

Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj učestalosti hranidbe

Sokolić, Marko

Master's thesis / Diplomski rad

2023

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:992825>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva
šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj
učestalosti hranidbe**

DIPLOMSKI RAD

Marko Sokolić

Zagreb, rujan, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij:

Ribarstvo i lovstvo

**Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva
šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj
učestalosti hranidbe**

DIPLOMSKI RAD

Marko Sokolić

Mentor:

Izv.prof.dr.sc. Daniel Matulić

Zagreb, rujan, 2023.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

**IZJAVA STUDENTA
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, Marko Sokolić, JMBAG 0296014476, rođen 25.06. 1995. u Gospiću, izjavljujem da sam samostalno izradila/izradio diplomski rad pod naslovom:

Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj učestalosti hranidbe

Svojim potpisom jamčim:

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

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
AGRONOMSKI FAKULTET

IZVJEŠĆE

O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studenta Marka Sokolića, JMBAG 0296014476, naslova

Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj učestalosti hranidbe

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|-----------------------------------|--------|-------|
| 1. | izv. prof. dr. sc. Daniel Matulić | mentor | _____ |
| 2. | prof. dr. sc. Tea Tomljanović | član | _____ |
| 3. | izv. prof. dr. sc. Kristina Kljak | član | _____ |

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Cilj rada	4
2. Pregled literature	5
2.1. Biologija i ekologija šarana	6
2.1.1. Biološke značajke šarana	6
2.1.2. Rasprostranjenost šarana	7
2.1.3. Uzgoj i reprodukcija šarana	7
2.1.4. Učinci šarana na vodeni okoliš	9
2.1.5. Utjecaj učestalosti hranidbe na rast riba	9
2.1.6. Utjecaj hrane na kemijski sastav mesa šarana	10
3. Materijali i metode	12
3.1. Područje istraživanja	12
3.2. Hrana i hranidba riba	13
3.3. Uzorkovanje i analiza mišićnog tkiva	16
3.4. Statistička obrada podataka	17
4. Rezultati	18
4.1. Kemijski sastav i masnokiselinski profil mišićnog tkiva u ribnjaku Grudnjak	18
4.2. Kemijski sastav i masnokiselinski profil mišićnog tkiva u ribnjaku Jasinje	22
5. Rasprava	28
6. Zaključci	30
Popis literature	31
Popis slika	37
Popis tablica	37

Sažetak

Diplomskog rada studenta **Marko Sokolić**, naslova

Kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva šarana (*Cyprinus carpio*) pri različitoj učestalosti hranidbe

Provedeno je istraživanje utjecaja učestalosti hranidbe mlađi šarana (*Cyprinus carpio* L.) na kemijski i masnokiselinski sastav tkiva. Ribe su hranjene na ribnjacima Grudnjak i Jasinje 2, 3 i 4 puta dnevno (2x, 3x, 4x) potpunom krmnom smjesom za slatkovodnu ribu (35% SP i 9% SM) jednakom količinom hrane (2% ukupne mase ribe) u trajanju od 90 dana. Rezultati su ukazali na značajnije nakupljanje masti u mišićnom tkivu kod riba s nižom učestalosti hranidbe. Kod riba hranjenih višom učestalosti hranidbe, omjer n-3/n-6 masnih kiselina tijekom istraživanja bio je viših vrijednosti.

Ključne riječi: *Cyprinus carpio*, učestalost hranidbe, masti, proteini, Grudnjak

Summary

Of the master's thesis - student **Marko Sokolić**, entitled

Chemical and fatty acid composition of muscle tissue of carp (*Cyprinus carpio*) at different frequency of feeding

A study was conducted on the effect of feeding frequency of common carp juveniles (*Cyprinus carpio* L.) on the chemical and fatty acid composition of muscle tissue. Fish were fed a complete feed mixture for freshwater fish (35% SP and 9% SM) with an equal amount of feed (2% of the total weight of the fish) in Grudnjak and Jasinje ponds 2, 3 and 4 times a day for 90 days. The results indicate that more fat accumulates in muscle tissue in fish fed at a lower feeding frequency. Fish fed at a higher feeding frequency had a higher ratio of n-3/n-6 fatty acids during the study.

1. Uvod

Obični šaran, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758), pripada redu Cypriniformes i porodici Cyprinidae koja se smatra najvećom porodicom slatkovodnih riba (Howes, 1991). Nastanjuje slatkovodne okoliše, osobito ribnjake, jezera i rijeke, a nerijetko se može pronaći i u boćatoj vodi (Barus i sur., 2001) (Slika 1.1).



Slika 1.1. Obični šaran ili šaran golać, ulovljen u rijeci Lici

Šaran je treća najrasprostranjenija i ekonomski značajna vrsta slatkovodne ribe u svijetu (FAO, 2013). Prva dva mjesta svjetske slatkovodne akvakulture zauzimaju amur (*Ctenopharyngodon idella*) i tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*) (FAO, 2012). Pretpostavlja se kako prirodno stanište šarana obuhvaćaju rijeke i slivove koji se ulijevaju u Crno, Kaspijsko i Aralsko more, te također vodeni tokovi koji se protežu od Burme do Japana, a koje su dio sliva Tihog oceana (Bogut i sur., 2006). Počeci konvencionalnog uzgoja riba na području Republike Hrvatske javlja se na prijelazu iz 19.st. u 20.st. (Kalembert, 2011). Tradicija uzgoja ribe stara je dakle više od 110 godina i započela je baš uzgojem šarana (*Cyprinus carpio*) (Treer i sur. 1995). U Hrvatskoj se ciprinidi tradicionalno uzgajaju u šaranskim ribnjacima, koji se obično prostiru na nekoliko stotina hektara, pri čemu pet šaranskih ribnjaka ima površinu veću od 1.000 ha. Ukupna površina šaranskih ribnjaka u Hrvatskoj trenutačno iznosi 14.081,49 ha, dok je proizvodna površina u 2021. godini iznosila 12.539 ha (Ministarstvo poljoprivrede – NADP, 2022., preliminarni podaci). Većina šaranskih ribnjaka nalazi se uz veće riječne slivove u nizinskom i kontinentalnom području Republike Hrvatske. Uzgoj ciprinida uglavnom uključuje kontroliran uzgoj šarana (*Cyprinus carpio*) u monokulturi ili polikulturi s drugim vrstama, od kojih su najzastupljeniji amur (*Ctenopharyngodon idella*), sivi glavaš (*Hypophthalmichthys nobilis*), bijeli glavaš (*Hypophthalmichthys molitrix*), som (*Silurus glanis*), smuđ (*Sander lucioperca*),

štuka (*Esox lucius*) i linjak (*Tinca tinca*). Proizvodnja je u naravi većinom poluintenzivna, što znači da se uz prirodnu hranu koja se u ribnjaku proizvodi putem bioloških procesa, a čija se proizvodnja stimulira agrotehničkim mjerama (gnojidba i sl.), ribu hrani i dodatnom hranom, najčešće žitaricama (kukuruz, pšenica, raž, ječam). Proizvodni ciklus uzgoja šarana obično traje tri godine (Szucs i sur., 2007). Uzgoj šarana uglavnom počinje s pripremom ribnjaka. Ribnjaci se održavaju suhim kada nisu u sezoni korištenja, s uređenim travnatim pokrivačem na dnu tijekom godine, a neposredno prije upuštanja vode moraju se pokositi. Kada temperatura vode dosegne postojanih 18 - 20 °C, mogu se ispuniti vodom. Ribnjak bi trebao biti čist od štetnog nadvodnog bilja i tzv. divlje ribe, bezvrijedne male ribe koje troše prirodnu hranu kojom će se šaran hraniti, dobro prozračen, s dovoljno svjetla i prostora za rast ribe. Prije nego što se ribe unesu u ribnjak, potrebno je provjeriti kvalitetu vode kako bi se osigurali odgovarajući uvjeti za rast i razvoj šarana. Nakon što se ribe unesu u ribnjak, važno je pratiti njihov rast i pravilno ih hraniti. Za šarana su pogodni razni tipovi hrane, uključujući komercijalnu hranu za ribe te žitarice i povrće. Važno je osigurati dovoljno hrane za tov ribe, ali ne i prehraniti ih jer to može dovesti do prekomjernog rasta, zdravstvenih problema i financijskih gubitaka. Tijekom uzgoja važno je pratiti kvalitetu vode. Voda bi trebala biti dobro prozračena i čista, a temperatura bi trebala biti optimalna za rast i razvoj šarana. Ukratko, uzgoj šarana može biti profitabilan posao ako se pravilno upravlja ribnjakom i prate odgovarajući postupci njege i hranidbe (Horvath i sur., 2002). Trošak hrane za ribe smatra se najvećim udjelom u ukupnim troškovima bilo koje intenzivne operacije akvakulture. Stoga su kvaliteta hrane i strategije hranjenja od velike važnosti u znanosti o hranidbi riba. Strategije optimalnog hranjenja poboljšavaju rast, preživljavanje i omjer pretvorbe hrane te pomažu u upravljanju bacanjem hrane, smanjuju varijacije veličine i u konačnici povećavaju učinkovitost proizvodnje. Optimalna učestalost hranjenja za maksimalni rast ribe varira ovisno o vrsti ribe, veličini ribe, uvjetima uzgoja, čimbenicima okoliša, prehranbenim nutrijentima (proteinima i energetske razini) (Kiaalvandi i sur., 2011).

