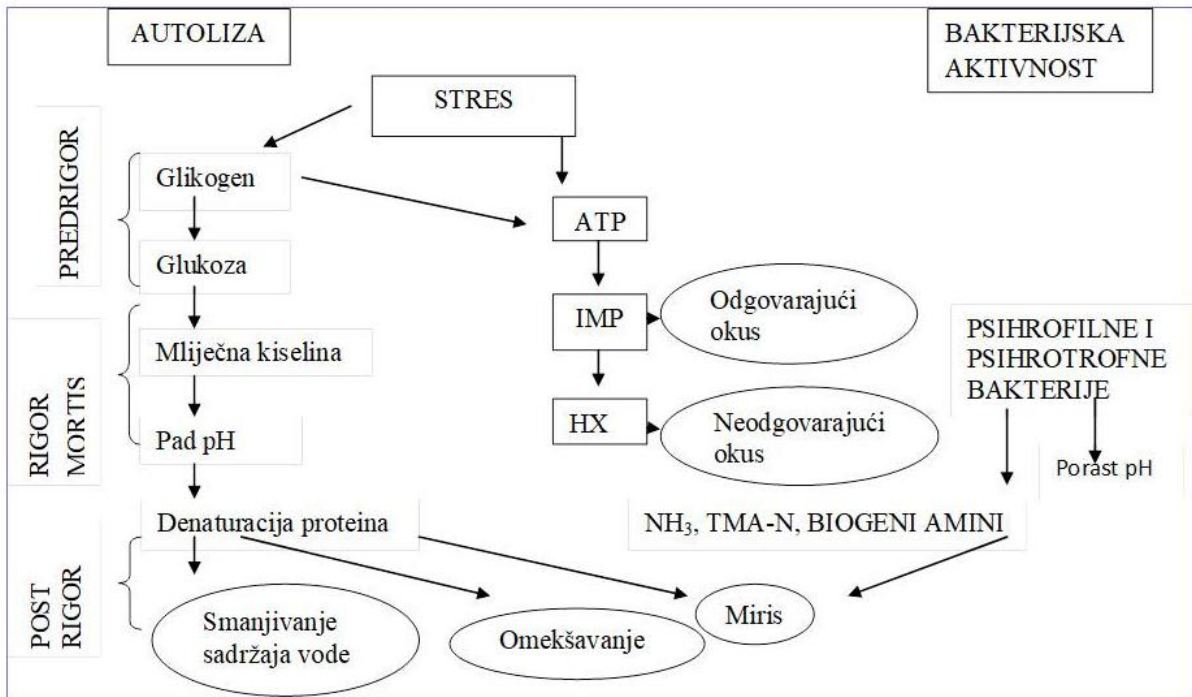


**Slika 1.** Razvoj rigor mortisa u ribi (izvor: Gökoğlu i Yerlikaya, 2015).



Vrijeme za koje će riba ući u fazu rigor mortisa varira s obzirom na čimbenike kao što su vrsta ribe, veličina, metoda ulova, manipulacija ribom na brodu i u transportu, fizička kondicija ribe i temperatura (Tablica 1.). Već je nadaleko poznato da riba koja se ne šokira pri ulovu ulazi i izlazi u fazu rigor mortisa puno brže od one koja je pravilno šokirana odmah nakon ulova. Na istoj temperaturi najprije će u fazu rigora ući i kroz nju proći mala riba koja se brzo umara, dok većim jedinkama u pravilu treba duže da prođu kroz ovaj proces (Huss 1988.). Ako se ipak rigor mortis dogodi pri visokim temperaturama doći će do jake kontrakcije mišića te izraženog pucanja vezivnog tkiva ili nastanka pukotina (*engl.* gaping).

Količine glikogena, a s tim i posmrtni pH mišića variraju u ovisnosti o vrsti, kondiciji i iscrpljenosti ribe, uhranjenosti i veličini ribe; pa kao pravilo vrijedi da uhranjenija, manje iscrpljena i veća riba imaju više glikogena, a samim time i više zaliha ATP-a. Kako riba sadrži relativno male količine glikogena, u usporedbi sa sisavcima, posmrtni pH ribljeg mesa je nešto viši što za posljedicu ima veću podložnost ribljeg mesa aktivnosti mikroorganizama. Na Slici 2. prikazan je odnos posmrtnih procesa u mesu ribe koji dovode do kvarenja. Posmrtnom razgradnjom glikogena postepeno nastupa stanje *rigor mortis*, dok razgradnjom ATP-a nastaju produkti kao što su inozin monofosfat (IMP) i hipoksantin (Hx) koji su odgovorni za poželjan, odnosno nepoželjan okus ribe. IMP olakšava probavu ribe i daje joj privlačan okus stoga je težnja zadržati u ovom stadiju što je duže moguće. Iako se pretvorba IMP-a u Hx odvija enzimatskim reakcijama uz djelovanje enzima inozin nukleozidaza, taj enzim kao i sposobnost pretvorbe IMP u Hx imaju i neke bakterija, npr. *Proteus vulgaris* pa se smatra je u ovom trenutku pohrane, uz autolitičku, započinje i bakterijska razgradnja ribe. Nakon autolitičke razgradnje, aktivnost bakterija raste. Bakterije koje uzrokuju kvarenje proizvode metabolite koji osim što utječu ne senzorska svojstva ribe često imaju loš učinak na zdravlje ljudi (Šimat, 2019).



**Slika 2.** Posmrtne promjene u mišiću ribe (Izvor: Šimat, 2019).

**Tablica 1.** Početak i trajanje rigor mortisa ovisno o različitim čimbenicima (izvor: Huss, 1995).

Vrsta	Stanje	Temperatura (°C)	Vrijeme od nastupanja smrti do nastanka <i>rigor mortisa</i> (h)	Vrijeme od nastupanja smrti do kraja <i>rigor mortisa</i> (h)
Bakalar ( <i>Gadus morhua</i> )	Ulovljen koćom	0	2-8	20-65
Bakalar ( <i>Gadus morhua</i> )	Ulovljen koćom	10-12	1	20-30
Bakalar ( <i>Gadus morhua</i> )	Ulovljen koćom	30	0.5	1-2
Bakalar ( <i>Gadus morhua</i> )	Odmoran	0	14-15	72-96
Inćun ( <i>Engraulis ancoita</i> )	Ulovljen koćom	0	20-30	18

