

# Utjecaj uvjeta skladištenja na promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti mesa trlje blatarice, *Mullus barbatus*

---

Špelić, Ivan; Radočaj, Tena; Iveša, Neven; Jug- Dujaković, Jurica; Gavrilović, Ana

Source / Izvornik: **58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma : zbornik radova, 2023, 242 - 248**

Conference paper / Rad u zborniku

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:340111>

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

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



Repository / Repozitorij:

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



# Utjecaj uvjeta skladištenja na promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti mesa trlje blatarice, *Mullus barbatus*

Ivan Špelić<sup>1</sup>, Tena Radočaj<sup>1</sup>, Neven Iveša<sup>2</sup>, Jurica Jug-Dujaković<sup>3</sup>, Ana Gavrilović<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska 25, Zagreb, Hrvatska (ispelic@agr.hr)

<sup>2</sup>Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Zagrebačka ulica 30, Pula, Hrvatska

<sup>3</sup>Sustainable Aquaculture Systems Inc., 715 Pittstown Road, Frenchtown, NJ 08825, SAD

## Sažetak

U ovom istraživanju su praćene promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti kao pokazatelja svježine trlje skladištene u prikladnim i neprikladnim temperaturnim uvjetima u odnosu na promjene organoleptičkih svojstava. Elektrovodljivost je značajno brže opadala s vremenom skladištenja u neprikladnim uvjetima, dostignuvši donju razinu prihvatljivosti nakon četiri dana. Vrijednosti očitane torimetrom su u prikladnim uvjetima skladištenja treći i četvrti dan skladištenja pokazale blagi pad, ali je prema izmjeranim vrijednostima riba ostala unutar kategorije „vrlo svježā“. Razina pH se tijekom pokusa u prikladnim uvjetima, nakon početnog pada od dana ulova, nije značajno mijenjala, za razliku od neprikladnog skladištenja gdje je varirala kroz dane (od 7,336 do 6,833). Promjene organoleptičkih svojstva pratile su promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti koje su se pokazale validnim metodama brzo za rutinsko praćenje promjene svježine trlje skladištene na ledu.

**Ključne riječi:** morska riba, senzorska ocjena, kvaliteta, organoleptička svojstva, svježina ribe

## Uvod

Kvarenje ribe započinje vrlo brzo nakon ulova, pogotovo kod visokih temperatura (Berkel i sur., 2004), a rezultat je enzimatske autolize, oksidacije i mikrobnog razvoja (Huss i sur., 1995). Sprječava se, odnosno usporava, na nekoliko načina: hlađenjem, smržavanjem, sušenjem, soljenjem, dimljenjem, konzerviranjem, fermentacijom, no za bilo koji oblik konzerviranja nužno je hlađenje neposredno nakon ulova (Ghaly i sur., 2010). Niska temperatura smanjuje mikrobnu aktivnost koja uzrokuje kvarenje i tako održava kvalitetu ribe (Ashie i sur., 1996). Tehnike skladištenja trebaju spriječiti kvarenje uzrokovano mikrobnom aktivnošću, a istovremeno zadržati kvalitetu i nutritivnu vrijednost ribe (Ghaly i sur., 2010). Kvaliteta ribe, odnosno njena svježina, se često kvantificira procjenom senzorskih pokazatelja (izgled, miris, tekstura i dr.) te mjerenjem biokemijskih i fizikalnih svojstava ribe (Franceschelli i sur., 2021).

Cilj ovog rada je usporediti promjenu svježine trlje blatarice, *Mullus barbatus* (Linnaeus, 1758), kao jedne od najzastupljenijih vrsta u kočarskom ulovu na istraživanom području (Gavrilović i sur., 2022), mjerenjem dielektričnih svojstava kože, pH vrijednosti mesa i senzorskom ocjenom tijekom skladištenja u različitim temperaturnim uvjetima.

