

Sveučilište u Zadru
Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu

**Završno izvješće projekta: Liofilizacija ribolovnih
mamaca**

Zadar, lipanj, 2023.

1. UVOD

Prema Zakonu o morskome ribarstvu (NN 30/23) RH sportski ribolov se definira kao ribolov u svrhu sporta koji se obavlja na temelju dozvole za obavljanje sportskog ribolova, a rekreacijski ribolov je definiran kao ribolov u svrhu rekreacije koji se obavlja na temelju dozvole za obavljanje rekreacijskog ribolova.

1.1. Sportski i rekreacijski ribolov

Sportsko - rekreacijski ribolov se primjenjuje gotovo jednako dugo koliko postoji ljudska civilizacija, još od doba drevne Mezopotamije, stare egipatske kulture i perioda antičke Grčke i Rima (Pitcher i Hollingworth, 2002).

U sportskom i rekreacijskom ribolovu u RH ne smije se uloviti više od pet kilograma riba i drugih morskih organizama po dozvoli na dan, plus jedna riba ili drugi morski organizam teži od pet kilograma. Za vrijeme trajanja natjecanja u sportskom ribolovu količina ulova nije ograničena. Još je važno napomenuti da se riba i drugi morski organizmi ulovljeni u obavljanju sportskog ribolova ne smiju stavljati u promet, odnosno ne smiju se prodavati prema Zakonu o morskome ribarstvu (NN 30/23).

Sportski i rekreacijski ribolov u Hrvatskoj predstavljaju vrlo ozbiljnu ekonomsku granu prema istraživanju koje su proveli Soldo i sur. (2013). Prema tom istraživanju ukupan broj prodanih dozvola u sportsko - rekreacijskom ribolovu 2011. godine je iznosio 78.295 dozvola ukupne vrijednosti 16.252.680,00 kn. Narednih godina taj je broj značajno porastao, posebice iza 2013. godine i primanjem Hrvatske u EU kada su i drugi državljani zemalja članica bili u mogućnosti kupiti dozvolu. Tako 2021. godine brojimo 50550 prodanih dozvola za sportski i preko 100000 dozvola za rekreacijski ribolov. Lako je pretpostaviti da na zapadnoj strani Jadrana ima mnogo više sudionika, pa je stoga vidljivo koliki značaj ima sportski ribolov na sveukupnu floru i faunu Jadranskog mora. Prema nekim istraživanjima koje su provodile druge mediteranske zemlje možemo zaključiti da je ukupni broj sudionika u sportskom ribolovu znatno veći od broja izdanih dozvola. Primjerice, istraživanja koja su provodili Morales-Nin i sur. (2005) na području Majorce su pokazala da je samo 59% sportskih ribolovaca imalo dozvolu za obavljanje ovakvog ribolova. Unatoč mišljenju da je sportski ribolov jedna benigna aktivnost, broj sudionika u svijetu je izuzetno velik i u stalnom je povećanju. Iako se u gospodarskom ribolovu love velike količine riba i drugih morskih organizama, ulov sportaša ipak nije zanemariv (Cooke i Cowx, 2006). Primjerice, na istočnoj obali SAD-a ulov nekih vrsta riba kao što su *Coryphaena hippurus*, *Pomatomus saltatrix*, *Sebastes marinus* i *Morone saxatilis* je puno veći u sportskom nego što je u gospodarskom ribolovu (Beal i sur., 1998).

Ovakvi primjeri nisu strani ni u drugim zemljama. Na području Kariba (oko Trinidada) ulov rekreacijskih ribara sačinjava 11% ukupnog ulova na tom području (Mike i Cowx, 1996), a na području zapadnog Pacifika taj udio je još i veći i čini 36% ukupnog ulova (Western Pacific Fishery Management Council, 2002).

Ciljane vrste sportskih ribolovaca su uglavnom vrste koje se nalaze pri vrhu hranidbene piramide. Razlog tome je što su glavne odlike tih vrsta velika "borbenost", odnosno te ribe pružaju veliki otpor pri ulovu, što je bit sportskog ribolova. Morales-Nin i sur. (2005) su ustanovili da 31% produkcije viših trofičkih razina završi kao ulov sportskih ribolovaca. Osim toga, budući da cilja upravo na "najborbenije" vrste, sportski ribolov na neki način vrši umjetnu selekciju, uklanjajući iz ekosustava najagresivnije dominantne primjerke koje potencijalno mogu producirati najveći broj potomaka (Cooke, 2002).

Još jedan od problema vezanih za ovaj način obavljanja ribolova je i otpad koji zaostaje za sportskom ribičima kao i "ghost fishing" prouzročen tim otpadom. Na područjima na kojima se obavlja ovakav oblik ribolova, pronađen je veliki broj otpadaka u obliku udica, olovnica te vrtilica koje su osnovni dio udičarskih alata. Ovi otpaci mogu ozbiljno naštetiti raznim morskim organizmima, pa i prouzročiti smrt. Ovome nisu samo podložne ribe ili neki sesilni organizmi, već i morski sisavci, kornjače i ptice (Nemoz i sur., 2004). Jacks i sur. (2001) su procijenili da se u priobalnim područjima Velike Britanije nalazi od 24 do 190 olovnica / m² morskog dna. Upravo te zaostale olovnice na određenim područjima mogu utjecati na povećanje ukupne koncentracije olova u vodenom stupcu.

Soldo i sur. (2013) su u svome istraživanju u direktne ekonomske učinke koji se ostvare kroz sportsko - rekreacijski ribolov na moru u RH uračunali prihod od prodaje dozvola za sportsko - rekreacijski ribolov, tržišnu vrijednost ribolovne opreme i alata za sportsko - rekreacijski ribolov, ukupne troškovi „big game“ ribolova u Hrvatskoj i vrijednost proizvodnje plovila za sportsko - rekreacijski ribolov. Pri tome je procijenjeno da ukupna vrijednost direktnih ekonomskih učinaka sportsko - rekreacijskog ribolova u RH iznosi 703.502.330,00 kn godišnje. Uz procijenjenu vrijednost ulova u sportskom i rekreacijskom ribolovu, direktni ekonomski učinci sportskog i rekreacijskog ribolova dosežu do 0,4% društvenog bruto proizvoda, što ovu aktivnost stavlja uz bok ribarstvu kao gospodarskom sektoru.

1.2. Pravno reguliranje natjecanja u sportskom ribolovu

Sva natjecanja koja se održavaju u Republici Hrvatskoj su pod organizacijom Hrvatskog saveza za športski ribolov na moru (HSSRM). To je savez u kojem su udruženi svi športski klubovi i

županijski savezi, a sjedište mu je u Rijeci. Savez je član Hrvatskog olimpijskog odbora. Zadaće saveza su poticanje i promicanje djelatnosti vezanih za sportski ribolov na moru, organizacija natjecanja, edukacija, eko akcije i predstavljanje Republike Hrvatske u svijetu preko nacionalnih reprezentacija.

Natjecanja, kao i sve ostale aktivnosti saveza su regulirane pravilnicima. Na Skupštini Hrvatskog saveza za sportski ribolov na moru 31. prosinca 2021. godine prihvaćen je Pravilnik o načelima i osnovnim elementima sustava sportskih natjecanja u sportskom ribolovu na moru te uvjetima sudjelovanja sportskih ribolovaca na međunarodnim natjecanjima u sportskom ribolovu na moru (2021). Prema Pravilniku natjecanja u športskom ribolovu na moru mogu biti:

1.) službena (zvanična) i to: klupska natjecanja, općinska natjecanja, međuopćinska natjecanja, županijska natjecanja, međužupanijska natjecanja, natjecanja državnog ranga (prvenstva i kupovi), međunarodna natjecanja (svjetska i europska) te razigravanja za izbor državnih reprezentacija;

2.) prigodna (nezvanična) natjecanja (prvenstva, natjecanja za trofej, kupovi) koja mogu biti rekreacijskog, promidžbenog, turističkog, humanog ili drugog karaktera, a moraju se održavati izvan rokova predviđenih za održavanje službenih natjecanja i ne smiju se održavati na štetu službenih natjecanja.

Stupanj-rang službenih natjecanja je sljedeći:

I. stupanj	- klupska,
II. stupanj	- općinska i međuopćinska,
III. stupanj	- županijska,
IV. stupanj	- međužupanijska,
V. stupanj	- državna,
VI. stupanj	- europska,
VII. stupanj	- svjetska.