Proteini se sastoje od 20 α -aminokiselina povezanih u lance peptidnim vezama. Sadržaj aminokiselina u bjelančevinama, posebice u bjelančevinama stočne hrane, može se značajno razlikovati. Neki, kao što je želatina (mješavina proteina dobivenih od kolagena) ili zein (skladišni protein iz zrna kukuruznog), imaju veliki ili čak potpuni nedostatak jedne ili više aminokiselina. Drugi, poput ribljeg brašna, imaju ravnotežu aminokiselina koja više odgovara

potrebama ribe. Posljedično tome, kapacitet različitih proteina hrane da zadovolje potrebe riba za aminokiselinama značajno će se razlikovati. Potrebe za proteinima, što znači minimalnu količinu potrebnu za zadovoljenje zahtjeva za aminokiselinama i za postizanje maksimalnog rasta, su izmjerene kod riblje mlađi mnogih vrsta. Optimalni sadržaj proteina u hrani za mlađ šarana kreće se od 31 do 38% ovisno o kategoriji ribe (NRC, 1993).

Lipidi su važne energetske rezerve organizama koji žive u vodi (Arts i sur., 2009). Masne kiseline čine strukturalne dijelove raznih tipova lipida. Djeluju kao prekursori bioaktivnih molekula, imaju strukturalne i funkcionalne uloge u organizmu te utječu na procese kao što su reprodukcija, osmoregulacija i odgovor na stres. Masne kiseline s jednom dvostrukom vezom označavaju se kao jednostruko nezasićene masne kiseline (engl. *monounsaturated fatty acids*; MUFA), s dvije ili više dvostrukih veza su višestruko nezasićene masne kiseline (engl. *Polyunsaturated fatty acids*; PUFA), a masne kiseline bez dvostrukih veza su zasićene masne kiseline (engl. *saturated fatty acids*; SFA). Važan je omjer višestruko nezasićenih masnih kiselina u smislu prevelikog unosa PUFA iz skupine n-6 u odnosu na PUFA iz skupine n-3. Istraživanja pokazuju da na udio masti i profil masnih kiselina utječu brojni faktori od vrste i hranidbe do tehnoloških procesa i parametara tijekom proizvodnje (Topić Popović i sur., 2012).

Lipidna peroksidacija jedan je od najvažnijih fenomena staničnih oštećenja uzrokovanih slobodnim radikalima, a kako bi organizam to spriječio ima antioksidacijski obrambeni sustav koji štiti funkcionalnost i strukturu stanica od mogućih oštećenja (Štefan i sur., 2007). Prekomjerna produkcija reaktivnih vrsta kisika (engl. *reactive oxygen species*; ROS) u odgovoru na okolišne stresore može dovesti do povećane lipidne peroksidacije u membrani stanica, te posljedično do oštećenja membrane stanica i proizvodnje lipidnih peroksida koji se pojavljuju kao najraniji produkti oksidacijskih oštećenja i malondialdehida (završni produkt lipidne peroksidacije) (Viarengo i sur., 1991; Domijan i sur., 2015).

1.1. Cilj rada

Cilj rada je utvrditi utjecaj učestalosti hranidbe na kemijski i masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mladi šarana.

2. Pregled literature

Šaran nastanjuje slatkovodna područja; jezera i rijeke, a rijetko i bočate vode (Barus i sur., 2001). Rasprostranjen je u gotovo svim zemljama svijeta (Weber i Brown, 2011) osim Antarktika (Panek, 1987). Veliku važnost u hranidbi i rastu šarana ima prirodna hrana, zbog povoljnog aminokiselinskog sastava, bogatog sadržaja proteina, vitamina, minerala i nezasićenih masnih kiselina, posebno n-3 polinezasićenih masnih kiselina (Domaizon i sur., 2000; Bogut i sur., 2007; Bogut i sur., 2010). Vrsta je omnivora (Domaizon i sur., 2000); jede gotovo 80-85% biljne hrane koju čine planktonski organizmi, mikro- i makrofiti (Subla, 1967); a 15-20% životinjske hrane koju čine rotiferi, ličinke insekata, anelidi i rakovi (Das i Subla, 1970). Šaran je izdržljiva vrsta, tolerantna na velike fluktuacije okolišnih uvjeta i mnogi ga uzgajivači preferiraju za uzgoj (Chakrabarthy i sur., 1973).

U Sjevernoj Americi (Weber i Brown, 2009) i Australiji (Koehn, 2004.) se obični šaran smatra prijatnom ekosustavima, bioraznolikosti močvarnih i plitkih jezerskih područja (Baldry 2000; Weber & Brown 2009, 2011). Prekomjerna gustoća šarana ima negativnih učinaka na vodene ekosustave (Rahman i sur., 2006; Kloskowski, 2011a; Rahman, 2015); utječe na fizičke čimbenike vodenog sustava, zamućivanjem vode, uslijed čega dolazi do gubitka makrofita (Rahman i sur., 2008a). Šaran se naziva 'ekološki inženjer' jer može modificirati ekološka svojstva vodenih sustava (Matsuzaki i sur., 2009; Bajer i Sorensen, 2015; Rahman, 2015). Međutim u polikulturi, u ribnjacima s optimalnom gustoćom običnog šarana, može poboljšati sinergiju s drugim ribama, što potencijalno povećava hranjivost, učinkovitost hranjenja riba i smanjenje gubitka hranjivih tvari u sediment (Rahman i sur., 2008a).

Ciprinidi se smatraju jedni od najvažnijih proizvoda ribe, najčešće uzgajanih akvarijskih riba i jedni od najzabrinjavajućih invazivnih vrsta (Eschmeyer i Fong, 2015). Šaran je važna riba u prehrani ljudi u većem dijelu svijeta osim u Australiji i Sjevernoj Americi gdje se smatra neukusnom kao namjernica (McCrimmon 1968; Banarescu i Coad 1991). Proizvodnja u Europi je bila najveća 1990. godine, kada je proizvedeno preko 402 000 tona ribe šarana, a već 1997. godine dolazi do znatnog pada u proizvodnji šarana sa 125 274 tona godišnje. Nakon toga, uzgoj šarana ponovno raste, tako da je u 2002. godini proizvodnja iznosila 144 602 tone (Marković, 2010).

2.1. Biologija i ekologija šarana

2.1.1. Biološke značajke šarana

Šarani su primarno bentički svejedi kojima je plijen uglavnom beskralježnjaci koji žive u sedimentu (Lammens i Hoogenboezem, 1991). Mlađ šarana hrani se raznim makrobekralježnjacima kao što su trzalci, tulaši, mekušci, ljuskari i rakovi (McCrimmon, 1968). Odrasli šarani imaju široki izbor plijena: kukci, rakovi, prstenjaci, mekušci, ikra, riblji ostaci te biljni materijal (McCrimmon, 1968; Lammens i Hoogenboezem, 1991). Šaran se hrani usisavanjem mulja s dna, pri čemu selektira i izbacuje nepoželjne predmete (McCrimmon, 1968). Mjesta na kojima se šaran hrani lako se prepoznaju u plitkim vodama kao udubljenja u sedimentu (Cahn, 1929; Lammens i Hoogenboezem, 1991; McCrimmon, 1968).

Usta su terminalna kod odraslih jedinki, a subterminalna kod mladih (Page i Burr, 1991). Odrasle jedinke šarana imaju zadebljane usne, na kutovima usana imaju dva para brkova, a na gornjoj usni su brkovi znatno kraći (FAO, 2009). U usnoj šuplji šaran nema zube, u ždrijelu ima ždrijelne zube koji mu služe za usitnjavanje zrnate hrane. Tijelo šarana je izduženo, bočno spljošteno, snažno i zbijeno. Boja lateralnog i dorsalnog dijela tijela ovisi od vodene sredine koju nastanjuje. Može biti zlatnožuta, maslinasto-smeđa ili čak crna. Ventralni dio je bjelkast ili svjetlozlatni. Raste do dužine > 1 m i težine > 30 kg (Marković, 2010). Šarane karakterizira njihovo mišićavo tijelo i nazubljena leđna kralježnica (Nelson, 1984). Leđna peraja je duga i ima 17 – 22 žbice. Prva žbica je tvrda i nazubljena. Analna peraja sadrži 6 ili 7 mekih žbica. U bočnoj prugi ima 32 – 38 cikloidnih ljusaka (FAO, 2009). Divlji šaran općenito se razlikuje po svojoj manje zdepastoj građi. Repna peraja ima 3 bodlje i 17 – 19 žbica (Spillman, 1961). Maksimalna objavljena težina je 40.1 kg (Machacek, 2007), a maksimalna prijavljena dob je 38 godina (Hinton, 1962). Mužjaci se od ženki uglavnom razlikuju po većoj trbušnoj peraji. Boja i proporcije su vrlo varijabilne, ali ljuske su uvijek velike i debele.