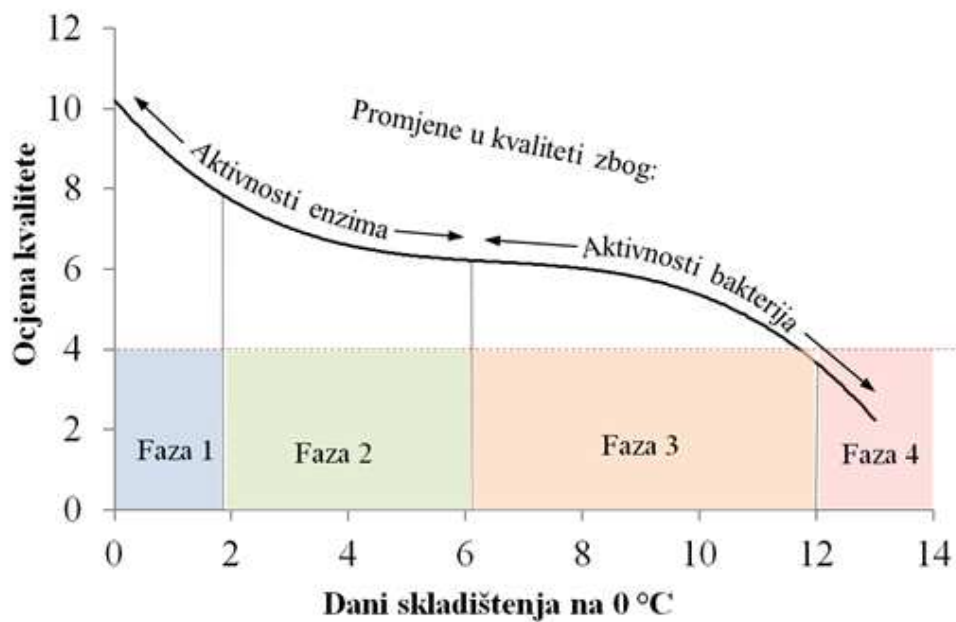
## 1.2. Organoleptičke promjene senzorskih svojstava

Posmrtna promjena ima direktan utjecaj na prehrambenu kvalitetu ribe i organoleptičke promjene. Okus mesa se ocjenjuje po skali svježine od 0 do 10. Ocjena 10 bila bi apsolutna svježina, 8 dobra kvaliteta, 6 neutralan okus, a 4 i ispod riba koja se smatra nejestivom. Svojstva ribljeg mesa se mijenjaju i kada je riba pohranjena na temperaturi otapajućeg leda (oko 0°C), te se mogu podijeliti u četiri faze (Slika 3.):

1. Riba je vrlo svježa, ima sočan, slatkast i pun okus, koji može lagano davati na metale.
2. Riba gubi karakterističan okus i miris, meso postaje neutralno i bez neugodnog okusa, a tekstura je ugodna na opip.
3. Uočavaju se vidljivi znakovi kvarenja, te se razvija jak i neugodan miris karakterističan za pojedinu vrstu ribe i tip kvarenja (aerobno ili anaerobno). Jedan od spojeva koji nastaju može biti trimetilamin (nastaje bakterijskom redukcijom trimetilamin oksida) koji ima karakterističan miris po ribi. Na početku faze miris može biti kiselkast, voćni ili lagano gorak, posebno kod masnih riba, dok je na kraju ove faze okus slatkast, ima miris amonijaka, sumpora, te se na kraju stvara neugodan miris karakterističan za pokvarenu ribu.
4. Nakon 12 dana riba se može okarakterizirati kao pokvarena i izrazito neugodnog mirisa (Huss, 1995).

Kakve su promjene u organoleptici ribe tokom prolaska kroz gore spomenute procese i skladištenja mogu se procijeniti dnevnim organoleptičkim ispitivanjem kuhanog mesa ribe.

Prve dvije faze kao i promjene koje u njima nastaju su pod utjecajem enzima (tzv. nevidljiva faza kvarenja), dok su druge dvije faze, tzv. vidljiva faza kvarenja opisana brojnim organoleptičkim promjenama u mesu ribe. Oba će se procesa odvijati brže ukoliko na ribi nastanu mehanička oštećenja uslijed loše manipulacije i transporta te ako se ne poštuje hladni lanac distribucije (Huss, 1995).



**Slika 3.** Promjene u prehrambenoj kvaliteti ribe za vrijeme skladištenja na 0°C (izvor: Huss, 1995).

Čak i uz pažljivu manipulaciju i transport ribe na daljnju preradu ili za konzumaciju, uz poštivanje hladnog lanaca, riba može doći oštećena i u lošem stanju. Uzrok tome je onda najvjerojatnije način na koji je riba ulovljena, jer je poznato da različiti ribolovni alati različito utječu na kvalitetu ulovljenih organizama.

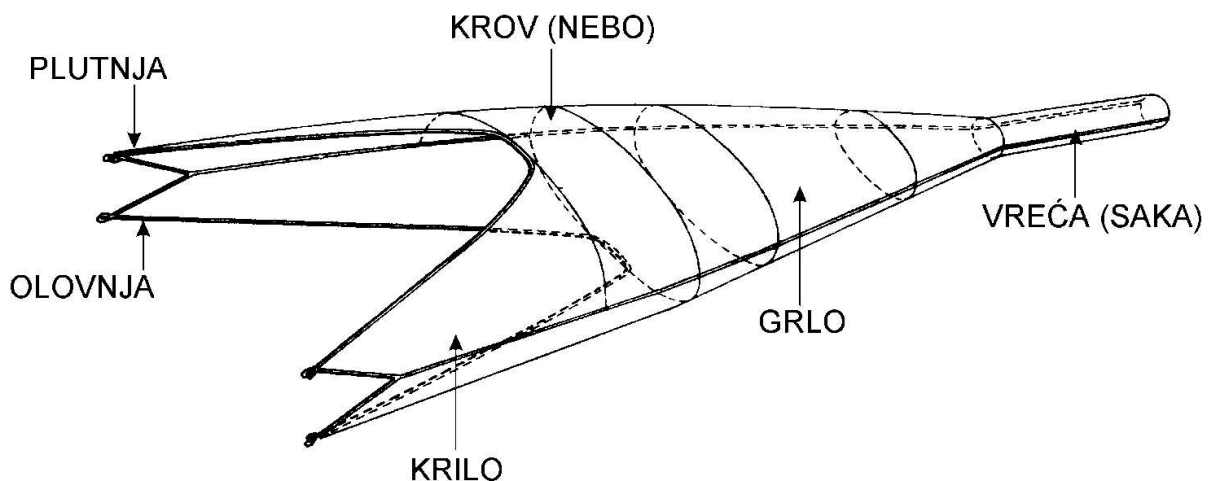
## 2. RAZRADA TEME

### 2.1. Ribolovni Alati

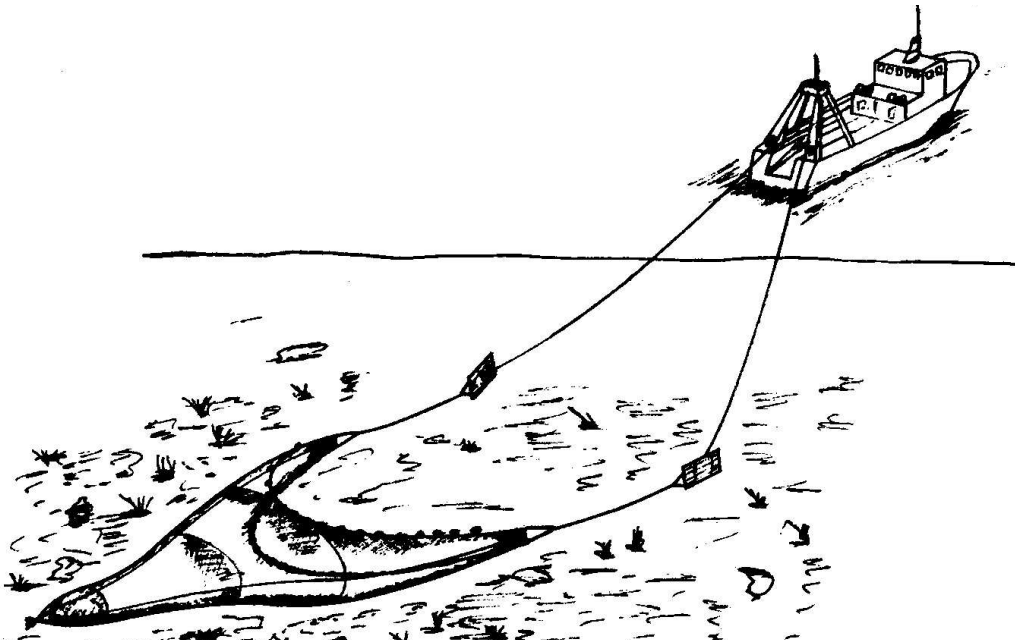
Kako bi razumjeli što se događa s ribom kada dođe u doticaj s ribolovnim alatom najprije je potrebno poznavati principe rada pojedinog ribolovnog alata. Budući da je najviše istraživanja ovakvog tipa dostupno za pridnene povlačne mreže koće te udičarske alate (posebice pridnene parangale), fokus ovog rada će uglavnom biti na tim alatnim skupinama.