Natjecatelji se, prema starosnoj dobi, spolu i fizičkim mogućnostima, razvrstavaju u sljedeće natjecateljske kategorije:

- a) Juniori U-16 – u koju, bez obzira na spol, ulaze natjecatelji od 12 do 16 godina, odnosno prema odredbi Pravilnika FIPS-M;
- b) Mlađi seniori U-21– u koju, bez obzira na spol, ulaze natjecatelji od 17 do 21 godine starosti, odnosno prema odredbi Pravilnika FIPS-M;
- c) seniorke – u koju ulaze natjecateljice koje su navršile 18 godina života;

- d) seniori – u koju ulaze natjecatelji koji su navršili 18 godina života;
- e) masters – u koju ulaze seniorke i seniori koji su navršili 55 godina života u tekućoj godini ili stariji;
- f) invalidi – natjecatelji sa tjelesnim oštećenjem bez obzira na životnu dob.

U kategoriji seniora mogu se natjecati: U-21 sa napunjenih 18 godina života, seniori, seniorke te seniori i seniorke sa tjelesnim oštećenjem.

Službena natjecanja u udičarenju određuju se po disciplinama prema mjestu sa kojeg se ribolov obavlja i prema alatu kojim se lovi, pa tako natjecanje može biti u disciplinama: lov štapom sa mašinicom iz brodice, lov rukom iz brodice te lov štapom sa mašinicom sa uređene ili neuređene obale.

S obzirom na trajanje natjecanja mogu biti jednodnevna ili višednevna.

Natjecanje može trajati:

- 1) jedan dan - jedan ili dva nastupa i jedan ili dva kruga,
- 2) dva i više dana uzastopno - dva i više nastupa (jedan krug) i dva i više krugova (s prekidima) s tim da su krugovi istog trajanja.

Sva natjecanja u sportskom ribolovu na moru odvijaju se sukladno Propozicijama natjecanja koje donosi i objavljuje organizator natjecanja.

Propozicijama službenog natjecanja, u skladu sa odredbama Pravilnika i Pravilnika o provođenju natjecanja:

- propisuje se provođenje određenog natjecanja po vrsti sportskog ribolova na moru, po obliku, po rangu, po kategoriji natjecatelja i po disciplini u kojoj se natjecanje provodi;
- imenuje se domaćin natjecanja, uz naznaku točne adrese udruge domaćina, broj telefona telefaksa i osobe koja je zadužena za kontakte s udrugama i natjecateljima,
- određuje se mjesto i vrijeme održavanja natjecanja te ribolovna zona (osnovna i pričuvna),
- određuje se rukovodstvo natjecanja: opunomoćenik organizatora, sudac i voditelj natjecanja;
- određuje se broj natjecatelja koji imaju pravo nastupa na natjecanju uz naznaku udruge ili županijskog saveza iz kojeg dolaze, te vrijeme do kojeg se mogu podnijeti prijave za nastup na natjecanju;
- navode se osnovna pravila ribolova koja će se primijeniti, način bodovanja i određivanja pojedinačnog i ekipnog poretka, odnosno, ekipnog poretka, ribolovni alat, pribor i mamac koji se smije koristiti na natjecanju, priznanja koja će se dodijeliti najuspješnijim natjecateljima te program natjecanja.

1.3. Mamci na službenim natjecanjima i liofilizacija

Pravilnikom o provedbi natjecanja u udičarenju (2022) određeno je da na službenim natjecanjima mamce (ješku) u dovoljnoj količini za sve natjecatelje i za sve nastupe osigurava domaćin natjecanja. Na državnom natjecanju domaćin je dužan osigurati najmanje tri kilograma neočišćenih dagnji i 0,5 metara svježeg velikog crva ili dvije kutije crvića i 25 dkg kozica, srdele ili lignje. Na natjecanju za popunu državne reprezentacije sa obale obavezna ješka su dvije kutije crvića i 3 kg dagnji uz 25 dkg kozice ili 25 dkg srdelu odnosno drugu plavu ribu ili 25 dkg lignje po nastupu. Na natjecanju za popunu državne reprezentacije sa brodice obavezna ješka su 3 kg dagnji, 25 dkg kozice ili srdelu odnosno drugu plavu riba i 25 dkg lignje po nastupu. Na svim ostalim natjecanjima domaćin je dužan osigurati najmanje tri kilograma dagnji, 25 dkg srdele ili druge plave ribe i 25 dkg liganja, a po vlastitoj odluci lignje može zamijeniti količinom crva iz prethodnog stavka. Iznimno kod natjecanja koja traju četiri sata količina dagnji može se smanjiti na 2,5 kilograma. Na prigodnim natjecanjima ješku osigurava domaćin natjecanja ili sami natjecatelji po vlastitom izboru. Zabranjeno je dodavanje mirisa ješki.

Upravo ovaj dio o svježini, uz sezonsku dostupnost mamaca je ujedno i najveći problem sa kojim se organizatori susreću pri organizaciji natjecanja. Kao jedno od rješenja nametalo se smrzavanje određenih mamaca kao što su srdela, veliki mroski crv ili kozica. Na taj bi se način riješio problem nedostupnosti npr. srdele za vrijeme lovostaja, kozice u periodu kada se slabije lovi ili crva kada su potrebne veće količine a vremenski uvjeti ometaju njegov izlov. Ovo se rješavanje ipak pokazalo lošim budući svi mamci nisu bili jednake kvalitete i kondicijskog stanja nakon odmrzavanja. Nekima su se u potpunosti promijenila organoleptička svojstva te više nisu bili primamljivi ribama kao svježim mamci. To se najviše odnosi na crva i kozicu koji su postali previše mekani i uslijed odmrzavanja su gubili dio tjelesne tekućine koja je ujedno glavni atraktant za ribe. Stoga se pristupilo tehnici liofiliziranja koja se dugi niz godina koristi u prehrambenoj industriji jer se na taj način sačuvaju sve vrijedne tvari ali i organoleptička svojstva sirovine.

Naime, liofilizacija je proces sušenja u smrznutom stanju, a primjenjuje se za sušenje materijala osjetljivog na toplinu, radi očuvanja strukture bjelančevina, biološki aktivnih sastojaka ili živih mikrobnih stanica (Hrvatska enciklopedija, 2022). Materijal, u ovom slučaju srdela, kozica i dagnja, se prvo ohladi na temperaturu do $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, a zatim se voda uklanja sublimacijom u visokom vakuumu. Temperatura sušenja polako se povećava sa smanjenjem

udjela vode u materijalu, pa na kraju dostiže najviše 30 do 40 °C. Moguća oštećenja složenih biološki aktivnih sastojaka zbog smrzavanja (kristalići leda u stanicama) ili sušenja (denaturacija toplinom) sprječavaju se primjenom zaštitnih sredstava (glicerina, saharoza, laktoza, polivinilpirolidon). Osušeni prehrambeni proizvodi pakiraju se bez prisutnosti zraka u nepropusnu ambalažu i vrlo su trajni.

Pri tome su prednosti liofilizata (lioofiliziranog materijala) brojne kao npr. razgradnja kemijskih komponenti je minimalna u proizvodu, hranjiva vrijednost proizvoda je zadržana, proizvodu je odstranjena voda bez dodatnog zagrijavanja i samim time oštećenja – posebno važno kod termo osjetljivog materijala, u suhim uvjetima skladištenja (sobna temperatura, tamna prostorija, hermetički zatvorena posuda) osigurana je dugotrajna stabilnost proizvoda, a liofiliziranoj krutoj materiji je osigurana brza i potpuna rehidracija (Kaić, 2020).

1.4. Srdela

Srdela, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) pripada obitelji srdjelki (Clupeide) te spada u skupinu sitne plave ribe (Slika 1.). Rasprostranjena je duž sjeveroistočnog dijela Atlantskog oceana do zapadnih obala Afrike, te u Crnom i Crvenom moru. U Sredozemnom i Jadranskom moru lovi se u gotovo svim područjima. Suptropska je vrsta koju nalazimo od 66°N -15°N te 23°E- 42°E.



Slika 1. Srdela, *Sardina pilchardus*, Walbaum, 1792

Srdela je tipičan predstavnik sitne pelagičke plave ribe. Brza je, okretna i drži se u jatima, koja su noću pravilnijih oblika, dok su tijekom dana prisutne veće disperzije pa se stvaraju nepravilni oblici jata (Freon i sur., 1996). Jata srdele nalaze se na dubini od oko 20 m do 200 m danju, dok se noću dižu i na 10 m dubine. Temperatura mora, hrana i mrijest uvjetuju migracije srdele, pa se zimi kreće prema većim dubinama (staništa srdele od 40-200 m), a s proljetnim zatopljenjem, vraća se u plića područja (Grubišić, 1964; Mužinić 1954, 1956).