2.1.2. Rasprostranjenost šarana

Šaran je podrijetlom iz Europe i Azije, raširen je u većini zemalja i može se naći diljem svijeta, osim na polovima (Froese i Pauly, 2002; Nelson, 1984.), ali je posebno popularan u zemljama Azije i nekih dijelova Europe (Slika 2.1.) (Weber i Brown 2011; Kloskowski, 2011; Parkos i Wahl, 2014).



Slika 2.1.2.1. Države u kojima se uzgaja šaran (Izvor: FAO, 2006)

2.1.3. Uzgoj i reprodukcija šarana

Šaran se uzgaja u monokulturi ili polikulturi, a s njim se zajedno uzgajaju vrste kao što su bijeli tolstolobik (*Hypophthalmichthys molitrix*), sivi tolstolobik (*Arystichthys nobilis*) i bijeli amur (*Ctenopharyngodon idella*) (Horváth i sur., 1984; Marković, 2010). Uzgoj šarana može biti ekstenzivan, poluintenzivan (poluekstenzivan) i intenzivan. Uzgoj šarana u ekstenzivnom sustavu se bazira isključivo na prirodnoj hrani iz ribnjaka, zbog čega ima bolju kvalitetu mesa. S ekonomskog gledišta, isplativost ekstenzivne proizvodnje šarana nije opravdana i moraju se pronaći nova rješenja da bi se povećala njegova proizvodna vrijednost (Marković i Poleksić, 2011; Ćirković i sur., 2010; Váradi i sur., 2011). Poluintenzivni uzgoj šarana je dominantni tip proizvodnje šarana u svijetu (97 – 98%) i temelji se na kombinaciji prirodne i umjetne hrane. Šaran svoje potrebe za proteinima pronalazi i zadovoljava iz prirodne hrane u ribnjaku, dok za većim energetske potrebama konzumira hranu koja je se unosi u ribnjak. Za dodatnu hranu se koriste uglavnom proizvodi od žitarica kao što su mekinje pšenice i riže te različite smjese s

pogačama od uljarica (repice, soje) (Takeuchi i sur., 2002; De Silva, 2012). Međutim, sve je veća upotreba koncentriranih mješavina, odnosno ekstrudirane hrane (Marković, 2010).

Intenzivna proizvodnja šarana u svijetu je manje zastupljena, čini svega 2 – 3% ukupne proizvodnje. Rijetko je u klasičnim zemljanim ribnjacima, uz osiguranje protoka vode ili aeracije. Proizvodnja u zemljanim ribnjacima se kreće od nekoliko tona do > 10 tona (ovisno o kondiciji mlađi, tipu aeracije, kvaliteti hrane i vode). Hranidba se temelji na dobro izbalansiranoj hrani za šarana, s obzirom da se uslijed velike gustoće nasada šarana u ovakvoj proizvodnji gotovo i ne može računati na prirodnu hranu. Intenzivan uzgoj šarana najčešće je u betonskim bazenima i tankovima od raznih materijala. Od navedenih mogućnosti intenzivnog uzgoja ribe, na području Balkana, šaran se drži i u kaveznim sustavima, s gustoćom od 10 do > 50 kg/m³ vode (Marković, 2010). Šaran se u nekim državama uzgaja uz stočarstvo i biljnu proizvodnju. Organski uzgoj prate gubici u prinosu, nedostatak kontrole, zakonodavstva i ekonomska neisplativost. U organskoj proizvodnji šarana, hrana za ribe je samo ona organskog porijekla. Zbog znatno skuplje cijene organskih žitarica (2–3 puta) u odnosu na industrijski proizvedene, organska proizvodnja šarana teško može uspjeti u odnosu na industrijski uzgojene šarane (Trbović, 2014).

Mrijest šarana se odvija pri temperaturi vode od 17 – 18 °C (FAO, 2009). Temperatura određuje rast i reproduktivnu aktivnost svih vodnih organizama. Šarani su poikilotermni, pa njihov metabolizam ovisi o temperaturi (Woynarovich i sur., 2010). Mrijest šarana je uglavnom u proljeće i rano ljeto, ovisno o klimi (McCrimmon, 1968; Froese i Pauly, 2002). Šaran se može mrijestiti tijekom cijele godine u tropskim područjima, s vrhuncem u siječnju-ožujku i srpnju-kolovozu. (FAO, 2009). Optimalna temperatura vode za rast šarana je 23 – 30 °C. U prirodnom okruženju dolaze u skupinama na područja za mrijest. Šaran preferira plitke vode s gustim makrofitnim pokrovom. Prosječna ženka (oko 45 cm) može proizvesti oko tristo tisuća jajašaca, a prema nekim procjenama i više od milijun u sezoni razmnožavanja. Temperatura, gustoća nasada i dostupnost hrane utječe na individualni rast. (McCrimmon, 1968; Froese i Pauly, 2002). Embrionalni razvoj šarana traje oko tri dana pri temperaturi od 20 – 23 °C. Otprilike tri dana nakon valjenja razvija se stražnji dio plivaćeg mjehura, ličinke plivaju vodoravno, počinju hvatati i konzumirati plijen maksimalne veličine 150–180 µm, uglavnom kolnjake (FAO, 2009). Mužjaci obično postaju spolno zreli s 3 – 5 godina, a ženke s 4 – 5 godina (McCrimmon, 1968; Froese i Pauly, 2002). Tolerancija na salinitet do oko 5‰. Optimalni pH je 6.5 – 9.0. Može

preživjeti hladna zimska razdoblja i nisku koncentraciju kisika (0.3 – 0.5 mg/l) kao i prezasićenost (FAO, 2006).

2.1.4. Učinci šarana na vodeni okoliš

Obični šaran ima snažne učinke na vodeni okoliš zahvaljujući svojoj aktivnosti pretraživanja bentosa u sedimentu (Rahman i sur., 2008). Jedinstvena metoda hranjenja ima važne ekološke implikacije. Dokazano je da hranjenje šarana desetkuje makrofite i smanjuje ukupnu kvalitetu vode (Drenner i sur., 1997).

Šaran povećava zamućenost izravno resuspendiranjem sedimenata i neizravno povećanjem hranjivih tvari i time povećanjem fitoplanktona u vodenom stupcu (Lamarra, 1975; Brabrand i sur., 1990). Šaran djeluje kao "pumpa za hranjive tvari" kada pretražuje bentos, bogat hranjivim tvarima, a zatim izlučuje te hranjive tvari natrag u vodeni stupac u obliku koji je dostupan drugim organizmima (Drenner i sur., 1996). Zbog tendencije da uzrokuje opće pogoršanje kvalitete vode i zbog visoke plodnosti šarana općenito ga se smatra štetnim (McCrimmon, 1968; Page i sur., 1991).

2.1.5. Utjecaj učestalosti hranidbe na rast riba

Širenje akvakulturne prakse ciljnih vrsta uvelike ovisi o tehnologiji hranidbe, a trošak hrane je jedan od najvećih operativnih troškova u akvakulturi (De Silva i Davy 1992). Hrana koja se daje ciljnoj vrsti treba biti nutritivno uravnotežena, lako iskoristiva i također probavljiva za održivost akvakulture (Chakraborty i sur., 2001). Općenito, režim hranjenja i rast riba vrlo su povezani. Iz ranijih studija vidljivo je da brzina hranjenja mijenja unos hranjivih tvari i probavljivost, budući da prekomjerno hranjenje može dovesti do ispiranja hranjivih tvari, a ograničeno hranjenje može potisnuti rast zbog gladovanja (Chakraborty i sur., 2001)

Učestalost hranjenja može osigurati maksimalnu iskoristivost hranidbe osiguravanjem najbolje konverzije hrane (omjer unosa hrane i povećanja mase) uzgajanih vrsta riba. Stoga je važan korak u strategiji hranjenja odrediti optimalnu učestalost hranjenja za ciljane vrste u akvakulturi kako bi se postigao željeni rast riba. (Chakraborty i sur., 2001). Broj hranjenja po danu i vrijeme hranjenja variraju ovisno o vrsti, veličini ribe i okolišnim uvjetima. Na njega

također utječu vrijeme prolaza kroz crijeva, vrijeme evakuacije želuca, izloženost hrane želučanim sokovima, vrijeme zadržavanja, kvaliteta hrane, veličina obroka i duljina crijeva. (Chakraborty i sur., 2001).