#### 2.1.1. Pridnene povlačne mreže (koće)

Pridnene povlačne mreže (koće) se povlače po morskom dnu ili neposredno iznad njega i svojom konstrukcijom i načinom upotrebe omogućavaju ulov pridnenih (bentoskih) vrsta riba i drugih morskih organizama, koji se nalaze na putu njihova djelovanja (Cetinić i Swiniarski, 1985). Vertikalni i horizontalni otvor mreže osiguravaju širilice, koje su strugarima spojene na krila mreže. Tijelo mreže je konusnog oblika, a završava vrećom u kojoj se skuplja ulov (Slika 4.).



**Slika 4.** Dijelovi pridnene povlačne mreže (koće) (izvor: Soldo, 2019).



**Slika 5.** Shema kompletnog povlačnog sustava pridnene povlačne mreže (koće). (izvor: Soldo, 2019).

Brzina povlačenja koće odabire se ovisno o ciljanoj vrsti. Prosječna brzina kočarenja za lov srednje velikih pridnenih vrsta i male pelagične ribe iznosit će tako 3-5 čvorova (Soldo, 2019). Riba koja se nađe u području djelovanja koće prvo će se neko vrijeme boriti i plivati da pobjegne nakon čega će se umoriti i završiti u vreći koće.

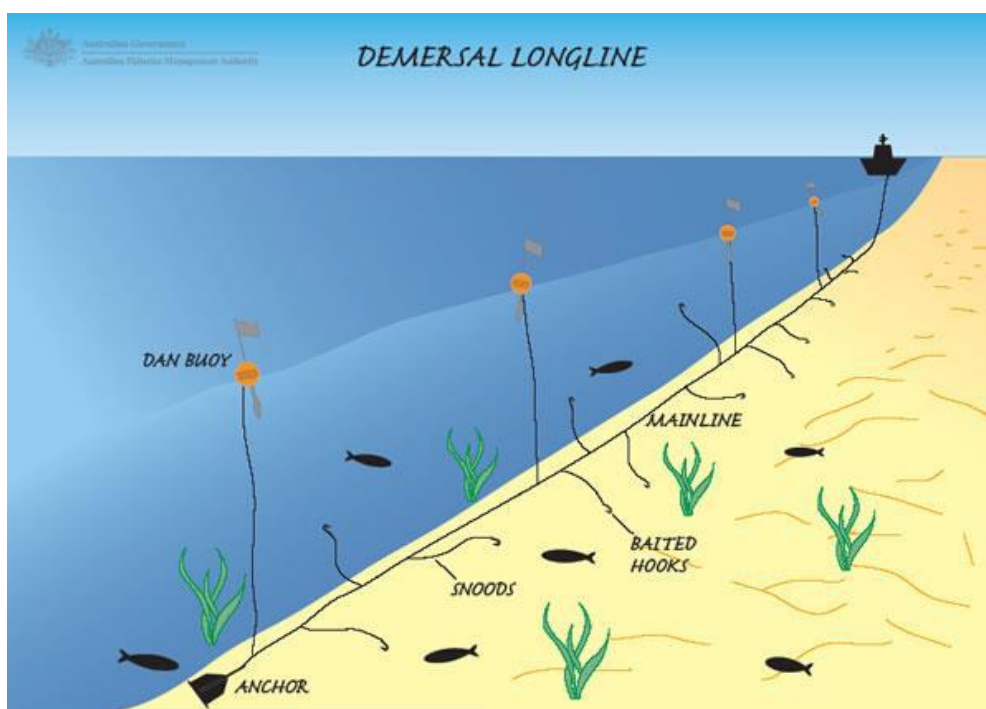
### 2.1.2. Udičarski ribolovni alati

Udičarski ribolovni alati su najjednostavniji i najrasprostranjeniji ribolovni alati kojima se čovjek koristio za ulov ribe. Specifični su po tome što love zabadanjem zašiljenog ili kukastog vrha udice u unutarnje stijenke ribljih usta ili ždrijela (Slika 6.). Riba se na udicu privlači prirodnim ili umjetnim mamcima (Cetinić i Swinarski, 1985).

Parangali su najznačajniji ribolovni alat za lov pridnene grabežljive ribe i raspršene pelagične ribe koja ne formira jata. Parangali se koriste u morskom i slatkovodnom ribolovu, iako najveći privredni značaj imaju u morskom ribarstvu, posebice pri ulovu nekih vrsta ribe kao tuna i srodnika, morskih pasa, bakalara i lososa (Cetinić i Swinarski, 1985). Parangal se sastoji od dugog osnovnog dijela koji se zove osnova ili maestra, za koju se u dovoljno dugim razmacima privezuju kraće uzice koje se zovu pijoke, na čijim krajevima su pričvršćene udice. Veličina parangala određuje se po broju udica, a njegova osnova može biti duga po desetke kilometara (Slika 7.).



**Slika 6.** Zabadanje udice u unutarnju stijenku usta ribe. (izvor: [www.njuskalo.hr/ribolov/udice](http://www.njuskalo.hr/ribolov/udice))



**Slika 7.** Pridneni parangal (izvor: Soldo, 2019).

## 2.2. Indeks oštećenja tijekom ulova

Različiti ribolovni alati različito utječu na oštećenja koja nastaju prilikom lova, a koja ozbiljno utječu na kvalitetu krajnjeg proizvoda. Provođenje anketa pokazalo je da preko 80% Europskog sektora ribarstva smatra da je mjerenje oštećenja i ostalih čimbenika kvalitete jako važno (Jorgensen i sur., 2003). Senzorska analiza je jedna od najvažnijih metoda za procjenu

svježine i kvalitete u sektoru ribarstva, jednostavna je i brza metoda za pružanje informacija o svježini ribe (Hyldig i sur., 2007). Potraga za objektivnim sustavom ocjenjivanja dovela je do razvoja jedne od najkorištenijih i ujedno najboljih metoda za opisivanje svježine i kvalitete ribe tijekom pohrane u ledu, metode indeksa kvalitete (*engl.* quality index method, QIM). Ova metoda uzima u obzir sve karakteristike tradicionalne senzorske metode, relativno je brza, a temelji se samo na izravnom promatranju ocjenjivanih parametara ribe. Precizna je i specifična za svaku vrstu, kojoj se ocjenjuju različita organoleptička svojstva (izgled, oko, škrge), a svaki se parametar ocjenjuje bodovima od 0 do 1, 2 ili 3. Razvoj metode kojom bi se procjenjivala ulovna oštećenja nije napredovao do tolike mjere. Schelvis-Smit i Luten (2003) prvi su predstavili ideju o razvoju indeksa oštećenja tijekom ulova (*engl.* catch-damage indeks, CDI) kako bi mogli mjeriti oštećenja ribe nastala tijekom ulova. Cilj uvođenja CDI-a bio bi mogućnost opisivanja raznih oštećenja koja nastaju pri ulovu i postulovnom manipulacijom raznim ribolovnim alatima za određene komercijalno važne vrste poput bakalara (*Gadus morhua*). Primjer CDI sheme dan je u Tablici 2.