Mriješćenje srdele kod nas počinje u jesen i traje za vrijeme zime i proljeća (Gamulin i Karlovac, 1956; Mustać i Sinovčić, 2009). U srednjem Jadranu odrasla srdela se hrani isključivo zooplanktonom. Pregledom želučanih sadržaja pokazalo se da su kopepodni rakovi

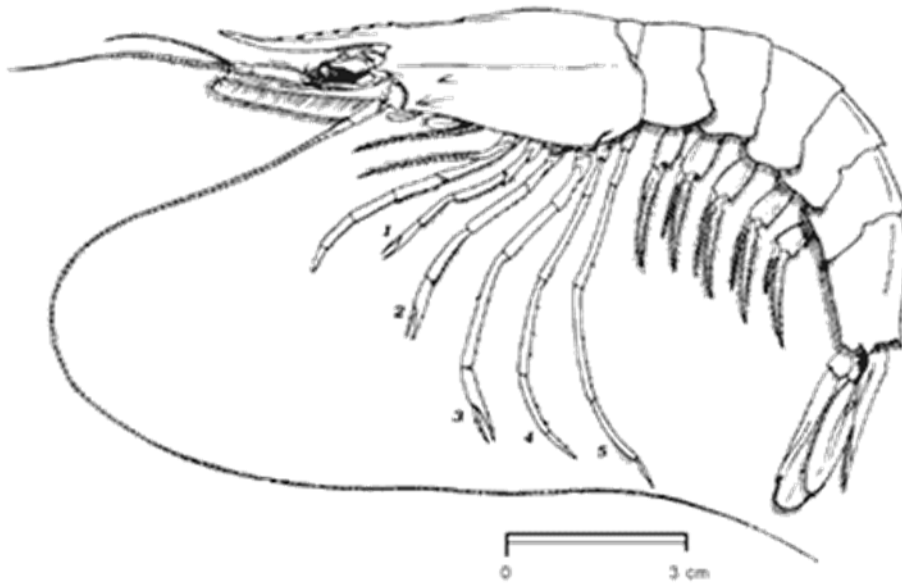
i ličinke dekapodnih rakova najčešća hrana jadranske srdele (Vučetić, 1963; Hure i Mustać, 2020).

Nutritivna vrijednost ove ribe je od golemog značaja zbog sadržaja bjelančevina, te vitamina A, D, E i onih iz grupe B. Meso joj sadržava velik postotak vode i manje vezivnog tkiva od mesa toplokrvnih životinja pa je i probavljivije, ali i podložnije fermentaciji i mikrobiološkoj razgradnji. Riblje masti sadrže od 60 do 84% nezasićenih masnih kiselina (Šoša, 1989). Zbog njenog položaja u trofičkom lancu, kao i zbog starosne strukture populacije, odnosno činjenice da spada u kratkoživuće vrste, ne uspijeva ugraditi toliko toksina (npr. POP-postojane organske onečišćujuće tvari, teške metale i sl.) u svoja tkiva, te je time, posebice u novije vrijeme, istaknuta kao vrlo zdrava namirnica (Herceg Romanić i sur., 2021; Miličević i sur., 2022).

U gospodarskom ribolovu RH, najveći ulov čini lov sitne plave ribe s najbrojnijim predstavnikom srdelom. Srdela zauzima prvo mjesto po količini ulova, interesu tržišta, prerade i izvoza. Godišnji ulov srdele iznosi preko 60% od ukupnog ulova morske ribe u Jadranu. Prema Državnom zavodu za statistiku (DZS) ukupno je ulovljeno 70 261 t ribe i ostalih morskih proizvoda u 2020. godini, od čega je srdele bilo 50 134 t. Srdela se osim kao svježja namirnica na ribarnicama, te u preradi, koristi i kao hrana tunama u uzgoju, ali i kao mamac u sportskom, rekreacijskom i gospodarskom ribolovu.

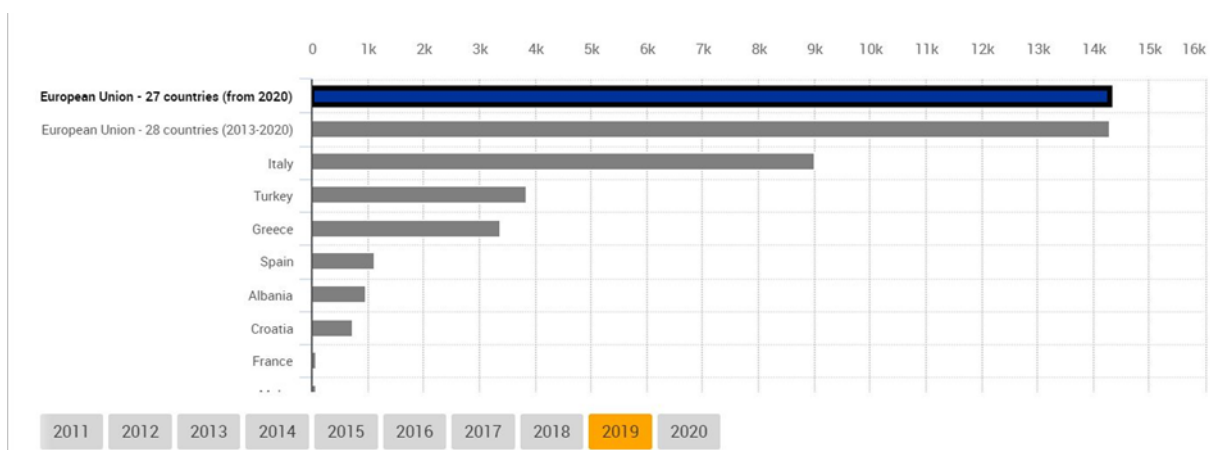
1.5. Kozica

Dubinska kozica, *Parapenaeus longirostris* (Lucas, 1846) je dekapodni rak (Slika 2.) iz obitelji mekušica (Peneidae) koja može narasti do 130 milimetara, a najčešće 80 – 100 milimetara (Kirinčić i sur., 2008.). Obitava samo u južnom i srednjem dijelu Jadrana i to na muljevitim dnima od 200 do 500 metara dubine. Kako se ide više prema južnom, dubljem dijelu Jadrana sve je učestalija i njezini su primjerci veći.



Slika 2. *Parapenaeus longirostris* (Izvor: FAO)

Razdvojenog je spola, hrani se sitnim organizmima ili hranjivim organskim česticama raspršenim u pridnenom dijelu vodenog stupca ili na samom morskom dnu (Milišić, 2008.). Rasprostranjena je u cijelom Mediteranu, istočnom i zapadnom Atlantiku. Najviše se lovi povlačnim ribolovnim alatima kočom i dredžom. U ulovima ostalih alata se nađe tek sporadično i ne predstavlja statistički značajnu količinu. Prema podacima eurostata godišnji ulov u Mediteranu i Crnom moru se kreće oko 14,3 tisuće tona a na Hrvatsku otpada oko 800 tona (Slika 3.).



Slika 3. Godišnji ulov *P. longirostris* u Mediteranu (Izvor: Eurostat)

1.6. Dagnja

Dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) je, uz kamenicu (*Ostrea edulis*), komercijalno najvažnija vrsta školjkaša na Jadranu s godišnjom proizvodnjom od oko 3,000 tona (Slika 4.).