Hrana i rad dva su najveća varijabilna troška u uzgoju ribe. I jedno i drugo se može smanjiti upravljanjem hranidbom. Tradicionalna strategija upravljanja za maksimiziranje rasta je maksimiziranje hranjenja. Međutim, izgubljena hrana može činiti 5 – 30% ponuđene hrane za životinje i do 50% ukupnog proizvedenog krutog otpada (Cho i sur., 1991). Rezultat je smanjena učinkovitost, pogoršana kvaliteta vode i povećani operativni troškovi. Dobro upravljanje hranidom, uključujući odgovarajuću učestalost, može smanjiti prekomjerno hranjenje i maksimizirati učinkovitost. (Garling i sur., 2004). Određivanje optimalnog rasporeda hranjenja riba je potrebno za njihovu učinkovitu proizvodnju, jer su njihove potrebe za hranjivim tvarima uvelike pod utjecajem količine hrane (Lee i sur., 1996). Kada se ribe nedovoljno ili pretjerano hrane, njihov rast ili iskoristivost hrane mogu se smanjiti, što rezultira povećanjem troškova proizvodnje ribe i pogoršanjem kvalitete vode, osobito kada se riba prekomjerno hrani. Podaci o brzini pražnjenja želuca riba korisni su za procjenu povratka apetita i omogućuju procjenu pravilne učestalosti hranjenja. Na želučani sadržaj ribe utječu svojstva hranidbe kao što je sastav sastojaka ili sadržaj vlage (Munsiri i Lovell, 1993).

2.1.6. Utjecaj hrane na kemijski sastav mesa šarana

Hrana koju šaran konzumira može značajno utjecati na kemijski sastav njegovog mesa. Hrana bogata masnim kiselinama može dovesti do povećanja udjela omega-3 masnih kiselina u mesu šarana (Kamalam i sur., 2013). Kemijski sastav, vrsta i količina masnih kiselina u mesu riba varira značajno u zavisnosti od načina hranidbe (Ćirković i sur., 2011; Ljubojević i sur., 2013b). Također, hranidba koja se temelji na biljnoj hrani može dovesti do smanjenja udjela masnoće u mesu i povećanja udjela bjelančevina (Kumar i sur., 2011.). Među svim nutrijentima potrebnim ribama, protein je jedan od najvažnijih sastojaka, koji čini oko 65 – 70% mase ribljeg mišića u suhoj tvari (Wilson i Havler, 1986). Riba metaboliziraju proteine kako bi dobile aminokiseline koje su neophodne za formiranje mišića i enzimatsku funkciju te dijelom osiguravaju energiju za održavanje (Yang i sur., 2002). Nedovoljna količina proteina u hrani rezultira smanjenjem ili prestankom rasta i gubitkom mase zbog povlačenja proteina iz manje

vitalnih tkiva za održavanje funkcija vitalnijih tkiva. Uporaba hrane s prekomjernim sadržajem proteina obično dovodi do dodatnih troškova energije, povećanog izlučivanja dušika i povremeno usporavanja rasta riba (Abdel-Tawwab i sur., 2010; Monentcham i sur., 2009). Budući da su bjelančevine u uzgoju riba najskuplja pojedinačna stavka u umjetnim krmivima, logično je unijeti samo onoliko koliko je potrebno za normalno održavanje i rast. Svaki se višak smatra rasipnim, biološki i ekonomski, pa je važno smanjiti količinu proteina koja se koristi za energiju (NRC, 1993; De Silva i Anderson, 1995; Deng i sur., 2011). Stoga je optimalna razina proteina u hrani važna za rast riba i održavanje dobre kvalitete uzgojne sredine (Guo i sur., 2012). Nedostatak lizina očituje se usporenim rastom i pojavom bolesti (Degani i sur., 1997; Noble i sur., 1998; Yamamoto i sur., 1998) što se može spriječiti dodatkom sintetskog lizina (Bogut i sur., 2000.).

Kaiaalvandi i sur. (2011) su proveli istraživanje učinka četiriju učestalosti hranidbe na unos hrane i iskorištenje hranjivih tvari kod mlađi šarana (srednje mase $8,6 \pm 0,004$ g). Ribe su hranjene s masom hrane u iznosu od 5% njihove tjelesne mase dnevno na četiri različite učestalosti hranjenja (1, 2, 3 i 4 puta). Ukupni unos proteina (CPI) bio je najviša vrijednost u učestalosti hranjenja tri puta dnevno, a najmanji u učestalosti hranjenja jednom dnevno. Općenito, hranjive tvari su najbolje iskorištene pri hranidbi tri puta dnevno. Ovo istraživanje pokazalo je da se sve istraživane učestalosti hranjenja mogu koristiti za hranjenje šarana, međutim, učestalost hranjenja jednom ili dva puta dnevno može dovesti do rasipanja hrane. Uzorci ribe s učestalošću hranjenja 3 puta dnevno općenito su imali najbolje rezultate, a zatim ribe s učestalošću hranjenja 4 puta dnevno. Chakraborty i sur. (2001.) proveli su laboratorijsko ispitivanje hranjenja mlađi običnog šarana *Cyprinus carpio* L. u akvarijima zatvorenog sustava uzgoja ribe kroz 45 dana. Mlađ je hranjena peletiranom hranom koja je sadržavala 33% sirovih proteina s ribljim brašnom kao glavnim izvorom proteina. Riblja mlađ u pet tretmana (A, B, C, D i E) hranjena je dnevnom obrokom od 5 % njihove tjelesne mase podijeljenim na različite učestalosti hranjenja (2, 3, 4, 5 i 6 puta dnevno) kako bi se promatrao prirast. Značajno najveći i najniži prirast uočeni su kod riba hranjenih 4 i 2 puta dnevno. Povećanje učestalosti hranjenja nije uvijek rezultiralo povećanjem prirasta. Najniži prirast zabilježen je kod riba koje su hranjene dva puta dnevno.

3. Materijali i metode

3.1. Područje istraživanja

Istraživanje strategije hranidbe za optimizaciju kontrole kakvoće vode i performansa rasta mlađi šarana provedeno je na odabranim tablama (A1, A2, B5, B6, B8 i B10) ribnjaka Grudnjak (Slika 3.1.) i tablama (A1, A2, A3, A4 i A5) ribnjaka Jasinje (Slika 3.2.) pod upravom tvrtke P.P. Orahovica d.o.o. Istraživanje (s pripremnim radnjama) se provodilo od srpnja 2021. do veljače 2022.



Slika 3.1.1. Ribnjak Grudnjak



Slika 3.1.2. Ribnjak Jasinje

3.2. Hrana i hranidba riba

Za hranidbu su se koristile potpune krmne smjese Skretting Classic KL 1P i 2P (Skretting, Italija) za toplovodnu ribu osnovnog sastava (35% proteina i 9% masti) i veličine peleta 2.5 i 4 mm (Tablica 1). Proteinska komponenta u hrani je bazirana na oljuštenoj soji, sačmi uljane repice, pšeničnim mekinjama te proteinima životinjskog podrijetla dobivenih od peradi. Ovisno o ribnjaku i količini nasadene ribe u tablama, riba je hranjena jednakom količinom hrane (2% mase) različitom učestalosti – 2, 3 i 4 puta dnevno. Table B6, B8 i B10 ribnjaka Grudnjak kao i table A1 i A2 ribnjaka Jasinje bile su pokusni ribnjaci za učestalost hranidbe 2 puta dnevno. Table A1, A2 i B5 ribnjaka Grudnjak bile su pokusni ribnjaci za hranidbu 3 puta dnevno, a table A3, A4 i A5 s ribnjaka Jasinje bile su pokusne table za učestalost hranidbe 4 puta dnevno. Hranidba je trajala 90 dana. Kod riba iz ribnjaka Grudnjak prosječna početna totalna dužina iznosila je $16,16 \pm 0,72$ cm i masa $86,17 \pm 20,59$ g, a kod riba iz ribnjaka Jasinje prosječna početna totalna dužina iznosila je $16,28 \pm 0,99$ cm i masa $75,73 \pm 17,71$ g.