Esaiassen i sur. (2013) su za formiranje CDI-a koristili ribolovne alate koji se tradicionalno koriste u ribarstvu norveške za lov bakalara, a to su mreže stajačice, parangali, ručni povrazi i mreže potegače. U CDI shemi kao oštećenja navedena su: oštećenja uzrokovana ribolovnim alatom, diskoloracija tkiva, oštećenja uzrokovana kukom (*engl.* gaffing), loše iskrvarena riba, abrazija kože, mehaničke ozljede, ugrizne ozljede i smrt nastala u ribolovnom alatu. Ocjena 0 označava izuzetnu kvalitetu, 1 srednja oštećenja i 2 ozbiljna oštećenja koja će vjerojatno uzrokovati propadanje i smanjenje kvalitete smrznute, sušene ili svježije ribe.



**Tablica 2.** Shema indeksa oštećenja tijekom ulova za bakalara i ostalu bijelu ribu ulovljenu mrežama stajačicama, mrežama potegačama, parangalima i ručnim povrazima (izvor: Esaiassen i sur., 2013).

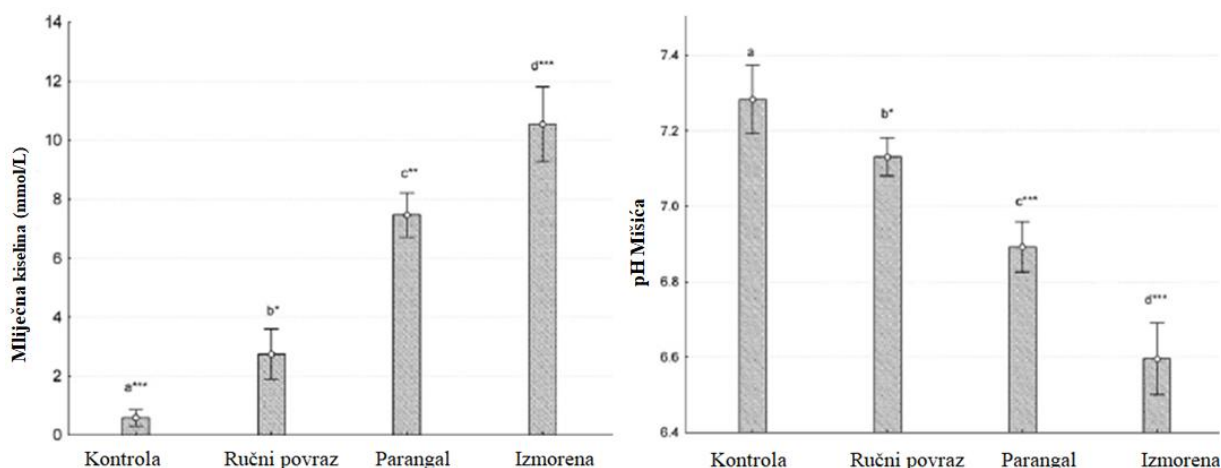
Oštećenje	Opis	Ocjena	
<b>Uginula riba</b>	Izvrсно	Riba živa izvađena na brod Pojava uginule ribe u ulovu.	0
	Ozbiljno oštećena	Izraženo crvenilo kože, gubitak ljuski, abrazija kože, mnogo zaostale krvi u žilama, trbuhu i koži	2
<b>Oštećenja nastala ribolovnim alatom</b>	Izvrсно	Nema tragova mrežnog tega na koži	0
	Srednje oštećena	Prisutni tragovi mrežnog tega na	1
	Ozbiljno oštećena	Oštećenje peraja	2
<b>Diskoloracija tkiva</b>	Izvrсно	Nema diskoloracije tkiva	0
	Srednje oštećena	Diskoloracija se pojavljuje ispod	1
	Ozbiljno oštećena	Diskoloracija se pojavljuje poviše	2
<b>Oštećenja</b>	Izvrсно	Nema drugih ozljeda osim na glavi	0
	Srednje oštećena	Ozljede na trbuhu i repu	1
	Ozbiljno oštećena	Ozljede na leđima i filetu	2
<b>Loše iskrvarena riba</b>	Izvrсно	potpuno iskrvarena, vratno područje i trbuh bijeli	0
	Srednje oštećena	Malo zaostale krvi u trbuhu i krvnim žilama	1
	Ozbiljno oštećena	Većina krvi zaostala u žilama i trbuhu	2
<b>Abrazija kože</b>	Izvrсно	Neoštećena, sjajna koža bez nedostatka ljuski	0
	Srednje oštećena	Nedostaje nekolicina ljuski	1
	Ozbiljno oštećena	Nedostaje većina ljuski, probijena koža	2
<b>Mehaničke ozljede</b>	Izvrсно	Nema ozljeda	0
	Srednje oštećena	Ozljede na repnom dijelu	1
	Ozbiljno oštećena	Slomivena kralježnica, nagnječenje na filetima	2
<b>Ugrizne ozljede</b>	Izvrсно	Nema ozljeda	0
	Srednje oštećena	Oštećene peraje i rep	1
	Ozbiljno oštećena	Duboke rane, otisci ugriza	2

Ovakav pristup u ocjenjivanju oštećenja nastalih tijekom ulova olakšao bi daljnje procesiranje i preradu ulovljene ribe obzirom da nam daje uvid o tome jeli riba izuzetne, srednje i loše kvalitete i takva se ne može koristiti u nekim od daljnjih procesa prerade.

### **2.3. Utjecaj ribolovnih alata i postulovne manipulacije na kvalitetu ulova**

U posljednjem desetljeću sve veća pažnja posvećuje se ljudskim aktivnostima poput antropogenog utjecaja na okoliš, komercijalnog ribolova, rekreacijskog ribolova, akvakulture i znanstvenih istraživanja utjecati na dobrobit ribe. Poznato je da kvaliteta ulova direktno ovisi o ribolovnoj tehnici, vremenu trajanja ribolova, postulovnoj manipulaciji i mehaničkim ozljedama (Auclair, 1984; Botta i sur., 1987a,b; Esaiassen i sur., 2004; Özyurt i sur., 2007). Ribolovni alat ne samo da utječe na izgled ribe, nego utječe i na razinu stresa, umor, stvaranje mliječne kiseline u mišićima i krvi te promjena pH mesa. Prisustvo ovih čimbenika u velikim količinama ubrzava autolitičke procese, a samim time i bakterijsku razgradnju i kvarenje.