Slika 4. Dagnja (*Mytilus galloprovincialis*)

Prirodne populacije žive u obalnoj zoni na kamenitoj podlozi ali i na različitim podlogama uključujući plutače, usidrene brodove, sidra, konope, kaveze na uzgajalištima i slično gdje se pričvršćuju bisusnim nitima i formiraju guste kolonije. Najgušća naselja dagnji na Jadranu nalazimo u Novigradskom i Karinskom moru, Šibenskom zaljevu i kanalu, Limskom kanalu te Malostonskom i Pulskom zaljevu (Dujmušić, 2000). Dagnja, kao i ostale vrste iz roda *Mytilus*, najgušće naseljava zonu plime i oseke. Ovakva ograničena rasprostranjenost uvjetovana je ponajprije biološkim čimbenicima predacije i kompeticije, a ne nemogućnošću preživljavanja u uvjetima koji vladaju u dubljim slojevima infralitoralne zone pa se tako stabilne populacije dagnje mogu naći i na dubinama od preko 20 m (Gosling, 1992). Mediteranska dagnja je lepezastog, trokutastog ili izduženo-jajolikog oblika. Tijelo je zatvoreno dvjema jednakim ljušturama, izvana crno-modrikaste boje, a iznutra blijedo-sedefaste boje. Dužina najduljeg dijela školjkaša konzumne veličine iznosi minimalno 6 cm. Istraživanje kemijskog sastava masnih kiselina u tkivima „Novigradske dagnje“ utvrdilo je kako više od polovine masnih kiselina čine nezasićene masne kiseline, od kojih su dokosaheksaenoična (DHA) i eikosapentaenoična (EPA), koje ubrajamo u omega-3 masne kiseline, najzastupljenije. Svježe meso dagnje je na dodir glatko, meko-elastične konzistencije s karakterističnim mirisom po moru i morskim algama. Površina mesa je sjajna, vlažna i glatka. Boja mesa dagnje ovisi o spolu pojedinog školjkaša. Naime, dagnje su odvojenog spola, te su muške dagnje uglavnom mliječno-bijele ili krem boje, dok su ženske dagnje narančasto-crvenkaste boje. Dagnja se najčešće konzumira termički obrađena.

Jedna od najvažnijih značajki kvalitete dagnji je vrijednost indeksa kondicije, a ona u prvom redu ovisi o sezoni spolnog ciklusa, prisutnosti planktonske hrane i promjenama ekoloških čimbenika sredine (temperature, saliniteta, koncentracije otopljenog kisika). Na Jadranu, najveće vrijednosti indeksa kondicije dagnje su u proljetnom i jesenskom periodu, prije očekivanog mrijesta školjkaša, kada je razvoj gonada na vrhuncu.

Osim za konzumaciju, dagnje se koriste i kao mamac u sportskom ribolovu, gdje su dokazane kao vrlo uspješan mamac za brojne riblje vrste, poglavito iz porodice Sparidae. Također, ljušture se mogu koristiti za izradu mineralnih dodataka za prehranu domaćih životinja.

Kako je već ranije spomenuto, sve tri opisane vrste (srdela, kozica i dagnja) se koriste i kao mamci koji se često i uspješno upotrebljavaju u rekreacijskom i sportskom ribolovu. Stoga se u ovom se istraživanju utvrđivala mogućnost korištenja liofilizacije u izradi mamca od navedena tri organizama, kako bi se dobili trajni lagani mamci koji se mogu koristiti tijekom cijele godine.

2. MATERIJALI I METODE

U ovom istraživanju su obrađeni uzorci srdele, kozice i dagnje iz različitih zona i podzona ribolovnog područja srednjeg Jadrana. Uzorci (tri replike po svakom uzorkovanju za svaku vrstu) su prikupljeni i analizirani po godišnjim dobima od 2019. do 2020. godine. Međutim, s obzirom na epidemiološku situaciju uzrokovanu Covid 19 virusom u spomenute dvije godine laboratorijske analize uzoraka u ZZJZ su obavljene kasnije, te dio uzoraka nije bilo moguće obraditi.

Na ovom području srdela se lovi uglavnom plivaricom, tijekom tzv. mrakova. Sviježi uzorci su ulovljeni u različitim ribolovnim zonama (najviše zona B) Zadarske županije, te su u laboratoriju podijeljeni u 2 skupine. Prva skupina se sastojala od svježih jedinki koje su odmah smrznute, a u drugoj skupini su srdele isjeckane na više manjih komada (kako se najčešće koriste kao mamci u sportskom i rekreacijskom ribolovu) zatim su liofilizirane te smrznute. Spomenute dvije skupine uzoraka su dalje obrađene da bi se utvrdio kemijski sastav, te kasnije za analizu masnih kiselina. Dio uzorka obje skupine je ostavljen za testiranje mamca u ribolovu.

Za potrebe istraživanja kozice uzeti su uzorci sa tri lokacije na Jadranu. Prva lokacija je Zadar, odnosno kočari koji love u akvatoriju ispred Dugog otoka i Kornata. Druga lokacija je iskrcajna luka Tribunj tj. kočari koji love ispred Žirija i Blitvenice prema Rogoznici. Treća lokacija je

luka Split odnosno ulovi iz Jabučke kotline i viškoga arhipelaga prema Palagruži. Na svakoj od tri navedene lokacije je uzeto po 4 uzorka godišnje, odnosno za svako godišnje doba. Od svakoga uzorka se odvojio dio za liofilizaciju a dio bi se svjež smrznuo. Uzorci kozica su očišćeni te stavljeni u šaržu (uzorak) sa adekvatnom oznakom koja predstavlja luku i vrijeme uzimanja uzorka. Također je svaka šarža izvagana prije i poslije samoga procesa liofilizacije, a dio uzorka obje skupine je ostavljen za testiranje u ribolovu.

Uzorci dagnje su prikupljene u akvatoriju otoka Vrgade, na uzgajalištu bijele ribe tvrtke KORNAT ITTICA d.o.o. za marikulturu i trgovinu iz Pakoštana. Dagnje su prikupljene kao obraštajni organizmi sa instalacija kaveza sa dubine oko 5m. Na spomenutoj lokaciji je uzet triplikantni uzorak za svako godišnje doba. Po uzorkovanju su dagnje donesene u laboratorij gdje su sortirane po veličini, očišćene i podijeljene u dvije skupine, dio za liofilizaciju a dio se svjež smrznuo. Dio svježeg i dio liofiliziranog uzorka je ostavljen za testiranje u ribolovu.

Liofilizacija je postupak sušenja tvari u smrznutom stanju a primjenjuje se za sušenje materijala osjetljivog na toplinu zbog očuvanja strukture bjelančevina i biološki aktivnih sastojaka. Uzorci (srdele, kozice i dagnje) su se prvo ohladili na temperaturu između $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, a sutradan su stavljeni u liofolizator gdje su liofolizirani oko 24h. Nakon liofolizacije uzorci su spremljeni u zavarene vrećice ili vakumirani te pohranjeni u duboko kako ne bi mogli "povući" vlagu, odnosno vodu u sebe. Procesom liofilizacije voda se uklanja sublimacijom u visokom vakumu. Temperatura sušenja polako se povećava sa smanjenjem udjela vode u materijalu, pa na kraju dostiže najviše 30 do $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Liofilizirani i svježi (odnosno smrznuti) uzorci srdele, kozice i dagnje su dalje analizirani u ZZJZ u Osijeku, te im je utvrđen kemijski sastav i masne kiseline prema sljedećoj metodologiji: Ukupna mast određena je akreditiranom IN HOUSE metodom KV 016 REV 2 (21.12.2020), a zasićene masne kiseline akreditiranom metodom HRN EN ISO 12966-1:2015; HRN EN ISO 12966-2:2017; HRN EN ISO 12966-4:2015. Voda je određena akreditiranom IN HOUSE metodom KV 012 REV 1 (10.05.2018). Ukupni pepeo je spaljen te određen gravimetrijom akreditiranom IN HOUSE metodom KV 013 REV 1 (10.05.2018). Proteini su određeni metodom HRN ISO 1871:2017. Vlakna su određena akreditiranom IN HOUSE metodom KV 014 REV 1 (10.05.2018), a ugljikohidrati i energetska vrijednost RAČUNSKI.

3. REZULTATI I RASPRAVA

U svrhu istraživanja mogućnosti korištenja liofiliziranih morskih organizama, dagnje, srdele i kozice tj. njihove potencijalne atraktivnosti kao mamca u sportskom i rekreacijskom ribolovu utvrdio se kemijski sastav, sastav masnih kiselina, te su uzorci sve tri vrste korišteni kao „probni mamci“ u rekreacijskom ribolovu.

3.1. Kemijski sastav

Kemijski sastav (voda, mast, proteini i pepeo) smrznutih i liofiliziranih morskih organizama, srdele, kozice i dagnje analizirane od 2019. do 2020. godine je prikazan u tablicama 1, 2 i 3.

Tablica 1. Prosječne vrijednosti (%) kemijskog sastava smrznutih (S) i liofiliziranih (L) uzoraka srdele, 2019.- 2020. godina.