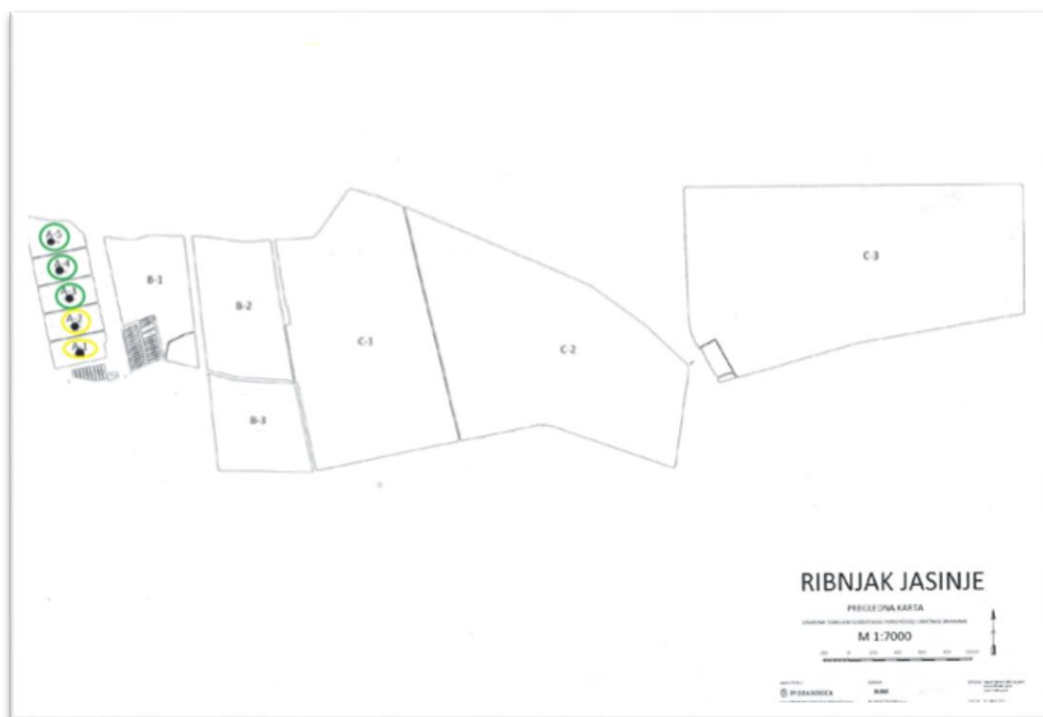
Tablica 3.2.1. Kemijski sastav potpune krmne smjese za šarana (Skretting Classic KL 1P i 2P)

(%)	Classic KL 1P	Classic KL 2P
SP	35	35
SM	9	9
SV	5	5
Pepeo	8,5	8,5
Na	0,2	0,2
Ca	1,8	1,8
P	1	1
Veličina pelete (mm)	2,5	4

SP – Sirovi proteini; SM – Sirove masti; SV – Sirova vlakna; Dodatci (po kg): Vitamin A 4000 UI, Vitamin D3 750 UI; Sastojci oligominerala: manganov sulfat monohidrat, Mn 15,0 mg; željezo sulfat monohidrat, Fe 40,0 mg; cink sulfat monohidrat, Zn 90,0 mg; bakar sulfat pentahidrat, Cu 5,0 mg; kalcij jodat 2 mg.



Slika 3.2.1. Pregledna karta ribnjaka Grudnjak (table A1, A2 i B5 zeleno zaokružene; table B6, B8 i B10 žuto zaokružene)



Slika 3.2.2. Pregledna karta ribnjaka Jasinje (table A3, A4 i A5 zeleno zaokružene; table A1, A2 žuto zaokružene)

3.3. Uzorkovanje i analiza mišićnog tkiva

Pri uzorkovanju, ribe su usmrćene udarcem u predjelu glave (EU Direktiva 2010/63/EU) s naknadnim presijecanjem leđne moždine te uskladištene cijele na $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Kemijski sastav mišićnog tkiva analiziran je u laboratoriju Zavoda za hranu i hranidbu životinja Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. S uzoraka su odvajani koža i kosti, zatim je usitnjavanjem u blenderu homogeniziran uzorak lateralnog mišića (*musculus lateralis*) uzet sa obje strane tijela svih jedinki iz pokusa. Kemijski sastav tkiva je određen standardnim metodama. Suha tvar je određena sušenjem na $103 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ do konstantne mase. Pepeo je određen paljenjem na $550 \pm 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ kroz 4 h. Sirovi protein (SP) je određen Kjeldahl metodom, pri čemu je uzorak razgrađen u bloku pri $420\text{ }^{\circ}\text{C}$ djelovanjem sulfatne kiseline i destilirana te je izračunat udio dušika i udio sirovog proteina. Metodom kisele hidrolize određen je udio masti (SM) u mišićnom tkivu (AOAC 948.15, 1995). U Soxhlet ekstraktoru je ekstrahirano 4 g uzorka za određivanje sirovih masti. Malondialdehid (MDA), kao marker lipidne ekstrakcije, određen je TBARS metodom kao reaktivan spoj koji reagira s tiobarbituratnom kiselinom (engl. *thiobarbituric acid reactive substances*; TBARS), prema postupku opisanom u radu Botsoglou i sur. (1994). MDA je

ekstrahiran 10% trikloroocetnom kiselinom nakon homogenizacije s heksanom i 10% trikloroocetnom kiselinom, poslije čega je detektiran spektrofotometrijski nakon reakcije alikvota ekstrakta 10% trikloroocetne i otopine tiobarbituratne kiseline. Uzorci za masnokiselinski sastav mišićnog tkiva analizirani su ekstrakcijom dietil eterom nakon hidrolize, a masne kiseline su određene prema metodi HRN ISO 15885:2003 plinskom kromatografijom.

3.4. Statistička obrada podataka

Podaci su obrađeni deskriptivnom statistikom, a razlike unutar i između pojedinih odabranih grupa podataka utvrđene su uz pomoć t-testa na razini značajnosti od 5% ($p < 0,05$). Podaci su obrađeni uz pomoć računalnih programa MS Excel i IBM SPSS ver. 19

4. Rezultati

U tablicama 2. i 3. prikazani su rezultati analiza kemijskog sastava mišićnog tkiva mlađi šarana na ribnjaku Grudnjak u srpnju 2021. g. i pri izlovu u veljači 2022. g.

4.1. Kemijski sastav i masnokiselinski profil mišićnog tkiva u ribnjaku Grudnjak

Tablica 4.1.1. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, srpanj 2021.

FH	tabla	ST		pepeo		SP		SM		MDA			
		g/kg										mg/kg	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
3	A1	187.33	2.52	11.33	0.58	166.17	1.54	10.33	0.58	0.25	0.06		
3	A2	193.33	4.04	11.33	0.58	165.83	2.22	21	6.08	0.66	0.06		
3	B5	199.33	15.31	11.00	0.00	176.13	6.07	20.33	13.65	0.37	0.25		
2	B6	189.00	4.36	11.67	0.58	165.50	2.21	13.67	3.51	0.59	0.13		
2	B8	188.00	1.00	12.00	1.00	169.13	8.89	10.00	2.65	0.32	0.15		
2	B10	184.67	4.04	11.33	0.58	173.00	6.66	9.67	0.58	0.24	0.11		

FH – frekvencija hranidbe; ST – suha tvar; SP – sirovi proteini; SM – sirove masti;

MDA – malondialdehid; \bar{X} – prosječna vrijednost; SD – standardna devijacija.

Tablica 4.1.2. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, veljača 2022.

FH	tabla	ST		pepeo		SP		SM		MDA			
		g/kg										mg/kg	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
3	A1	196.67	2.31	12.33	1.15	189.17	3.05	15.33	6.11	7.06	1.35		
3	A2	198.67	10.97	12.33	0.58	182.53	4.89	15.33	9.45	1.03	0.19		
3	B5	195.33	4.51	11.00	0.00	184.3	0.50	12.00	4.36	1.58	1.53		
2	B6	205.00	6.24	11.33	0.58	182.80	5.57	12.00	1.73	2.42	1.31		
2	B8	215.67	6.43	11.67	0.58	181.50	5.09	28.33	2.31	3.93	3.49		
2	B10	203.67	7.09	11.33	0.58	177.97	4.80	20.67	2.08	1.56	1.27		

Prosječna vrijednost udjela sirovog proteina riba na početku istraživanja u tablama ribnjaka Grudnjak pri učestalosti hranidbe 2 puta dnevno iznosila je 169.21 ± 5.92 g/kg dok za je 3 puta

iznosila 169.38 ± 3.28 g/kg. Na kraju istraživanja prosječna vrijednost udjela SP pri učestalosti hranidbe 2 puta dnevno iznosila je 180.76 ± 5.15 g/kg i za učestalost hranidbe 3 puta dnevno 185.33 ± 2.81 g/kg. Statistički značajna razlika ($p < 0.05$) utvrđena je unutar skupina kod vrijednosti udjela SP na početku i na kraju istraživanja kod riba hranjenih oboje učestalosti hranjenja. Prema okvirnom izračunu, prosječna vrijednost udjela SP u mišićnom tkivu riba iz ribnjaka Grudnjak tijekom istraživanja je porasla više kod riba hranjenih 3 puta dnevno (15.95 g/kg) nego kod riba hranjenih 2 puta dnevno (11.55 g/kg). Nije utvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima udjela SP između različitih učestalosti hranidbe na kraju istraživanja.

Prosječna vrijednost udjela sirovih masti mišićnog tkiva riba hranjenih 2 puta dnevno u ribnjaku Grudnjak na početku istraživanja iznosila je 11.11 ± 2.24 g/kg, a kod učestalosti 3 puta dnevno 17.22 ± 6.77 g/kg. Prosječna vrijednost udjela SM kod riba hranjenih 2 puta dnevno bila je značajno viša na kraju nego na početku ($p < 0.05$) i iznosila je 20.33 ± 2.04 g/kg. Kod hranidbe 3 puta dnevno nije bilo značajnih razlika između prosječne vrijednosti na početku i kraju istraživanja, a na kraju je iznosila 14.22 ± 6.64 g/kg. Statistički značajna razlika u vrijednostima udjela SM između različitih učestalosti hranidbe na kraju istraživanja je bila na samoj granici, $p = 0.05$, što se u biti ne smatra statistički značajnom razlikom. Prema okvirnom izračunu, prosječne vrijednosti udjela SM u mišićnom tkivu riba hranjenih 2 puta dnevno u ribnjaku Grudnjak utvrđen je porast udjela masti od 9.22 g/kg, no pri hranidbi 3 puta dnevno, udio masti u mišićnom tkivu izlovljenih riba se smanjio za 3 g/kg, a razlozi tako sniženih vrijednosti mogu biti raznovrsni (neuzimanje ili neadekvatan sastav hrane).