Danas se na razne načine pokušava smanjiti utjecaj ribolovnih alata na kvalitetu ribe, ali postoje još mnogi biotički i abiotički čimbenici koji mogu ograničiti sposobnost ribe da se oporavi nakon doticaja s ribolovnim alatima. Neki od tih čimbenika su brzina plivanja, izdržljivost i spremnost ribe, veličina tijela, nutritivni status, kvaliteta i temperatura vode (Kieffer, 2000). Neke vrste riba poput sabljarki (*Makaira sp.*) pri borbi s ribolovnim alatom uspijevaju zadržati aeroban metabolizam, dok druge vrste poput žutoperajne tune (*Thunnus albacares*) imaju tendenciju prelaska na anaeroban metabolizam. Kao proizvod anaerobnog metabolizma nastaje velika količina mliječne kiseline koja se nakuplja u mišićima i krvi i izaziva umor i rezultira smanjenjem ukupnog pH mesa te ubrzava kvarenje fileta tijekom pohrane. Isto su primijetili Roth i Rotabakk (2012) u svom istraživanju u kojem su opisali utjecaj stresa na količinu mliječne kiseline i pH mesa crnog bakalara (*Pollachius virens*) uzrokovanog lovom s ručnim povrazima i parangalima (Slika 8.). Za kontrolnu grupu koristili su ribe ulovljene ručnim povrazima na dubini od 3-4 m koje su odmah po izvlačenju na palubu ubijene te im je uzeta krv za daljnju analizu. Autori su uspoređivali skupinu ribe ulovljene ručnim povrazima na 100 metara dubine uz izvlačenje od 4-5 minuta sa skupinom ulovljenom parangalima koji su u moru proveli 6-12 sati. Dodatno, korištena je i skupina riba koja je ulovljena parangalom na 80-110 metara i odmah pri ulovu izmorena 15 minuta u bazenu kako bi uzrokovali maksimalan umor i stres, a time i maksimalne vrijednosti mliječne kiseline u mesu.

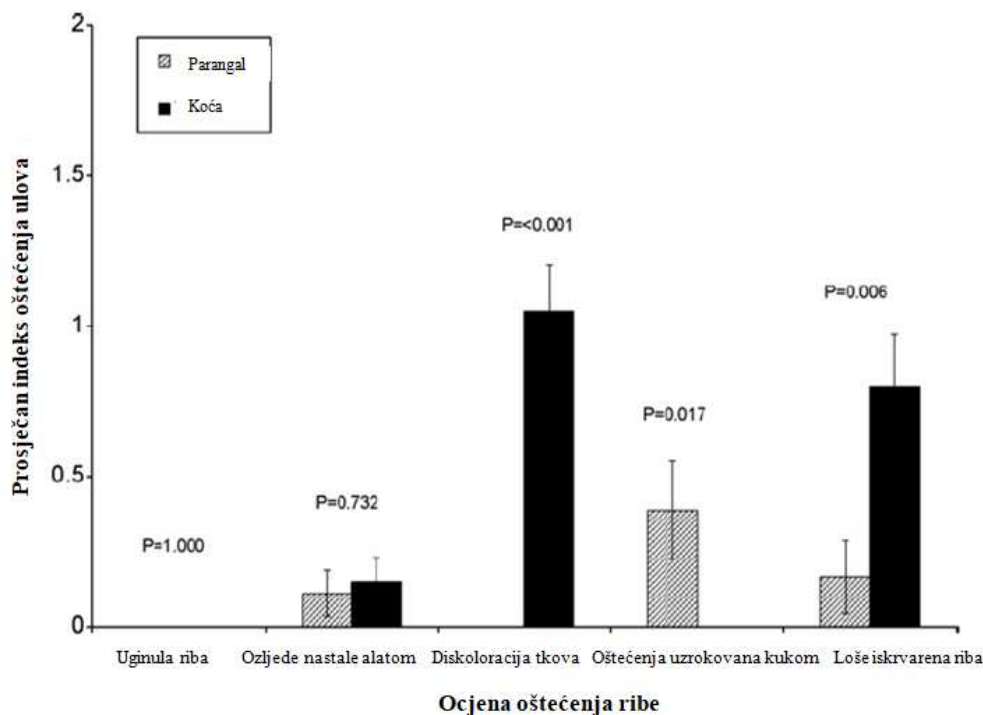


**Slika 8.** Odnos mliječne kiseline i pH vrijednosti mišićja kod crnog bakalara (*Pollachius virens*) uzrokovanog lovom s ručnim povrazima i parangalima a) kontrolna grupe, b) ulovljene ručnim povrazima, c) ulovljene parangalom (zadržana 6-12 h) i d) potpuno izmorena riba (izvor: Roth i Rotabakk, 2012).

Za očekivati je bilo da će riba koja je uhvaćena na udici, odmah izvučena i ubijena imati manje mliječne kiseline i najstabilniji pH što rezultira najmanjim stresom i najboljom kvalitetom mesa. Za ribu koja je izvlačena na udici 4-5 minuta vidljiv je blagi porast u sadržaju mliječne kiseline što je rezultat njezine borbe na udici. Kod parangala se, u odnosu na ribu ulovljenu ručnim povrazima, vidi znatna razlika u porastu mliječne kiseline. Unatoč očekivanju, uzorci s parangala nisu bili u potpunosti izmoreni te su imali niži sadržaj mliječne kiseline od prisilno izmorenih uzoraka. Važno je spomenuti da je u ovom istraživanju samo jedna riba uginula od hipoksije ili nedostatka kisika.

Komercijalno važne vrste poput bakalara (*G. morhua*) kao i većina demerzalnih vrsta u svjetskom ulovu uglavnom se ne love parangalima i ručnim povrazima nego pridnenim povlačnim mrežama. Poznajući rad ovog ribolovnog alata, za pretpostaviti je da će imati snažan utjecaj na oštećenja ulova i postmortalne promjene u ribi što će imati direktan učinak na cijenu ribe. Rotabakk i sur. (2011) u svom istraživanju usporedili su kvalitetu bakalara ulovljenog s parangalom i pridnenom kočom na istom mjestu i u isto vrijeme (Slika 9.). Za procjenu nastalih oštećenja koristili su indeks oštećenja tijekom ulova (CDI) metodu. Podsjetimo se da kod CDI metode ocjena 0 označava izuzetnu kvalitetu, 1 srednju kvalitetu, a 2 teška oštećena koja mogu uzrokovati kvarenje ribe. Iz Slike 9. vidi se da bakalar ulovljen kočom ima znatno veće vrijednosti CDI za sve vrste ozljeda osim za oštećenja uzrokovana