## Materijal i metode

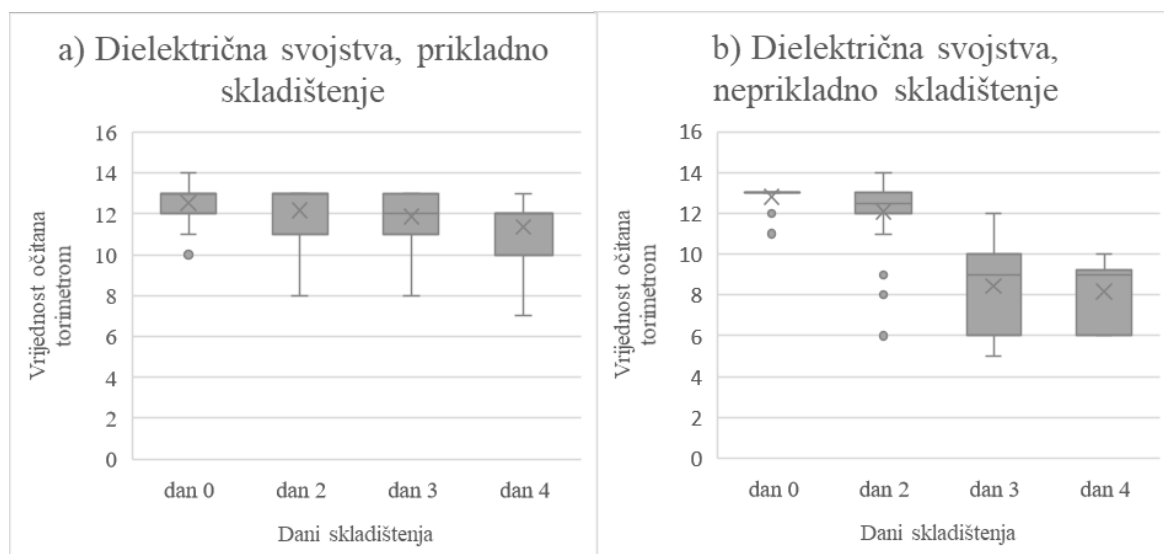
Jedinke trlje su prikupljane kočarenjem u Neretvanskom kanalu, odnosno ribolovnoj podzoni G5, tijekom svibnja i studenog 2021. godine. Sva riba je neposredno nakon ulova hlađena potapanjem u mješavinu morske vode s ledom do sortiranja. Iz ukupnog ulova, pri svakom uzorkovanju koje je obavljano, tijekom sortiranja izdvojene su po 22 jedinke trlje koje su stavljene na ljuskasti led u samodrenirajuće polistirenske kutije i pohranjene u brodski hladnjak do istovara. U prvom tretmanu (svibanj) riba je nakon istovara skladištena u prijenosnom sanduku koji zadržava hladnoću („jacera“) u kojoj je led mijenjan i dodavan samo prva dva dana skladištenja (neprikladni uvjeti skladištenja). U drugom tretmanu (studenj) riba je skladištena u hladnoj komori gdje je po potrebi dodavan led (prikladni uvjeti skladištenja) kako bi se očuvala konstantna temperatura. Temperatura u sanduku kod neprikladnog