Prosječne TBARS vrijednosti na početku istraživanja kod riba hranjenih 2 puta dnevno u tablama ribnjaka Grudnjak iznosila je $0,38 \pm 0,13$ mg MDA/kg, a kod riba hranjenih 3 puta dnevno 0.43 ± 0.12 mg MDA/kg. Na kraju istraživanja, prosjek udjela MDA kod riba hranjenih 2 puta dnevno iznosio je 2.64 ± 2.02 mg/kg i kod riba hranjenih 3 puta dnevno 3.22 ± 1.02 mg/kg. Statistički značajna razlika ($p < 0.05$) utvrđena je između udjela MDA na početku i na kraju istraživanja kod riba hranjenih oboje učestalosti hranjenja. Više vrijednosti udjela MDA kod riba iz table A1 ribnjaka Grudnjak u veljači 2022. mogući su pokazatelj da je došlo do oksidacije masti. Razlog tome često je nepravilno skladištenje uzorka tj. dulje vrijeme do zamrzavanja mesa i neadekvatno odmrzavanje. Pri usporedbi s ukupnim rezultatima TBARS analize na početku, uzorci na kraju istraživanja, očekivano, imaju i više količine masti pa je

očekivano i da imaju veći udio MDA. Nije utvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima udjela MDA između različitih učestalosti hranidbe na kraju studije.

U tablicama 4. i 5. prikazani su rezultati analiza masnokiselinskog sastava mišićnog tkiva mlađi šarana na ribnjaku Grudnjak u srpnju 2021. g. i pri izlovu u veljači 2022. g.

Tablica 1.1.3. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, srpanj 2021.

ribnjak Grudnjak	tabla											
	A1		A2		B5		B6		B8		B10	
masna kiselina	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
	%											
C4:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6:0	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00
C8:0	0.08	0.01	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02	0.03	0.07	0.03	0.02	0.03
C10:0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
C11:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12:0	0.09	0.02	0.06	0.01	0.08	0.02	0.05	0.01	0.06	0.01	0.08	0.02
C13:0	0.08	0.01	0.19	0.12	0.15	0.16	0.17	0.20	0.38	0.31	0.20	0.30
C14:0	1.08	0.12	0.86	0.06	1.12	0.28	0.79	0.03	1.06	0.12	1.20	0.17
C14:1	0.21	0.05	0.10	0.07	0.11	0.07	0.13	0.09	0.22	0.15	0.06	0.03
C15:0	0.43	0.04	0.18	0.05	0.33	0.20	0.23	0.08	0.33	0.14	0.46	0.09
C15:1	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
C16:0	18.65	1.24	16.59	1.37	17.28	0.72	16.53	1.43	17.41	0.44	18.17	0.65
C16:1	3.64	0.28	3.14	0.14	3.68	0.78	3.15	0.24	3.50	0.61	3.89	0.51
C17:0	0.42	0.07	0.24	0.05	0.34	0.16	0.28	0.13	0.34	0.12	0.41	0.07
C17:1	0.42	0.02	0.27	0.02	0.27	0.22	0.32	0.07	0.46	0.09	0.35	0.30
C18:0	5.03	0.56	5.56	0.21	5.01	0.69	5.40	0.13	5.18	0.76	4.71	0.49
C18:1 <i>n</i> -9	38.71	1.76	38.24	3.14	37.59	0.29	37.19	2.63	36.34	2.00	36.64	1.07
C18:2 <i>n</i> -6	16.71	2.45	22.70	2.21	19.95	3.11	21.84	2.78	19.58	0.98	21.23	2.63
C18:3 <i>n</i> -6	0.17	0.06	0.49	0.15	0.32	0.03	0.47	0.05	0.31	0.05	0.32	0.10
C18:3 <i>n</i> -3	1.28	0.37	2.58	0.37	2.44	0.67	2.30	0.42	2.33	0.29	2.50	0.36
C20:0	0.26	0.01	0.15	0.01	0.19	0.03	0.17	0.02	0.18	0.02	0.21	0.04
C20:1 <i>n</i> -9	1.33	0.11	1.26	0.31	1.33	0.02	1.31	0.10	1.44	0.54	1.64	0.18
C20:2	0.11	0.05	0.48	0.03	0.38	0.00	0.41	0.15	0.41	0.10	0.42	0.03
C20:3 <i>n</i> -6	0.21	0.06	0.60	0.15	0.37	0.07	0.46	0.10	0.33	0.01	0.34	0.04
C20:4 <i>n</i> -6	0.00	0.00	0.23	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.16	0.00	0.00
C21:0	0.35	0.14	1.11	0.92	0.64	0.13	0.85	0.41	0.59	0.09	0.73	0.09
C20:3 <i>n</i> -3	0.07	0.01	0.10	0.04	0.10	0.02	0.10	0.04	0.11	0.02	0.10	0.01
C20:5 <i>n</i> -3	0.57	0.24	0.46	0.18	0.39	0.12	0.32	0.13	0.41	0.16	0.34	0.02
C22:0	0.50	0.17	0.19	0.09	0.55	0.62	0.70	0.47	1.16	1.64	0.31	0.13
C22:1 <i>n</i> -9	0.20	0.05	0.04	0.03	0.10	0.04	0.16	0.10	0.09	0.08	0.29	0.14
C22:2	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.10	0.15	0.02	0.00
C23:0	0.02	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01
C24:0	0.04	0.04	0.12	0.05	0.04	0.03	0.12	0.09	0.12	0.07	0.13	0.09
C22:6 <i>n</i> -3	0.07	0.09	0.36	0.31	0.35	0.21	0.20	0.20	0.17	0.15	0.09	0.15

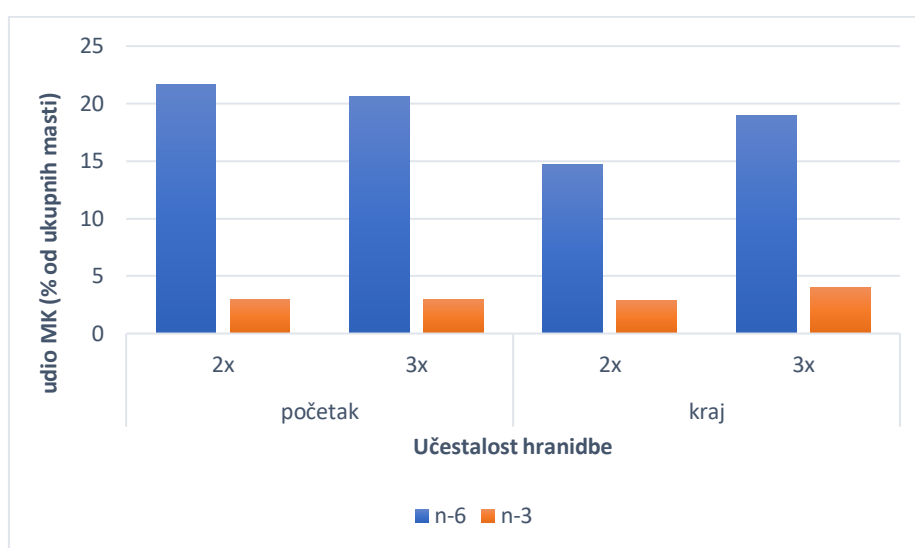
C24:1 <i>n</i> -9	0.09	0.09	0.12	0.03	0.10	0.05	0.12	0.02	0.08	0.03	0.11	0.06
ostale komponente	9.15	0.85	3.51	1.42	6.69	2.88	6.18	2.20	7.08	2.62	5.03	2.54
udio ZMK	27.03	1.92	25.28	0.91	25.82	1.35	25.34	2.11	26.93	2.07	26.66	1.28

Tablica 4.1.4. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, veljača 2022.