God. doba	Voda S	Voda L	Masti S	Masti L	Proteini S	Proteini L	Pepeo S	Pepeo L
Jesen	70,83	4,19	5,11	9,79	18,45	71,06	3,59	8,85
Zima	75,73	11,52	1,98	3,09	18,83	75,25	3,77	10,80
Proljeće	71,83	6,01	3,43	17,87	16,19	50,06	3,76	6,80
Ljeto	69,95	5,83	5,16	14,00	16,5	54,41	3,22	7,24

U ovom istraživanju najveće količine masnoće u smrznutoj srdeli bile su za vrijeme ljetnih i jesenskim mjeseci, dok su uzorci iz zimskih mjeseci imali najmanje masnoće. Koncentracija vode je pokazala obrnuta kolebanja od masnoće kroz godinu, s najvećim vrijednostima u zimskim mjesecima. Liofilizirane srdele su najmanje količine masnoće (3,09%), kao i smrznute (1,98%), imale u zimskim mjesecima. Ranija istraživanja na srdeli iz Jadranskog mora su pokazala slične rezultate. Mustač i Sinovčić (2009.) su analizirale spolni ciklus, količinu masnoće (lipidi) u mišićnom tkivu i mezenteričnu masnoću srdele kroz cijelu godinu, te je utvrđena obrnuto proporcionalna veza između sadržaja masti i spolnog ciklusa. Najveće količine masti zabilježene su u kolovozu (72% u suhoj tvari) tijekom faze mirovanja spolnog

ciklusa, dok su najniže vrijednosti masnoće zabilježene u zimi i proljeću tijekom razdoblja intenzivnog mrijesta srdele. Sadržaj vlage i spolni ciklus bili su u pozitivnoj korelaciji ($r = 0,7913$), dok su kolebanja kroz godinu u kondiciji (Fultonov koeficijent K) pratila kolebanja masnoće u tijelu srdele.

Visoke koncentracije vode ($>77\%$) su također zabilježene kod uzoraka smrznutih kozica (Tablica 2). Masnoća im nije pokazala veće varijacije s obzirom na godišnja doba, te je u liofiliziranim uzorcima bila od 2,3 do 2,9%, dok je kod smrznutih uzoraka bila manje od 1%. U istraživanju kozice u ožujku, kada je ova vrsta u spolnom mirovanju na području Turske utvrđeni su slični rezultati istraživanja kemijskog sastava, te je prosječno bilo 1,1% masti i 78,7% vode (Oksuz i sur., 2009). Manje oscilacije u koncentraciji vode (73,8-74,6%) i masti (0,2-0,3%) iz uzoraka kozica ulovljenih na području Portugala u ljetnim i zimskim mjesecima utvrdili su Rosa i Nunez (2004).

Tablica 2. Prosječne vrijednosti (%) kemijskog sastava smrznutih (S) i liofiliziranih (L) uzoraka kozice, 2019.- 2020. godina.

God. doba	Voda S	Voda L	Masti S	Masti L	Proteini S	Proteini L	Pepeo S	Pepeo L
Jesen	77,89	5,38	0,65	2,89	16,60	83,29	2,26	8,12
Zima*		5,65		2,61		77,83		8,51
Proljeće	77,46	5,57	0,73	2,29	16,83	71,27	1,98	7,99
Ljeto	77,17	6,64	0,73	2,35	16,94	70,79	2,10	7,46

*N/A

Uz ranije spomenute probleme s dijelom uzoraka koje nije bilo moguće obraditi (Covid 19; *N/A), kod smrznute dagnje su primjećene sezonske oscilacije, posebice kod količine vode zimi (79,04%) i ljeti (69,5%). Masnoća je kod liofiliziranih jedinki manje oscilirala, od 4,02% ljeti do 6,49% zimi, dok je kod smrznutih uzoraka zimi prosječna vrijednost masti iznosila 1,75%, a ljeti 1,55% (Tablica 3). Matačić (2020) je utvrdila vrijednost masti dagnji 1,02%. Slični rezultati dobiveni su prilikom istraživanja u Malom Stonu gdje je Šoša (1989.) utvrdio

udio masti koji je kod dagnji iznosio 1,5%. S obzirom na to da su se uzorci dagnji u istraživanju Matačić (2020) uzimali u studenom, može se zaključiti da je trošenje lipida prouzrokovano mrijestom. Prilikom praćenja sezonskih promjena u biokemijskom sastavu dagnje Bressan i Marin (1985) utvrđuju kako rezerve ugljikohidrata i lipida svoju minimalnu razinu ostvaruju između listopada i prosinca.

S obzirom da u literaturi nismo pronašli podatke o kemijskom sastavu liofiliziranih morskih organizama koji su istraženi u ovom istraživanju, nije bilo moguće usporediti te analizirati spomenute rezultate.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti (%) kemijskog sastava smrznutih (S) i liofiliziranih (L) uzoraka dagnje, 2019.- 2020. godina.

God. doba	Voda S	Voda L	Masti S	Masti L	Proteini S	Proteini L	Pepeo S	Pepeo L
Jesen*		6,81		5,41		51,43		11,89
Zima	79,04	8,51	1,75	6,49	9,19	50,43	2,14	14,96
Proljeće*		5,42		4,94		43,15		13,24
Ljeto	69,5	5,35	1,55	4,02	14,38	43,02	11,8	14,27

*N/A

3.2.Masne kiseline

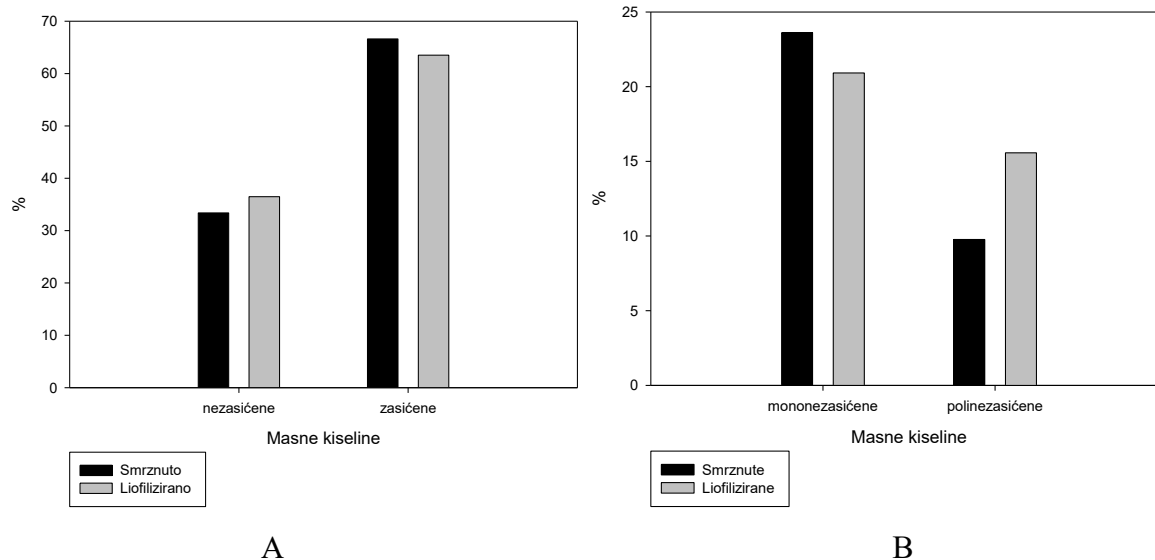
Masne kiseline se prema zasićenosti veza ugljika s drugim atomima, dijele na zasićene (SFAs; eng: saturated fatty acids), jednostruko (mono) nezasićene (MUFAs; eng: monounsaturated fatty acids) i višestruko (poli) nezasićene masne kiseline (PUFAs; eng: polyunsaturated fatty acids). Kod zasićenih masnih kiselina svi atomi ugljika su međusobno povezani jednostrukim vezama, a na svakom ugljikovom atomu nalazi se maksimalno mogući broj vodikovih atoma. Od zasićenih masnih kiselina riba sadrži palmitinsku (16:0), stearinsku (18:0), miristinsku (14:0) (Bogut i sur., 1996).

Jednostruko nezasićene masne kiseline sadrže jednu dvostruku vezu u molekuli. U ovu skupinu

pripadaju palmitoleinska kiselina (C16:1) i oleinska kiselina (18:1) koju nalazimo u maslinovom i repičinom ulju (Vranešić Bender i Krstev, 2008). U skupinu višestruko nezasićenih masnih kiselina - PUFA spadaju omega-3 (koje se naziva i ω -3 ili n-3) i omega-6 (koje se naziva i ω -6 ili n-6) masne kiseline. Općenito, SFA i MUFA sintetiziraju se endogeno, no PUFA se u ljudskome organizmu ne može sintetizirati te ih je stoga nužno unijeti prehranom. Riba sadrži nezasićene masne kiseline među kojima velik udio čine esencijalne omega-3 kiseline -eikozapentaenska EPA (C20:5) i dokozaheksaenska kiselina DHA (C22:6) (Alebić, 2008).