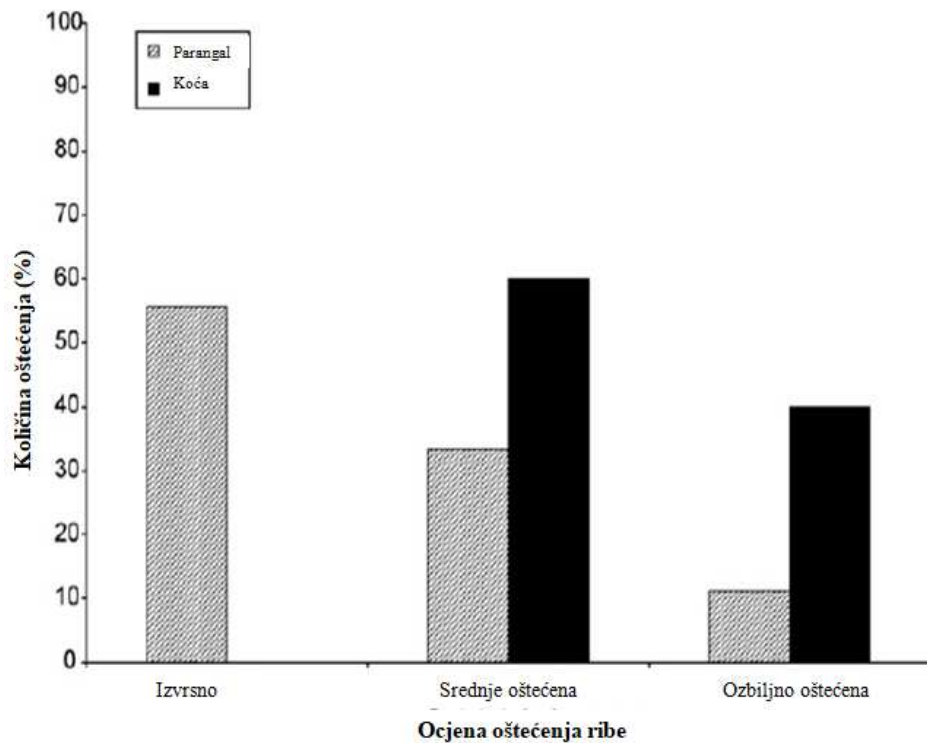
kukom (gaffing). Slika 9 prikazuje da najčešće i najozbiljnije ozljede nastaju koćarenjem te je diskoloracija tkiva, kao posljedica naguravanja ulova u vreći, zabilježena kod 80% ulovljenih primjeraka. Čak 25% koćarskog ulova imalo je visok stupanj diskoloracije tkiva, dok isto nije bilo zabilježeno u uzorcima s parangala. Što se tiče postulovne manipulacije, bakalar ulovljen parangalom često je bolje iskrvaren od onog ulovljenog koćom jer se ulov na parangalima izvlači iz mora pojedinačno, a kod koćarenja se iz vreće iskrcava cjelokupan ulov odjednom. Relativni postotak ozljeda na filetima bakalara prokazan je na Slici 10 gdje su zbrojeni rezultati ozljeda u ulovu parangalom i koćom i uspoređeni postotci izvrsnih, srednje dobrih i teško oštećenih fileta.



**Slika 9.** Oštećenja nastala na bakalaru (*G. morhua*) ulovljenom parangalom i pridnenom koćom (izvor: Rotabakk i sur., 2011).

U navedenom istraživanju praćen je i utjecaj ulovne metode na mikrobiološku aktivnost odmah po ulovu i nakon 7 dana skladištenja na temperaturi od  $1,2 \pm 1^\circ\text{C}$ . Po ulovu nije bilo značajnih razlika u mikrobiološkoj aktivnosti, ali nakon 7 dana mogla se vidjeti značajna razlika u porastu broja bakterija na filetima bakalara ulovljenog koćom. Isti porast mikrobiološke aktivnosti opažen je i kod bakalara ulovljenog parangalom, kojem je kuka prilikom ubacivanja u brod zabijena u tijelo umjesto u glavu. Na mjestima gdje je filet oštećen nastala je diskoloracija tkiva koja uzrokuju brže kvarenje. Znatne razlike primijećene su i u

razvoju trimetilamina čija je koncentracija nakon 7 dana skladištenja kod bakalara ulovljenog koćom bila  $1,30 \pm 0,25$  mg/100 g u usporedbi s  $0,72 \pm 0,25$  mg/100 g bakalara ulovljenog parangalom. Sve ove promjene pratila je i promjena pH vrijednosti. Nulti dan pH bakalara ulovljen koćom bio je 6,4 a parangalom 6,8. Znatno veće pH vrijednosti zabilježene su nakon 7 dana skladištenja kod bakalara iz koće (6,6) od onog ulovljenog parangalom (6,8).



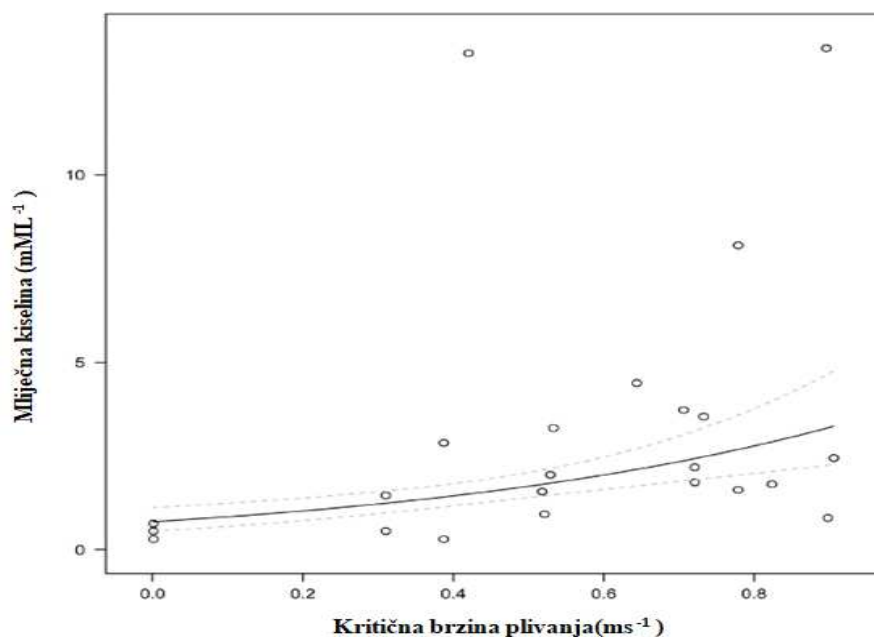
**Slika 10.** Relativni postotak ozljeda na filetima bakalara (*G. morhua*) ulovljenom parangalom i pridnenom koćom (izvor: Rotabakk i sur., 2011).

Iz navedenog je za zaključiti da ribolovni alat ima značajan utjecaj na autolitičke procese u ribi, posebno glikolizu, a time i na pH reakciju mesa. Rezultat toga je povećana mikrobiološka aktivnost i denaturacija bjelančevina u filetima. Iz istih razloga smanjen je i kapacitet zadržavanja vode u filetima koji osigurava svježi i sočan okus ribe. Najjači utjecaj koće zabilježen je na boji fileta. Zbog zaostatka krvi u filetima tijekom koćarenja oni će ostati crvenkaste boje, a kako kupci koriste boju kao jedno od glavnih indikatora kvalitete ribe, izbjegavat će filete obojene nijansama crvene i preferirati one koji su bijeli. Do zaostajanja krvi u filetima najčešće dolazi uslijed prekomjernog umora i stresa kada riba redistribuira krv između organa i mišića čak i ako se dobro iskrvari (Soldatov, 2006). Detaljniju studiju na ovu temu obavili su Olsen i sur. (2014) koji su usporedili različite metode iskrvarenja odmah po

ulovu te u vremenskim intervalima od 30 min, 1 i 3 sata nakon ulova. Kao što je za pretpostaviti, sve duži vremenski intervali rezultirali su tamnijom crvenom bojom fileta, a riba koja je iskrvarena 3 sata nakon ulova imala je istu crvenkastu boju fileta kao riba koja nije podvrgnuta procesu iskrvarenja. Također se pokazalo da su crvenilo i crvenkaste mrlje na filetu najmanje prisutne ukoliko se riba odmah po ulovu iskrvari i ako joj se do 30 min nakon iskrvarenja odstrani utroba.