ribnjak Grudnjak	tabla											
	A1		A2		B5		B6		B8		B10	
masna kiselina	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
	%											
C4:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.05	0.03	0.03	0.01	0.02
C8:0	0.10	0.09	0.16	0.16	0.19	0.11	0.49	0.37	0.10	0.04	0.09	0.10
C10:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C11:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12:0	0.11	0.06	0.14	0.02	0.13	0.08	0.11	0.10	0.09	0.02	0.03	0.03
C13:0	0.31	0.38	0.13	0.11	0.07	0.07	0.30	0.27	0.14	0.07	0.12	0.16
C14:0	0.85	0.18	2.06	0.66	2.33	0.27	3.97	1.02	1.72	0.38	0.82	0.20
C14:1	0.07	0.01	0.06	0.05	0.15	0.08	0.12	0.11	0.12	0.03	0.14	0.15
C15:0	0.31	0.07	0.63	0.16	0.45	0.24	0.95	0.19	0.29	0.02	0.22	0.10
C15:1	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C16:0	15.14	1.09	22.67	2.64	15.24	1.43	19.67	1.25	18.43	1.71	18.18	3.86
C16:1	3.47	0.65	5.74	2.38	5.40	1.50	8.97	2.94	7.74	2.53	3.16	0.51
C17:0	0.30	0.09	0.62	0.19	0.47	0.16	0.82	0.13	0.28	0.01	0.22	0.11
C17:1	0.34	0.04	0.39	0.15	0.53	0.29	0.97	0.16	0.38	0.07	0.24	0.02
C18:0	4.36	0.21	6.42	0.93	5.27	1.08	5.49	0.08	4.55	0.47	4.48	1.15
C18:1 <i>n</i> -9	27.53	2.45	26.78	3.53	24.19	2.58	25.57	3.55	34.90	3.25	32.47	1.04
C18:2 <i>n</i> -6	27.36	3.10	11.05	5.30	16.60	1.90	9.18	5.78	12.09	7.48	21.22	8.60
C18:3 <i>n</i> -6	0.28	0.03	0.21	0.10	0.34	0.18	0.30	0.24	0.23	0.19	0.28	0.13
C18:3 <i>n</i> -3	2.47	0.36	0.76	0.35	3.14	1.03	1.20	0.74	1.47	0.86	1.51	1.12
C20:0	0.22	0.04	0.61	0.26	0.30	0.17	0.69	0.23	0.32	0.07	0.30	0.23
C20:1 <i>n</i> -9	0.94	0.75	0.48	0.33	1.34	0.30	1.64	0.13	1.86	0.29	1.83	0.24
C20:2	0.69	0.11	0.37	0.10	0.51	0.14	0.31	0.09	0.30	0.17	0.43	0.29
C20:3 <i>n</i> -6	0.50	0.13	0.10	0.10	0.41	0.02	0.15	0.13	0.24	0.15	0.44	0.39
C20:4 <i>n</i> -6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.11	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
C21:0	1.01	0.33	0.26	0.08	1.86	0.62	0.51	0.44	0.44	0.31	0.68	0.60
C20:3 <i>n</i> -3	0.14	0.02	0.05	0.05	0.20	0.11	0.09	0.08	0.06	0.06	0.05	0.05
C20:5 <i>n</i> -3	0.54	0.16	1.73	0.71	1.83	0.77	1.17	0.65	1.17	0.36	1.22	1.18
C22:0	0.18	0.06	1.96	0.60	0.20	0.10	0.56	0.39	0.35	0.12	1.26	1.44
C22:1 <i>n</i> -9	0.10	0.04	0.33	0.46	0.24	0.16	0.04	0.04	0.08	0.00	0.08	0.02
C22:2	0.03	0.01	0.14	0.06	0.09	0.14	0.01	0.01	0.07	0.00	0.03	0.01
C23:0	0.05	0.03	0.08	0.03	0.22	0.17	0.04	0.03	0.04	0.02	0.04	0.03
C24:0	0.30	0.16	1.20	0.25	1.31	1.67	1.32	0.75	1.17	0.68	1.02	1.11

C22:6 n-3	0.32	0.25	0.02	0.03	0.79	0.36	0.18	0.09	0.17	0.14	0.27	0.24
C24:1 n-9	0.19	0.05	0.22	0.09	0.22	0.21	0.13	0.07	0.11	0.02	0.17	0.05
ostale komponente	11.76	2.86	14.63	1.97	15.96	4.02	15.04	3.80	11.08	1.87	9.01	1.89
udio ZMK	23.23	1.24	36.95	5.18	28.03	3.13	34.94	3.29	27.95	2.80	27.45	7.53

Udjeli n-3 i n-6 masnih kiselina u mišićnom tkivu riba ribnjaka Grudnjak prema učestalosti hranidbe na početku i kraju istraživanja prikazani su na slici 7. Omjer n-3/n-6 masnih kiselina pri učestalosti hranidbe 2x dnevno na početku istraživanja iznosio je 0,13 dok je na kraju istraživanja porastao na 0,19. Za učestalost hranidbe 3x na početku istraživanja omjer n-3/n-6 masnih kiselina bio je 0,14 da bi na kraju istraživanja iznosio 0,21.



Slika 4.1.1. Grafički prikaz udjela n-3 i n-6 masnih kiselina na početku (srpnju 2021. g.) i kraju (veljača 2022.) istraživanja – ribnjak Grudnjak

4.2. Kemijski sastav i masnokiselinski profil mišićnog tkiva u ribnjaku Jasinje

U tablicama 4.5. i 4.6. prikazani su rezultati analiza kemijskog sastava mišićnog tkiva mlađi šarana na ribnjaku Jasinje u srpnju 2021. g. i pri izlovu u veljači 2022. g.

Tablica 4.2.1. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, srpanj 2021.

FH	tabla	ST		pepeo		SP		SM		MDA			
		g/kg										mg/kg	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
2	A1	185.33	4.93	11.67	0.58	163.50	3.93	12.33	4.04	0.21	0.04		
2	A2	185.67	4.16	11.33	0.58	164.50	2.52	10.00	1.73	0.24	0.03		

4	A3	186.33	2.31	12.00	1.00	169.27	7.96	11.67	3.06	0.36	0.06
4	A4	183.33	3.06	12.00	1.00	179.73	5.49	6.67	1.15	0.44	0.15
4	A5	181.33	0.58	12.33	0.58	178.03	1.36	6.00	1.00	0.35	0.09

Tablica 4.2.2. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, veljača 2022.

FH	tabla	ST		pepeo		SP		SM		MDA			
		g/kg										mg/kg	
		\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD		
2	A1	204.00	3.61	11.67	0.58	171.97	15.77	14.67*	3.51	3.30	0.75		
2	A2	206.33	6.43	12.33	0.58	185.07	6.68	25.33*	5.86	1.61	1.74		
4	A3	195.00	0.00	11.00	1.00	182.00	8.88	6.67*	2.08	0.91	0.26		
4	A4	192.00	1.00	11.67	1.15	183.20	14.69	7.33*	1.15	0.82	0.29		
4	A5	189.33	6.35	11.33	0.58	188.03	4.80	9.33*	1.15	1.28	1.30		

*statistički značajna razlika

Prosječna vrijednosti udjela SP riba na početku istraživanja u tablama s učestalosti hranjenja 2x iznosila je $164,0 \pm 3,22$ g/kg dok za 4x utvrđena je $175,67 \pm 4,93$ g/kg. Utvrđena je statistički značajna razlika ($p=0,038$) između skupina kod sastava SP mišićnog tkiva riba na ribnjaku Jasinje na početku istraživanja. Na kraju istraživanja prosječne vrijednosti SP prema učestalosti hranidbe 2x iznosile su $178,52 \pm 11,22$ g/kg i za učestalost 4x dnevno $184,41 \pm 9,46$ g/kg. Prema okvirnom izračunu, ukupne prosječne vrijednosti SP u mišićnom tkivu riba ribnjaka Jasinje tijekom istraživanja prosječno imale su viši rast kod riba hranjenih 2x dnevno ($14,52$ g/kg) nego 4 x dnevno ($8,74$ g/kg). Indicirana je statistički značajna razlika vrijednosti SP u mišićnom tkivu riba unutar skupina na početku i na kraju istraživanja za obje grupe riba (2x i 4x dnevno). Nije utvrđena statistički značajna razlika u vrijednostima SP između skupina tj. učestalosti hranjenja na kraju istraživanja.

Prosječna vrijednosti udjela sirovih masti (SM) riba na početku istraživanja u tablama ribnjaka Jasinje predviđene za učestalost hranjenja 2x dnevno iznosila je $11,17 \pm 2,89$ g/kg dok za 4x utvrđena je $8,11 \pm 1,74$ g/kg. Na kraju istraživanja prosječna vrijednost udjela SM za učestalost hranidbe 2x dnevno bila je značajno viša u odnosu na početak istraživanja ($p < 0,05$) i iznosila je $20,00 \pm 4,68$ g/kg. Hranidba učestalošću 4x dnevno nije rezultirala značajnim razlikama na početku i kraju istraživanja a na kraju je udjel SM iznosio $7,77 \pm 1,46$ g/kg.

Prema okvirnom izračunu, prosječne vrijednosti SM u mišićnom tkivu riba ribnjaka Jasinje tijekom istraživanja hranidba učestalosti 2x dnevno indicirala je porast udjela sirovih masti za 8,83 g/kg, no pri učestalosti hranidbe od 4x dnevno, a prema rezultatima, udjel sirovih masti u mišićnom tkivu izlovljenih riba se smanjio za 0,34 g/kg. Razlozi ovakvom indikativnom rezultatu sniženih vrijednosti, slično kao i na ribnjaku Grudnjak, mogu biti raznovrsni (neuzimanje hrane i neadekvatan sastav hrane). Utvrđena je statistička razlika u vrijednostima udjela SM između skupina tj. učestalosti hranjenja na kraju istraživanja ($p < 0,05$).