U ovom istraživanju su kod **smrznute srdele** nezasićene masne kiseline varirale od 26.69 do 52.45 %, dok su zasićene masne kiseline bile prisutne od 47.55 do 73.31%. Ukupno su mononezasićene masne kiseline bile od 20.64 do 26.29%, a polinezasićene masne kiseline od 2.15 do 28.35%. Od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (43.63%) i miristinska (10.621%) kiselina, od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (8.46%) i oleinska (Cis 9-oktadecenska) kiselina (12.01%), te od polinezasićenih masnih kiselina serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 2.11%) i dokozaheksaenoična (DHA: 4.07%) kiselina.

Kod **liofiliziranih uzoraka srdele** su nezasićene masne kiseline imali veće oscilacije od smrznutih uzoraka i varirale su od 23.36 do 64.22 %, dok su im zasićene masne kiseline bile od 35.78 do 76.64%. Mononezasićene masne kiseline su bile od 15.00 do 32.86%, a polinezasićene masne kiseline od 8.36 do 31.35%. U prosjeku su liofilizirani uzorci imali slične vrijednosti najzastupljenijih masnih kiselina kao i smrznute srdele; od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (38.93%) i miristinska (10.86%) kiselina, od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (5.90%) i oleinska (Cis 9-oktadecenska) kiselina (12.14%), dok su polinezasićene masne kiseline serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 3.27%) i dokozaheksaenoična (DHA: 7.96%) kiselina bile zastupljenije nego kod smrznutih uzoraka srdele. Prosječne vrijednosti nezasićenih i zasićenih, te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u oba uzorka (smrznuti i liofilizirani) srdele su prikazani na slici 5.

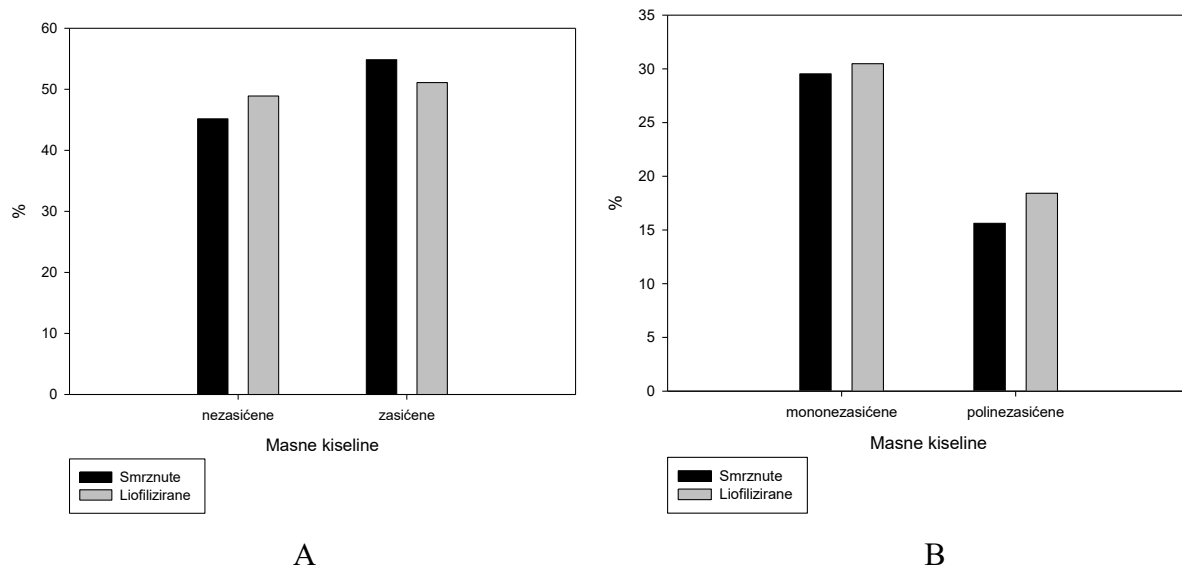


Slika 5. Prosječne vrijednosti (%) nezasićenih i zasićenih (A), te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina (B) u smrznutim i liofiliziranim uzorcima srdele.

U istraživanju sastava masnih kiselina kod smrznute srdele, kao i ostalih vrsta sitne plave ribe (inćun, lokarda, šarun i srdela golema) Herceg Romanić i sur. (2021) su također utvrdili da je palmitinska kiselina (C16:0) bila najzastupljenija u srdeli, ali i u inćunu i lokardi sa srednjom vrijednošću koja se kretala između 29,5 i 41%. Druga najzastupljenija masna kiselina im je bila oleinska kiselina (C18:1n-9) pokazujući srednji raspon od 11,3 do 21,2%. Sličan raspon je nađen i u mišićima tune (Sprague i sur., 2012.). Stearinska kiselina (C18:0) i dokozaheksaenska kiselina (C22:6n-3) DHA su također bile dominantne među istraživanim masnim kiselinama; njihov medijan se kretao od 6,5 do 12,11% i od 10,4 do 21,3%. Ovi rezultati od Herceg Romanić i sur. (2021) ukazuju na dobar izvor masnih kiselina kod sitne plave ribe, posebice srdele i njihove nutritivne prednosti usporedive su s onima atlantskog lososa (Lundebye i sur., 2017.) i atlantske tune (Sprague i sur., 2012.).

U ovom istraživanju su kod **smrznutih kozica** nezasićene masne kiseline varirale od 38.31 do %, 56.59%, dok su zasićene masne kiseline bile prisutne od 43.41 do 61.69%. Ukupno su mononezasićene masne kiseline bile od 23.62 do 31.98%, a polinezasićene masne kiseline od 6.34 do 32.97 %. Od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (33.55%) i stearinska (10.94%) kiselina, od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (5.05%) i oleinska (Cis 9-oktadecenska) kiselina (19.56%), te od polinezasićenih masnih kiselina serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 3.58%) i dokozaheksaenoična (DHA: 6.66%) kiselina.

Kod **liofiliziranih uzoraka kozica** su nezasićene masne kiseline imale manje oscilacije od svježih uzoraka i varirale su od 44.11 do 56.57 %, dok su im zasićene masne kiseline bile od 43.43 do 55.88%. Mononezasićene masne kiseline su bile od 24.76 do 35.61%, a polinezasićene masne kiseline od 8.50 do 31.81 %. U prosjeku su liofilizirani uzorci imali slične vrijednosti najzastupljenijih masnih kiselina kao i smrznute kozice; od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (32.06%) i stearinska (9.13%) kiselina, od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (6.26%) i oleinska (Cis 9-oktadecenska) kiselina (20.18%), dok su polinezasićene masne kiseline serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 5.71%) i dokozaheksaenoična (DHA: 7.82%) kiselina bile zastupljenije nego kod svježih uzoraka kozica. Prosječne vrijednosti nezasićenih i zasićenih, te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u oba uzorka (smrznuti i liofilizirani) kozica su prikazani na slici 6.



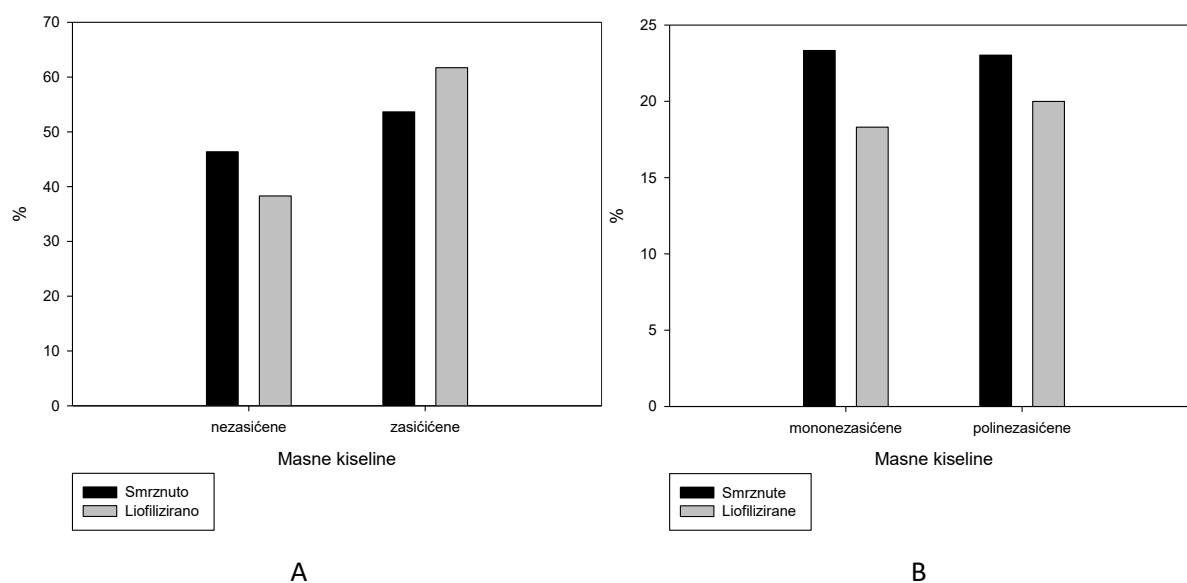
Slika 6. Prosječne vrijednosti (%) nezasićenih i zasićenih (A), te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina (B) u smrznutim i liofiliziranim uzorcima kozica.