skladištenja se kretala od 5°C tijekom prva dva dana do 17°C četvrtog dana skladištenja. U drugom tretmanu, prikladnog skladištenja u hladnoj komori održavana je konstantna temperatura od 2°C. Mjerenje dielektričnih svojstava i vrijednosti pH mesa ribe te senzorska ocjena obavljena su neposredno po početku skladištenja (kasni večernji sati na dan izlova – nulti dan) te potom drugog, trećeg i četvrtog dana skladištenja. S obzirom da je mjerenje obavljeno u noćnim satima krajem nultog dana, prvo iduće mjerenje obavljeno je drugog dana skladištenja. Dielektrična svojstva trlje su mjerena torimetrom (Distell Fish freshness meter, Model Torrymeter) na dorzalnoj bočnoj strani tijela, neposredno iza škržnog poklopca i iznad bočne pruge (Distell, 2011). Mjerenje je izvršeno na način da su se elektrode uređaja prislonile na svaku jedinku tri puta prije mjerenja iduće jedinke te je kao vrijednost elektrovodljivosti zabilježen prosjek tri očitavanja. Elektrode torimetra su između svakog očitavanja na istoj jedinki i između mjerenja različitih jedinki prebrisane čistim papirnatim ubrusom kako bi se smanjila moguća greška pri mjerenju. Bilježene su vrijednosti očitane torimetrom na skali od 0 do 18, pri čemu više vrijednosti označavaju svježiju ribu (Distell, 2011). Mjerenje pH vrijednosti mesa trlje je izvršeno digitalnim multiparametarskim uređajem (pH 70 Vio DHS) s ubodnom pH i temperaturnom sondom (XS Instruments). Vrijednosti su mjerene na dorzalnom mišiću ribe neposredno iza glave, na način da je tijekom svakog mjerenja sonda ubodena na drugo mjesto, odnosno ni jedno naknadno mjerenje nije provedeno na mjestu uboda prethodnog mjerenja kako bi se izbjegle greške. Paralelno su praćena organoleptička svojstva skladištene ribe. Senzorska ocjena svježine ribe obavljena je prema metodi koju su opisali Parlapani i sur. (2015), pri čemu su obučeni članovi tima ocjenjivali vanjski izgled, kožu, sluz, oči i miris ribe. Sva senzorska svojstva ocjenjivana su ocjenom od 1 do 5 prema deskriptivnoj skali, pri čemu je ocjena 5 bila za najsvježiju ribu. Riba s prosječnom ocjenom 3 smatrana je minimalno prihvatljivom za tržište, odnosno ribom čiji je rok upotrebe na granici prihvatljivosti.

Razlike u vrijednostima elektrovodljivosti i pH mesa između svih dana mjerenja unutar jednog tretmana su ispitane analizom varijance ponovljenih mjerenja (repeated measures ANOVA) (razina značajnosti 0,05). Nakon toga je proveden Tukey HSD post hoc test za višestruko uspoređivanje parova dana kako bi odredili između kojih točno dana postoji značajna razlika u mjerenjima. Razlika u vrijednostima elektrovodljivosti i pH mesa pojedinih dana skladištenja između tretmana je ispitana T-testom (razina značajnosti 0,05). Svi podaci su obrađeni u programu Microsoft Excel, a statističke analize su provedene u statističkom programu PAST 4.05 (Hammer i sur., 2001).

### **Rezultati i rasprava**

Praćenjem dielektričnih svojstava trlje utvrđen je trend pada srednjih vrijednosti očitanih torimetrom u oba uvjeta skladištenja (Grafikon 1). Analizom varijance utvrđena je značajna razlika između dana skladištenja kod oba uvjeta skladištenja ( $p < 0,05$ ). Tukey HSD post hoc testom je zabilježen značajan pad vrijednosti između pojedinih dana skladištenja. Značajna razlika je utvrđena između dana ulova i trećeg i četvrtog dana prikladnog skladištenja te između drugog i četvrtog dana prikladnog skladištenja. Prilikom neprikladnog skladištenja, postoje značajne razlike između svih dana istraživanja osim dana ulova i drugog dana skladištenja te trećeg i četvrtog dana skladištenja (Tablica 1). T-test je pokazao da nema razlike u dielektričnim svojstvima ribe između tretmana na dan ulova i na drugi dan skladištenja dok je kasnije ta vrijednost značajno niža kod neprikladno skladištene ribe (Tablica 2).