Naposljetku, Rotabakk i sur. (2011) zaključili su da bakalar ulovljen u koći, odmah po ulovu i nakon 7 dana, ima manju kvalitetu i lošiji ukus od onog uhvaćenog parangalom. Uzimajući u obzir sve navedeno, razvidno je da bakalar ulovljen parangalom ima manje krvi u filetima, manje ozljeda uzrokovanih ribolovnim alatom, čvršći filet, bolju ocjenu kakvoće i kvalitete, manje izraženu denaturaciju bjelančevina i veći kapacitet zadržavanja vode čime je opravdana njegova viša cijena na tržištu. Zaključci ove studije mogu se primijeniti i na druge vrste riba pa je za zaključiti da je riba ulovljena parangalima kvalitetnija.

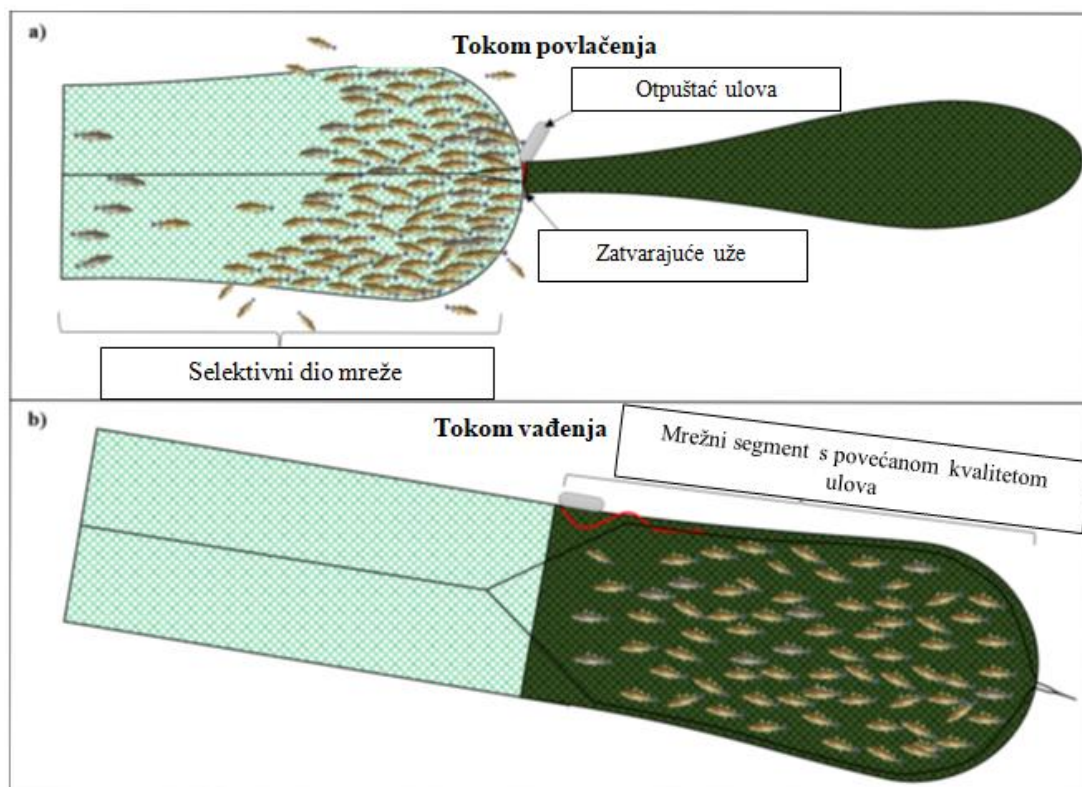
Što je točan uzrok lošije kvalitete fileta kod pridnenih i ostalih koća? Možda je razlog tome prevelika brzina povlačenja i nagomilavanje ulova u vreći mreže te stvaranje diskoloracije tkiva, barotrauma, nedostatak kisika u mreži ili prekomjerni umor ribe i nakupljanje mliječne kiseline. Karlsson-Drangsholta i sur. (2018) istraživali su hoće li skroz izmorena riba nakon što se odmori u bazenima u periodu od nekoliko sati povratiti kvalitetu fileta. Autori su pratili pH mišića, pojavu *rigor mortis*, crvenilo mišića, koncentracije glukoze i mliječne kiseline u krvi bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) ulovljene okružujućom mrežom. Dodatno, ribu su izmorili u tunelima koji simuliraju protok vode i kočarski ulov. Promatranja su vršili kod kontrolne grupe (skroz odmorene ribe), izmorene pa odmarane 3 i 6 sati. Ispočetka se koncentracija glukoze nije mnogo promijenila tijekom plivanja, ali se povećavala za vrijeme šestosatnog odmora. Slično se moglo opaziti i za krvne laktate što ukazuje da ribi treba vjerojatno duže od 6 sati da se oporavi od prekomjernog umora izazvanog ribolovnim alatom. Dokazali su da iscrpljena riba koja uginje nakon dugog plivanja uđe u fazu *rigor mortis* puno brže od riba odmaranih 3 i 6 sati u bazenima zbog smanjenja pH i povećanja mliječne kiseline u krvi (Slika 11.). Odmarana riba imat će produljenu svježinu i smanjenu pojavu pukotina u mišićju (gapping).



**Slika 11.** Utjecaj brzine plivanja na stvaranje mliječne kiseline u krvi kod bakalarke (*Melanogrammus aeglefinus*) (izvor: Karlsson-Drangsholta i sur., 2018).

Zanimljivo je da umor nije mnogo utjecao na boju mesa bakalarke kao ni na ostale parametre kvalitete osim na pojavu *rigor mortisa*. Autori su zaključili da lošija kvaliteta fileta ipak nije toliko povezana s umorom ribe već sa stresom, barotraumama, gušenjem, pojavom diskoloracije tkiva i ostalih mehaničkih ozljeda nastalih u doticaju s ribolovnim alatom.

Kako bi se smanjio broj ozljeđenih jedinki tijekom kočarenja, Brinkhof i sur. (2018) su razvili i opisali kočarski sustav s tzv. dvostrukom sekvencijalnom vrećom. Prvi dio vreće je izrađen od mrežnog tega legalne veličine oka (130 mm). Tijekom povlačenja mreže, taj dio služi, kao i kod svake druge komercijalne vreće, za skupljanje ulova. Nakon završetka potega, tijekom podizanja mreže na ribarski brod, otvara se druga, sekvencijalna vreća izrađena od manjeg mrežnog oka (6 mm) u koju prelazi ulov skupljen u prvom segmentu vreće te služi kako bi smanjila nagomilavanje ribe te poboljšala ukupnu kvalitetu ulova (Slika 12.).



**Slika 12.** Koncept koće s dvostrukom vrećom, a) tijekom povlačenja, b) tijekom vađenja mreže (izvor: Brinkhof i sur., 2018).