U istraživanju uzoraka ulja dobivenog od otpada kozica na jugu Italije kakoder su utvrđene visoke vrijednosti omega- 3 masnih kiselina: EPA: 9.84% i DHA: 14.47% (Scurria i sur., 2020). Palmitinska kiselina je, kao i u ovom istraživanju, bila najzastupljenija masna kiselina kod kozica iz drugih područja (Oksuz i sur., 2009). U istraživanju kozica na području Turske palmitinska kiselina je također bila najzastupljena masna kiselina sa 20.27% (Oksuz i sur., 2009).

U ovom istraživanju su kod **smrznutih dagnji** nezasićene masne kiseline varirale od 38.44 do 50.85%, dok su zasićene masne kiseline bile prisutne od 49.15 do 61.56%. Ukupno su

mononezasićene masne kiseline bile od 17.52 do 27.05%, a polinezasićene masne kiseline od 19.13 do 25.48%. Od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (33.85%) i miristinska (8.29%) kiselina, od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (14.34%) i cis-11-eikozenska (3.671%), te od polinezasićenih masnih kiselina serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 8.53%) i dokozaheksaenoična (DHA: 8.55 %) kiselina.

Kod **liofiliziranih uzoraka dagnji** su nezasićene masne kiseline imale veće oscilacije od smrznutih uzoraka i varirale su od 29.73 do 51.63 %, dok su im zasićene masne kiseline bile od 48.38 do 70.27%. Mononezasićene masne kiseline su bile od 13.54 do 23.08%, a polinezasićene masne kiseline od 11.54 do 28.84%. U prosjeku su liofilizirani uzorci imali slične vrijednosti najzastupljenijih masnih kiselina kao i smrznute dagnje; od zasićenih masnih kiselina najzastupljenije su bile palmitinska (39.77%) i miristinska (7.94%) kiselina, koju prati stearinska (7.86%), od mononezasićenih masnih kiselina palmitoleinska (Cis 9-heksadecenska) kiselina (7.93%) i cis-11-eikozenska kiselina (4.56%), a sličnu prosječnu vrijednost je imala i oleinska (Cis 9-oktadecenska) kiselina (4.392%), dok su od polinezasićenih masnih kiselina najviše prosječne vrijednosti imale iz serije n-3, eikozapentaenoična (EPA: 6.41%) i dokozaheksaenoična (DHA: 8.66%) kiselina. Prosječne vrijednosti nezasićenih i zasićenih, te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina u oba uzorka (smrznuti i liofilizirani) dagnji su prikazani na slici 7.

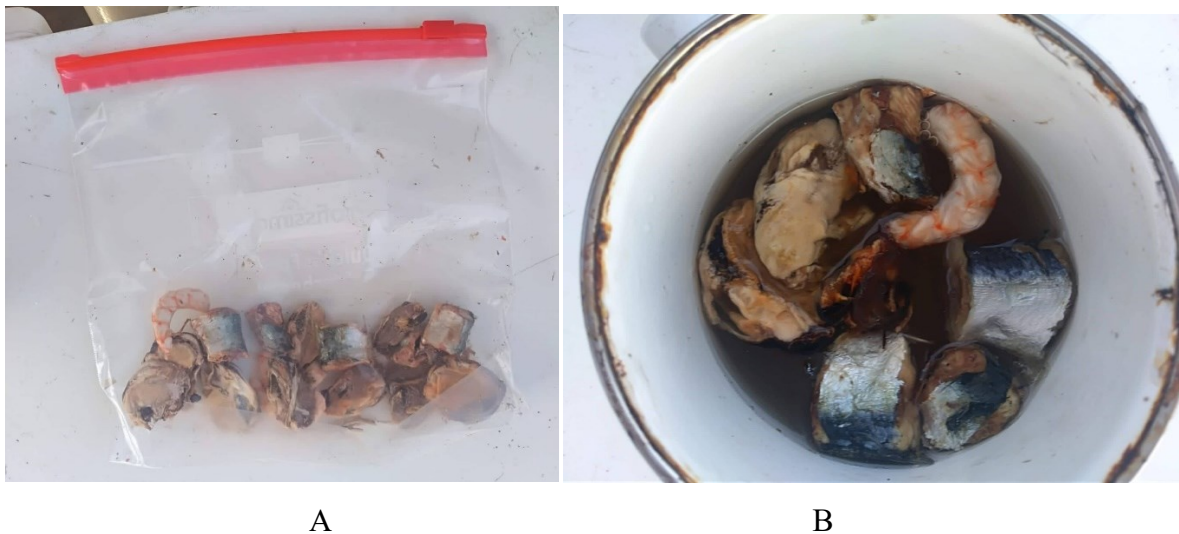


Slika 7. Prosječne vrijednosti (%) nezasićenih i zasićenih (A), te mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina (B) u smrznutim i liofiliziranim uzorcima dagnji.

Matačić (2020) je na svježim uzorcima dagnji iz Novigradskog mora utvrdila značajne količine omega-3 masnih kiselina; DHA s masenim udjelom od 24,55% je bila najzastupljenija u sastavu masnih kiselina dagnji, a odmah iza nje s 14,7% EPA. Istraživanja masnokiselinskog sastava i kod drugih školjkaša također su pokazala visok udio polinezasićenih masnih kiselina u njihovim tkivima. Dupčić Radić (2014.) je zabilježila da postotak polinezasićenih masnih kiselina u sastavu kunjke s područja južnog Jadrana čini većinu ukupnih masnih kiselina (40,3-59,9% ukupnih masnih kiselina).

3.3. Liofilizirani mamci u ribolovu

Kroz ovo istraživanje su nadalje testirani smrznuti i liofilizirani uzorci srdele, kozice i dagnje kao „probni mamci“ u rekreacijskom ribolovu koji se proveo na području između otoka Molata i Vira, na tkz. Planuri. Liofilizirani usitnjeni uzorci srdele, dagnje i kozice isprobani su u spomenutom rekreacijskom ribolovu u proljeće 2020. godine. U ribolovu su korišteni uz liofilizirane i smrznuti uzorci sve tri vrste mamaca. Liofilizirani mamci su se najprije rehidrirali u čaši s morskom vodom, oko 10-20 minuta te su kasnije korišteni usporedno sa odleđenim mamcima (Slika 8A i B).



Slika 8. Liofilizirani mamci srdele, kozice i dagnje (A) i rehidracija mamaca (B)

U ribolovu su korišteni ribarski štap te kančanica. Ribe, arbuni (najbrojniji), pauci, lužine, bugve, lokarde lovili su se podjednako na liofilizirane i odleđene mamce (Slika 9). Na kraju ribolovne aktivnosti, analizom ulovljenih vrsta nije uočena razlika u količini ili vrstama ulovljenim sa liofiliziranim ili odleđenim mamcima. Međutim, potrebno je iste mamce testirati na različitim ribolovnim područjima, u različitim godišnjim dobima, da bi se potvrdili rezultati

iz ovog ribolova ili da bi se utvrdilo koji parametri mogu utjecati na eventualno različite rezultate.