Grafikon 1. Kretanje vrijednosti dielektričnih svojstava trlje kroz vrijeme skladištenja u prikladnim (a) i neprikladnim (b) uvjetima

Tablica 1. Dobivene p-vrijednosti Tukey HSD post hoc testa između pojedinih dana mjerenja za dielektrična svojstva u prikladnim (iznad dijagonale) i neprikladnim uvjetima skladištenja (ispod dijagonale). Statistički značajne razlike su označene s \*.

Dielektrična svojstva	Dan 0	Dan 2	Dan 3	Dan 4
Dan 0		0,345	0,011*	<0,01*
Dan 2	0,380		0,472	<0,01*
Dan 3	<0,01*	<0,01*		0,069
Dan 4	<0,01*	<0,01*	0,959	

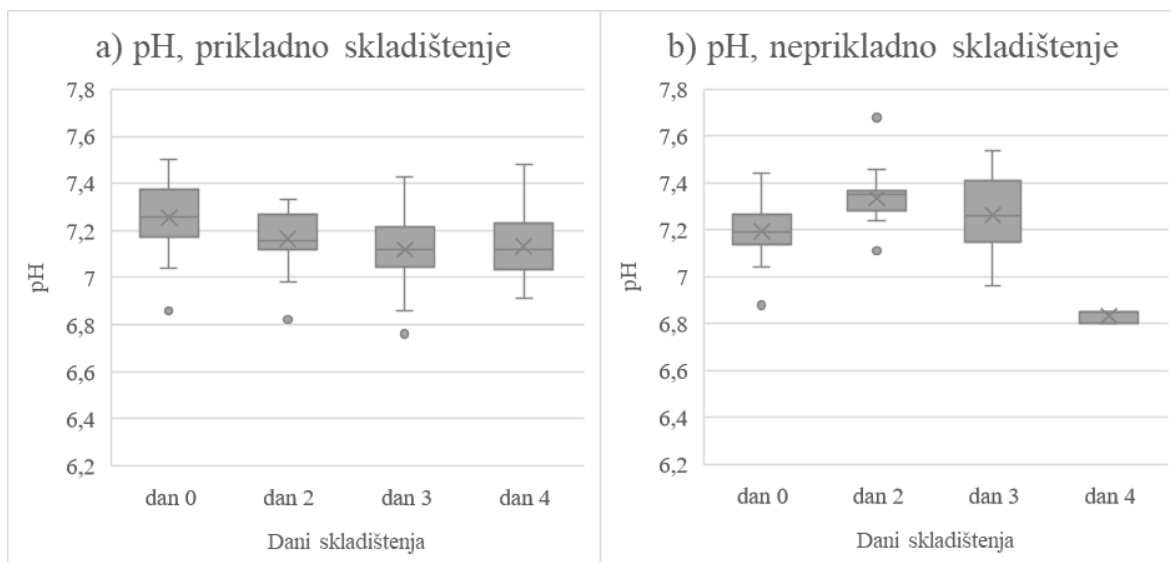
Distell priručnik (2011) za vrste iz reda Perciformes (*Pagellus coupei*, validno *Pagellus bellottii*) navodi i kategorizira vrijednosti dielektričnih svojstava izmjenjenih torimetrom na sljedeći način: 11-13 je vrlo svježa riba; 7-10 indicira pad svježine; 4-6 je gotovo pokvarena riba. Prema ovom priručniku vrijednosti ispod 4 označavaju nejestivu ribu. Tijekom istraživanja je prosječna vrijednost dielektričnih svojstava na dan ulova u oba tretmana iznosila više od 12 i do četvrtog dana je pala na 11,364 u prikladnim uvjetima te na 8,111 u neprikladnim uvjetima. Ove vrijednosti pokazuju da je tijekom prikladnog skladištenja trlja ostala vrlo svježa i nakon četiri dana, dok je u neprikladnim uvjetima svježina pala blizu donje granice prihvatljivosti.

Tablica 2. Srednje vrijednosti izmjenjenih dielektričnih svojstava i pH tijekom trajanja pokusa (T-test). Statistički značajne razlike su označene s \*.