Rezultati su pokazali da koća s dvostrukom sekvencijalnom vrećom sadrži čak 18% bakalara koji nemaju nikakva oštećenja, za razliku od konvencionalne koje kod koje samo 3,6% bakalara nije imalo nikakva oštećenja (Slika 13.). Ovakvo značajno poboljšanje kvalitete ulovljenog bakalara omogućuje bolji plasman ulova na tržišta koja zahtijevaju kvalitetniju sirovinu.



**Slika 13.** Bakalar ulovljen konvencionalnom koćom (gore) i koćom s dvostrukom vrećom (dolje) (izvor: Brinkhof i sur., 2018).



Još jedan način da se pokuša poboljšati kočarski ulov bilo je zakretanje mrežnog tega na mreži za 90° što je omogućilo veću selektivnost u ulovu hvatajući veće jединke bakalara, ali ne i razliku u smanjenju mehaničkih oštećenja ribe, diskoloracije tkiva i abrazije kože kako opisuju Digre i sur. (2010) u svom istraživanju.

### 3. ZAKLJUČCI

Na konačnu kvalitetu ribljeg mesa i rok trajanja ribe tijekom pohrane u ledu utječe niz čimbenika od građe i stanja ribe, preko ribolovnih tehnika i ribolovnih alata pa sve do postulovne manipulacije. Povećan umor i stres kod riba uzrokovati će veći utrošak ATP-a i pri anaerobnom metabolizmu stvoriti višak mliječne kiseline, koja će dovesti do smanjena pH vrijednosti u mišiću ribe. Ovakve promjene, uz mnoge druge koje se javljaju u postulovnoj manipulaciji, uzrokovati će smanjenje kvalitete ribljeg mesa na način da će ireverzibilno denaturirati dio bjelančevina, smanjiti kapacitet zadržavanja vode i utjecati na okus i boju mesa ribe. U novije vrijeme započela su istraživanja koja bi trebala osigurati razvoj novih i poboljšanja postojećih alata i tehnika ribolova s ciljem poboljšanja kakvoće ulova. Mreža s dvostrukom vrećom pokazala se kao jako dobra alternativa u lovu bakalara s čak pet puta boljom kvalitetom ulova od tradicionalnih koća. Primjena postulovnih metoda za smanjenje stresa i odgodu posmrtnih reakcija (odmaranje ribe, ošamućivanje ribe strujom, kvalitetno iskrvarenje odmah po ulovu, te uklanjanje utrobe) konačno vodi ka boljoj kvaliteti mesa. Iako dodatne postulovne radnje iziskuju i dodatno vrijeme i ljudstvo dokazano bi povoljno djelovale na kvalitetu sirovine. Mnoge opisane tehnike još u eksperimentalnom fazi i potrebno ih je dalje istraživati kako bi na tržištu osigurale bolji i kvalitetniji proizvod.

#### 4. LITERATURA

- Auclair G. 1984. Comparative-study of trawl and gillnet. Effects on the quality of fish. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 17(3): R25.
- Botta JR, Bonnell G, Squires BE. 1987a. Effect of method of catching and time of season on sensory quality of fresh raw Atlantic cod (*Gadus morhua*). Journal of Food Science, 52: 928–931.
- Botta JR, Kennedy K, Squires BE. 1987b. Effect of method of catching and time of season on the composition of Atlantic cod (*Gadus morhua*). Journal of Food Science, 52: 922–924.
- Brinkhofa J, Larsena RB, Herrmanna B, Olsenc SH. 2018. Assessing the impact of buffer towing on the quality of Northeast Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught with a bottom trawl. Fisheries Research, 206: 209-2019.
- Cetinić P, Swiniarski J. 1985. Alati i tehnike ribolova. Logos, Split, 655 str.
- Digre H, Hansen UJ, Erikson U. 2010. Effect of trawling with traditional and ‘T90’ trawl codends on fish size and on different quality parameters of cod *Gadus morhua* and haddock *Melanogrammus aeglefinus*. Fisheries Science, 76: 549-559.
- Esaiassen M, Akse L, Joensen S. 2013. Development of a Catch-damage-index to assess the quality of cod at landing. Food Control, 29: 231-235.
- Esaiassen M, Nilsen H, Joensen S, Skjerdal T, Carlehog M, Eilertsen G, Gundersen B, Elvevoll E. 2004. Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (*Gadus morhua*). Journal of Food Science and Technology, 37: 643–648.
- Gökoğlu N, Yerlikaya Y. 2015. Seafood chilling, refrigeration and freezing: science and technology. Oxford: John Wiley & Sons, Ltd, str. 58-162.
- Huss HH. 1988. Fresh fish: quality and quality changes. A training manual prepared for the FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control. (FAO Fisheries Series, no. 29). Rim, Italija, 132. str.
- Huss HH. 1995. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper, No: 348., Rim, Italija, 195. str.
- Hyldig G, Bremner A, Martinsdóttir E, Schelvis R. 2007. Quality Index Methods. U: Nollet L (ur.), Handbook of meat, poultry and seafood quality. John Wiley & Sons Inc., Oxford, UK, str. 499-510.

- Jorgensen BM, Oehlenschläger J, Ólafsdóttir G, Tryggvadóttir SV, Careche M, Heia K. 2003. Quality of fish from catch to consumers. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, 456 str.
- Karlsson-Drangsholta A, Svalheimb RA, Aas-Hansenb Ø, Stein-Harris O, Midlingb K, Breenc M, Grimsbøc E, Johnsen HK. 2018. Recovery from exhaustive swimming and its effect on fillet quality in haddock (*Melanogrammus aeglefinus*). Fisheries Research, 197: 96-104.
- Kieffer JD. 2000. Limits to exhaustive exercise in fish. Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular & Integrative Physiology, 126: 161–179.
- Olsen SH, Joensen S, Tobiassen T, Heia K, Akse L, Nilsen H. 2014. Quality consequences of bleeding fish after capture. Fisheries Research, 153: 103-107.
- Özyurt G, Özogul Y, Özyurt CE, Polat A, Özogul F, Gökbulut C, Ersoy B, Küley E. 2007. Determination of the quality parameters of pike perch *Sander lucioperca* caught by gillnet, longline and harpoon in Turkey. Fisheries Science, 73: 412–420.
- Rotabakka BT, Skipnesa D, Akseb L, Birkelanda S. 2011. Quality assessment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by longlining and trawling at the same time and location. Fisheries Research, 112: 44-51.
- Roth B, Rotabakk BT. 2012. Stress associated with commercial longlining and recreational fishing of saithe (*Pollachius virens*) and the subsequent effect on blood gases and chemistry. Fisheries Research, 115-116: 110-114.
- Schelvis-Smit A.A.M., Luten J. B. 2003. Catch index: development of a tool for measurement the quality of the catch handling at sea. U: Luten J.B., Oehlenschläger J. Ólafsdóttir G, Quality of fish from catch to consumers. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, str. 137-144.
- Soldatov AA. 2006. Organ blood flow and vessels of microcirculatory bed in fish. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology, 42: 243–252.
- Soldo A. 2019. Interna skripta iz predmeta Alati i tehnike ribolova. Sveučilište u Splitu.
- Šimat V. 2019. Interna skripta iz predmeta Ocjena kakvoće proizvoda mora. Sveučilište u Splitu.
- Šimat V, Generalić Mekinić I. 2019. Advances in Chilling. U: Ozogul Y (ur.), Innovative Technologies in Seafood Processing, CRC Press, London, UK, str. 424.