Slika 9. Ulov ribe

4. ZAKLJUČAK

Usporedbom smrznute i liofilizirane srdele, kozice i dagnje, pokazao se kod sve tri vrste u različitim godišnjim dobima očekivani porast koncentracije masti, pepela i posebice proteina kod liofiliziranih uzoraka u kojima je količina vode bila minimalna. Sastav masnih kiselina je pokazao da su najdominatnije zasićene masne kiseline kod sve tri ispitane vrste bile palmitinska, miristinska i stearinska kiselina i kod smrznutih i kod liofiliziranih uzoraka. Također, kod obje promatrane skupine (smrznute i liofilizirane) su od polinezasićenih, omega 3 masnih kiselina utvrđene visoke koncentracije eikozapentaenoinske (EPA) i dokozaheksaenoinske (DHA) kiseline. Nadalje, kod srdele i kozice je koncentracija spomenutih omega 3 masnih kiselina bila prosječno veća u liofiliziranim uzorcima u usporedbi sa smrznutima. U ribolovu se također pokazalo da je tekstura i konzistencija liofiliziranih mamaca sve tri spomenute vrste bila očuvana što su važna svojstva za mamce u sportskom ribolovu. S obzirom na dobivene rezultate ovog istraživanja, preporuča se testirati liofilizirane mamce sve tri vrste morskih organizama na sportkim natjecanjima u ribolovu.

5. LITERATURA

- Alebić J. I. (2008) Prehrambene smjernice i osobitosti osnovnih skupina namirnica. *Medicus*, 17: 37-46
- Beal, R. E.; Desfosse, J. C.; Field, J. D.; Schick, A. M. (1998). Review of interstate fishery management plans. Atlantic States Marine Fisheries Council, Washington.
- Bogut I., Bogut S., Opačak A., Stević I. (1996) Nutritivna i protektivna vrijednost riba s osvrtnom na omega-3 masne kiseline. *Ribarstvo*, 54: 21-37
- Bressan, M., Marin, M. G. (1985). Seasonal variations in biochemical composition and condition index of cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in the Lagoon of Venice (North Adriatic). *Aquaculture*, 48(1), 13–21.
- Cooke, S.J., 2002. Physiological diversity of centrarchid fishes. Ph.D. Dissertation. University of Illinois at Urbana-Champaign, IL.
- Cooke, S. J., Cowx, J. G. (2006) Contrasting recreational and commercial fishing: Searching for common issues to promote unified conservation of fisheries resources and aquatic environments. *Biological Conservation*, 128, 1, 93-108, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.09.019>.
- Državni zavod za statistiku (DZS)
- Dujmušić, A. 2000. Hrvatsko ribarstvo ispod površine. *Robus media 2000*. Zagreb. 215pp.
- Freon P, Gerlotto F, Soria M (1996) Diel variability of school structure with special reference to transition periods. *ICES. Mar. Sci.* 53 (2): 459-464
- Dupčić Radić, I. et al., (2014). Biochemical and fatty acid composition of *Arca noae* (Bivalvia: Arcidae) from the Mali Ston Bay, Adriatic Sea. *Mediterranean Marine Science*, 15(3), 520-531.
- Gamulin T, Karlovac J (1956) Etude intensive d` une aire de la ponte de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) en Adriatique moyenne en 1950-1951. *Acta Adriat.* 8 (3): 1-47
- Gosling, E. (1992). The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. *Developments in aquaculture and fisheries science*, Vol 25., Elsevier, Amsterdam, 589 pp.
- Grubišić F (1964) Lovišta srdele uz jugoslavensku obalu, njihov raspored i karakteristike. *Acta Adriat.* 13 (11): 103-110
- Herceg Romanić, S, Jovanović, G, Mustać, B, Stojanović-Đinović, J, Stojić, A, Čadež, T, Popović, A (2021) Fatty acids, persistent organic pollutants, and trace elements in small pelagic

fish from the eastern Mediterranean Sea // Marine Pollution Bulletin, 170 (2021), 112654, 8
doi:10.1016/j.marpolbul.2021.112654

Hure, M, Mustać, B (2020) Feeding ecology of *Sardina pilchardus* considering co-occurring small pelagic fish in the eastern Adriatic Sea // Marine Biodiversity, 50 (2020), 3;
<https://doi.org/10.1007/s12526-020-01067-7>

Jacks, G., Byström, M., Johansson, L. (2001). Lead emissions from lost fishing sinkers. Boreal environment research, 6(3), 231-236.

Kaić, A (2020). <https://gospodarski.hr/rubrike/ostalo/liofilizacija-tehnologija-koja-otvara-nove-mogucnosti-u-poljoprivredi/>

Kirinčić M, Štević Z (2008) Fauna of the Adriatic decapod Crustaceans (crustacea: decapoda) – status and outlook. Natura Croatica 17(2): 131-139

Lundebye, A.K., Lock, E.J., Rasinger, J.D., Nøstbakken, O.J., Hannisdal, R., Karlsbakk, E., Wennevik, V., Madhun, A.S., Madsen, L., Graff, I.E., Ørnstrud, R. (2017). Lower levels of persistent organic pollutants, metals and the marine omega 3-fatty acid DHA in farmed compared to wild Atlantic salmon (*Salmo salar*). Environ. Res. 155, 49–59.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.01.026>.

Matačić, S (2020). Kemijski sastav kamenice *Ostrea edulis* i dagnje *Mytilus galloprovincialis* uzgojenih u Novigradskom moru. Diplomski rad, Sveučilište u Zadru.

Miličević, T, Herceg Romanić, S, Popović, A, Mustać, B, Đinović- Stojanović, J, Jovanović, Relić, D (2022) Human health risks and benefits assessment based on OCPs, PCBs, toxic elements and fatty acids in the pelagic fish species from the Adriatic Sea // Chemosphere, 287 1; 132068, 10 doi:10.1016/j.chemosphere.2021.

Milišić, N. (2008) Jadranski rakovi desetonožci. Split, Marjan tisak, 2008. 189 str.

Mike, A., Cowx, I.G. (1996) The contribution of recreational fishing to the fisheries sector in north west Trinidad. Fisheries Management and Ecology 3, 219–228.

Morales-Nin, B. et al. (2005) The recreational fishery off Majorca Island (western Mediterranean): some implications for coastal resource management, ICES Journal of Marine Science, Volume 62, Issue 4, 2005, Pages 727–739,
<https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.01.022>

Mustać, B, Sinovčić, G (2009) Comparison of mesenteric and tissue fat content in relation to sexual cycle of the sardine, *Sardina pilchardus* (Walb., 1792), in the eastern Middle Adriatic fishery grounds (Croatia) // Journal of Applied Ichthyology, 25 (2009), 5; 595-599
doi:10.1111/j.1439-0426.2009.01285.x

Mužinić R (1954) Contribution à l'étude de l'écologie de la sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) dans l'Adriatique orientale. Acta Adriat. 5 (10): 1-219

Mužinić R (1956) Some observations on the habits of the sardine. Papers Internat. techn. conference conservation of the living resources of the sea, Rome, 1955; 95-97

Nemoz, M., Cadi, A., Thienpont, S. (2004) Effects of recreational fishing on survival in an *Emys orbicularis* population. Biologia, 59, 185–189.

Oksuz, A., Ozyilmaz, A., Aktas, M., Gercek, G., & Motte, J. (2009). A comparative study on proximate, mineral and fatty acid compositions of deep seawater rose shrimp (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846) and red shrimp (*Plesionika martia*, A. Milne-Edwards, 1883). Journal of Animal and Veterinary Advances, 8(1), 183-189.

Pravilnik o načelima i osnovnim elementima sustava sportskih natjecanja u sportskom ribolovu na moru te uvjetima sudjelovanja sportskih ribolovaca na međunarodnim natjecanjima u sportskom ribolovu na moru (2021).

Pravilnik o provedbi natjecanja u udičarenju (2022).

Sprague, M., Dick, J.R., Medina, A., Tocher, D.R., Bell, J.G., Mourente, G. (2012). Lipid and fatty acid composition, and persistent organic pollutant levels in tissues of migrating Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*, L.) broodstock. Environ. Pollut. 171, 61–71. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2012.07.021>.

Scurria et al. (2020). High Yields of Shrimp Oil Rich in Omega-3 and Carotenoids: Extending to Shrimp Waste the Circular Economy Approach to Fish Oil Extraction. Preprint.DOI: 10.20944/preprints202003.0143.v1

Rosa, R., & Nunes, M. L. (2004). Nutritional quality of red shrimp, *Aristeus antennatus* (Risso), pink shrimp, *Parapenaeus longirostris* (Lucas), and Norway lobster, *Nephrops norvegicus* (Linnaeus). Journal of the Science of Food and Agriculture, 84(1), 89-94.

Šoša B (1989) Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga Zagreb, 183

Vranešić Bender D., Krstev S. (2008) Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka. Medicus. 17: 19-25.

Vučetić T (1963) Ishrana odrasle srdele, (*Sardina pilchardus* Walb.) u srednjem Jadranu. Acta Adriat. 10 (2): 1-47

Zakon o morskom ribarstvu (NN30/23)