	Dan 0		Dan 2		Dan 3		Dan 4	
	Diel. svojstva	pH	Diel. svojstva	pH	Diel. svojstva	pH	Diel. svojstva	pH
Prikladno skladištenje	12,530	7,256	12,182	7,165*	11,879*	7,121*	11,364*	7,132*
Neprikladno skladištenje	12,820	7,195	12,091	7,336*	8,439*	7,265*	8,111*	6,833*

**Utjecaj uvjeta skladištenja na promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti mesa trlje blatarice, *Mullus barbatus***

Analizom varijance je utvrđena statistički značajna razlika izmjerenih pH vrijednosti između dana skladištenja kod oba tretmana ( $p < 0,05$ ). Tukey HSD post hoc test je pokazao da ta značajna razlika postoji između dana ulova i svih dana mjerenja kod prikladnog skladištenja. Pri neprikladnom skladištenju, pH vrijednost je značajno viša drugi dan skladištenja u odnosu na dan ulova, te onda značajno pada u četvrtom danu skladištenja (Grafikon 2, Tablica 3). Razlika vrijednosti pH između tretmana je provjerena T-testom i bila je značajna kroz sva tri dana skladištenja: drugi i treći dan je vrijednost pH bila značajno veća, a četvrti dan značajno manja u uvjetima neprikladnog skladištenja (Tablica 2).

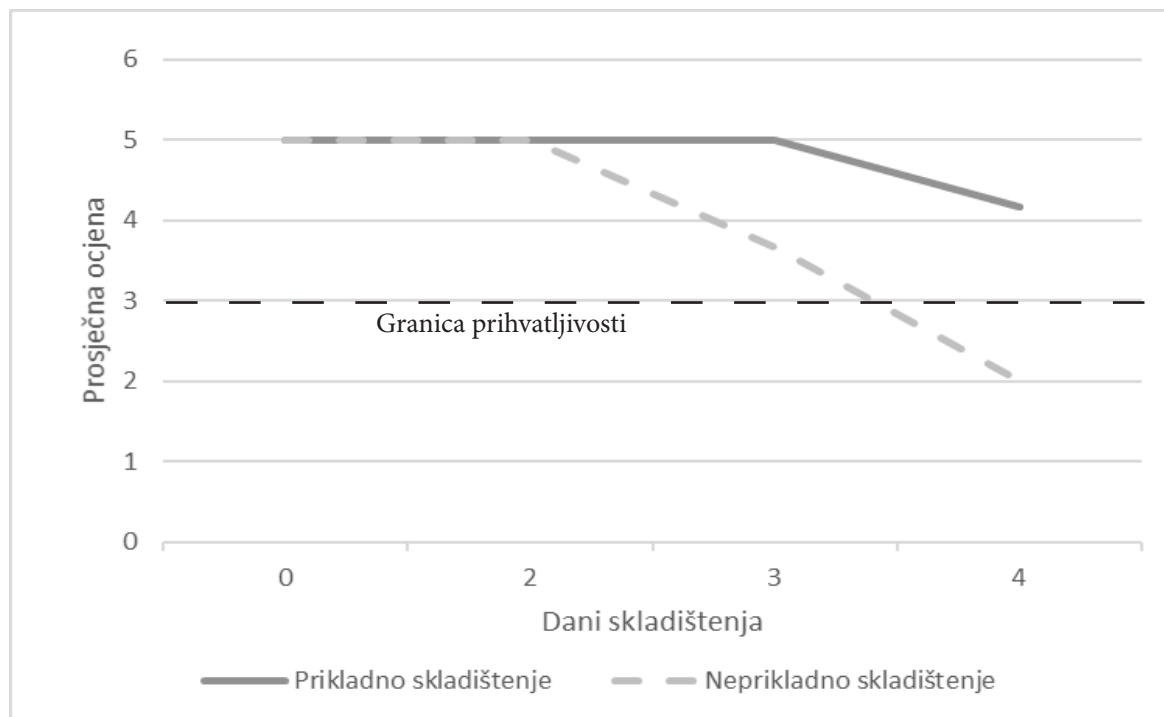


Grafikon 2. Kretanje pH vrijednosti trlje kroz vrijeme skladištenja u prikladnim (a) i neprikladnim (b) uvjetima

Tablica 3. Dobivene p-vrijednosti Tukey HSD post hoc testa između pojedinih dana mjerenja za pH u prikladnim (iznad dijagonale) i neprikladnim uvjetima skladištenja (ispod dijagonale). Statistički značajne razlike su označene s\*.

pH	Dan 0	Dan 2	Dan 3	Dan 4
Dan 0		<0,01*	<0,01*	<0,01*
Dan 2	0,011*		0,161	0,401
Dan 3	0,362	0,367		0,949
Dan 4	<0,01*	<0,01*	<0,01*	

Senzorska svojstva su također pokazala karakteristične negativne promjene nakon četiri dana neprikladnog skladištenja: neugodan miris, zamućena sluz, pucanje kože na trbušnom području, mutne oči. Po dobivenoj ocjeni ta riba više nije bila prihvatljiva za tržište. Na prikladno skladištenoj ribi takve negativne promjene nisu uočene (Grafikon 3).



Grafikon 3. Promjena senzorskih svojstava tijekom skladištenja u oba tretmana

Kretanja torimetrijskih vrijednosti su slična onima kakve su zabilježili Šimat i sur. (2009) u istraživanju utjecaja skladištenja na dielektrična svojstva lubina, *Dicentrarchus labrax*. Pri niskim temperaturama su dielektrična svojstva i senzorske osobine kroz dulje razdoblje upućivala na visoku kvalitetu ribe, dok je pri višim temperaturama kvaliteta naglo opadala. Ustanovili su i da torimetar može pokazivati prihvatljivu kvalitetu ribe čak i kad po senzorskim osobinama riba padne ispod granice prihvatljivosti, što je slično neprikladno skladištenim trljama u ovom istraživanju. Kod ulovljene i skladištene ribe vrijednost pH prvo pada zbog stvaranja mliječne kiseline usred stresa, zatim neko vrijeme stagnira i onda s autolitičkim procesima raste, što pogoduje umnožavanju bakterija i vodi ka kvarenju (Daskalova 2019; Kyrana i sur., 1997; Abbas i sur., 2008). Viša vrijednost pH u drugom i trećem danu kod neprikladno skladištene ribe može upućivati na početnu fazu kvarenja. Nagli pad pH u posljednjem danu mjerenja pokazuje nastanak kiselih raspadnih produkata, odnosno posljedica je posljedica raspadanja unutarnjih organa, odnosno probavnog trakta i istjecanja želučanog sadržaja što je utjecalo na pH cijele ribe. Vrijednost pH kod prikladno skladištene ribe je pala nakon dana ulova i zatim stagnirala kroz cijelo razdoblje skladištenja, što znači da je očuvana svježina ribe i u tom razdoblju nije započeo proces kvarenja.

### Zaključak

Praćenjem organoleptičkih, dielektričnih svojstava i vrijednosti pH je utvrđeno da primjereno pothlađena skladištena svježa riba zadržava odgovarajuću kvalitetu kroz razdoblje od najmanje četiri dana (razdoblje skladištenja ribe u ovom istraživanju). Kod neprikladno skladištene ribe zabilježene su izraženije promjene u praćenim parametrima, koji su bili u skladu sa senzorskim pokazateljima kvalitete. To potvrđuje da metode mjerenje promjene dielektričnih svojstava i pH vrijednosti mogu biti korištene za brzu rutinsku ocjenu svježine ribe na tržištu.

### Napomena

Istraživanje provedeno za ovaj rad je izvršeno u sklopu Projekta “Ribarsko-znanstvena mreža Grada Ploča” u okviru Mjere I.3. “Partnerstvo između znanstvenika i ribara za razdoblje 2017.-2020.”.

## **Literatura**

- Abbas K.A., Mohame A., Jamilah, B., Ebrahimian M., (2008). A Review on Correlations between Fish Freshness and pH during Cold Storage. *American Journal of Biochemistry and Biotechnology*. 4: 416–421.
- Ashie I.N.A., Smith J.P., Simpson B.K., Haard N.F. (1996). Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 36: 87-121.
- Berkel B.M., Boogaard B.V., Heijnen C. (2004). Preservation of fish and meat. Agromisa Foundation, Wageningen, The Netherlands, 78-80.
- Daskalova A. (2019). Farmed fish welfare: stress, post-mortem muscle metabolism, and stress-related meat quality changes. *International Aquatic Research*. 11: 113–124.
- Distell (2011). User manual Distell fish freshness meter, Model Torrymeter, version 2.9.
- Franceschelli L., Berardinelli A., Dabbou S., Ragni L., Tartagni M. (2021). Sensing Technology for Fish Freshness and Safety: A Review. *Sensors*. 21: 1373.
- Gavrilović A., Barić O., Radočaj T., Iveša N., Špelić I., Tomljanović T., Piria M., Jug-Dujaković J. (2022). Analiza komercijalnog potencijala za prodaju odabranih vrsta ribe na hrvatskom i inozemnom tržištu s prijedlogom idejnog koncepta centra za pripremu ribe za tržišni plasman; Baza riba u ribolovnoj podzoni G5 i donjem toku rijeke Neretve. U: Trenutno stanje i perspektive razvoja gospodarskog ribolova u općini Gradac (ur. Gavrilović A., Piria M.). Završno izvješće projekta “Ribarsko-znanstvena suradnja u općini Gradac”. Općina Gradac.
- Ghaly A.E., Dave D., Budge S., Brooks M.S. (2010). Fish spoilage mechanisms and preservation techniques: review. *American Journal of Applied Sciences*. 7: 859.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4 (1): 9.
- Huss H.H. (1995). Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper*: 348. Rim.
- Kyranas V.R., Lougouious V.P., Valsamis D.S. (1997). Assessment of shelf-life of maricultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*) stored in ice. *International Journal of Food Science and Technology*. 32: 339-347.
- Parlapani F. F., Haroutounian A. S., Nychas G. J. E., Boziaris I. S. (2015). Microbiological spoilage and volatiles production of gutted European sea bass stored under air and commercial modified atmosphere package at 2°C. *Food Microbiology*. 50: 44-53.
- Šimat V., Soldo A., Maršić-Lučić J., Tudor M., Bogdanović T. (2009). Effect of different storage conditions on the dielectric properties of the sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Acta Adriatica*. 50 (1): 5 – 10.

# Changes in flesh dielectric properties and pH values of red mullet, *Mullus barbatus*, under different storage conditions

## Abstract

In this study, the values of dielectric properties and pH were monitored as indicators of red mullet freshness and compared with the organoleptic properties of the fish under suitable and unsuitable storage conditions. The conductivity of the fish decreased much faster under unsuitable conditions, reaching the lower acceptable value after four days. The same conductivity value decreased slightly under suitable conditions on the third and fourth day, but still remained in the “very fresh” category. Similarly, pH remained constant after an initial decrease on the day of capture under appropriate storage conditions, but fluctuated for several days under improper storage conditions (from 7.336 to 6.833). The readings for both parameters changed in accordance with changes in the organoleptic properties of the fish. Monitoring of dielectric properties and pH proved to be a reliable method for routine evaluation of freshness of red mullet stored on ice.

**Keywords:** marine fish, sensory evaluation, quality, organoleptic properties, fish freshness