Prosječne TBARS vrijednosti na početku istraživanja u tablama ribnjaka Jasinje s učestalosti hranjenja 2x dnevno iznosila je $0,23 \pm 0,03$ mg MDA/kg dok za 4x dnevno iznosila $0,38 \pm 0,1$ mg MDA/kg. Na kraju istraživanja, prosječna TBARS vrijednost za učestalost hranidbe 2x iznosila je $2,46 \pm 1,24$ mg MDA/kg i za učestalost hranidbe 4x dnevno $1,01 \pm 0,61$ mg MDA/kg. Indicirana je statistički značajna razlika vrijednosti TBARS u mišićnom tkivu riba ($p < 0,05$) unutar skupina na početku i na kraju istraživanja za obje skupine riba (2x i 4x dnevno). Utvrđena je neznatna statistička razlika u vrijednostima TBARS između skupina tj. učestalosti hranjenja na kraju istraživanja ($p = 0,049$).

U tablicama 8. i 9. prikazani su rezultati analiza masnokiselinskog sastava mišićnog tkiva mlađi šarana na ribnjaku Jasinje u srpnju 2021. g. i pri izlovu u veljači 2022. g

Tablica 4.2.3. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, srpanj 2021.

ribnjak Jasinje	tabla									
	A1		A2		B5		B6		B8	
masna kiselina	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
	%									
C4:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6:0	0.00	0.00	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.08	0.00	0.00
C8:0	0.00	0.00	0.09	0.04	0.07	0.06	0.16	0.09	0.12	0.06
C10:0	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.09	0.13	0.11	0.08
C11:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12:0	0.16	0.06	0.18	0.03	0.15	0.04	0.24	0.18	0.21	0.08
C13:0	0.36	0.09	0.20	0.04	0.34	0.30	0.14	0.04	0.40	0.48
C14:0	1.41	0.24	1.59	0.21	1.65	0.15	1.47	0.39	1.47	0.24
C14:1	0.16	0.08	0.14	0.01	0.12	0.06	0.51	0.38	0.49	0.35
C15:0	0.47	0.07	0.49	0.14	0.59	0.16	0.46	0.05	0.52	0.07
C15:1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.07	0.09
C16:0	15.77	0.19	18.05	2.42	20.51	1.98	16.50	0.97	16.26	0.94
C16:1	4.52	0.40	4.18	0.69	4.22	0.44	2.61	0.20	2.60	0.27

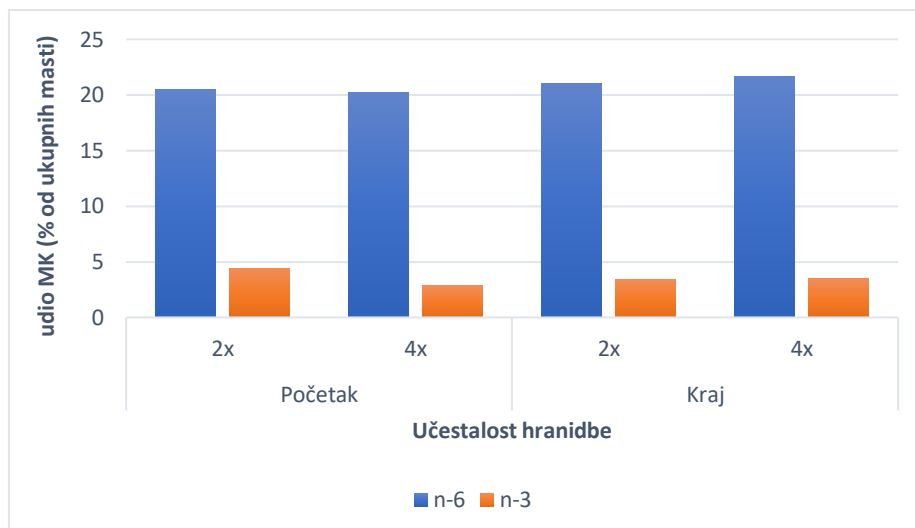
C17:0	0.52	0.10	0.52	0.10	0.60	0.16	0.48	0.04	0.52	0.04
C17:1	0.64	0.08	0.46	0.04	0.44	0.06	0.43	0.04	0.46	0.02
C18:0	4.10	0.53	4.80	0.74	5.21	0.29	5.26	0.63	5.17	0.05
C18:1 n-9	33.75	1.63	33.32	4.42	33.44	4.13	31.09	3.34	29.45	0.58
C18:2 n-6	20.61	1.81	18.81	5.83	16.50	5.94	20.76	3.42	21.88	1.21
C18:3 n-6	0.31	0.02	0.16	0.10	0.13	0.08	0.10	0.09	0.14	0.12
C18:3 n-3	4.14	0.05	2.14	1.33	1.60	1.03	2.22	0.54	2.23	0.32
C20:0	0.19	0.04	0.24	0.03	0.25	0.03	0.22	0.02	0.23	0.04
C20:1 n-9	1.56	0.36	1.40	0.12	1.64	0.14	1.29	0.20	1.35	0.04
C20:2	0.55	0.03	0.50	0.13	0.54	0.21	0.50	0.05	0.46	0.08
C20:3 n-6	0.43	0.03	0.28	0.16	0.30	0.19	0.34	0.08	0.42	0.01
C20:4 n-6	0.36	0.62	0.02	0.02	0.01	0.03	0.04	0.04	0.01	0.02
C21:0	0.77	0.69	0.68	0.50	0.91	0.84	0.47	0.31	1.01	0.25
C20:3 n-3	0.21	0.01	0.14	0.05	0.13	0.08	0.16	0.03	0.15	0.03
C20:5 n-3	0.81	0.13	0.72	0.16	0.93	0.41	0.29	0.20	0.37	0.13
C22:0	0.20	0.03	0.38	0.15	0.62	0.38	0.37	0.10	0.40	0.06
C22:1 n-9	0.06	0.05	0.18	0.08	0.19	0.17	0.16	0.07	0.23	0.12
C22:2	0.15	0.23	0.02	0.01	0.05	0.06	0.03	0.03	0.01	0.02
C23:0	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.01	0.04	0.03	0.14	0.07
C24:0	0.13	0.15	0.06	0.07	0.11	0.12	0.14	0.05	0.18	0.10
C22:6 n-3	0.39	0.34	0.24	0.30	0.00	0.00	0.19	0.20	0.27	0.22
C24:1 n-9	0.19	0.10	0.10	0.03	0.13	0.14	0.25	0.17	0.28	0.11
ostale komponente	7.03	2.42	9.79	0.79	8.50	2.46	12.87	4.90	12.40	1.98
udio ZMK	24.13	1.04	27.39	3.20	31.12	2.33	26.08	1.77	26.74	1.14

Tablica 4.2.4. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, veljača 2022.

ribnjak Jasinje	tabla									
	A1		A2		B5		B6		B8	
masna kiselina	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD	\bar{X}	SD
	%									
C4:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C6:0	0.00	0.00	0.03	0.04	0.09	0.09	0.00	0.00	0.04	0.06
C8:0	0.06	0.05	0.14	0.13	0.16	0.14	0.07	0.12	0.21	0.04
C10:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
C11:0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C12:0	0.04	0.04	0.01	0.02	0.15	0.16	0.43	0.62	0.12	0.10
C13:0	0.27	0.18	0.70	0.54	0.13	0.11	0.39	0.68	0.56	0.44
C14:0	0.99	0.28	1.02	0.24	1.42	0.24	1.27	0.75	0.81	0.18
C14:1	0.06	0.01	0.04	0.03	0.06	0.06	0.02	0.03	0.05	0.03
C15:0	0.35	0.17	0.26	0.06	0.31	0.27	0.42	0.26	0.29	0.04
C15:1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02
C16:0	17.04	3.82	19.49	4.60	22.57	2.37	15.16	2.53	16.02	3.00
C16:1	3.60	1.02	3.84	0.28	3.26	0.38	3.42	1.76	2.15	0.30
C17:0	0.32	0.12	0.27	0.06	0.30	0.27	0.40	0.21	0.29	0.04

C17:1	0.34	0.09	0.30	0.06	0.22	0.19	0.25	0.22	0.29	0.06
C18:0	4.83	0.65	6.25	1.60	7.89	0.37	6.26	2.68	5.33	1.35
C18:1 <i>n</i> -9	28.73	2.86	33.51	4.83	30.21	2.18	22.97	3.56	28.14	3.34
C18:2 <i>n</i> -6	24.73	5.75	16.13	12.21	11.94	2.16	24.72	11.71	26.38	7.98
C18:3 <i>n</i> -6	0.20	0.09	0.25	0.15	0.40	0.39	0.19	0.16	0.24	0.06
C18:3 <i>n</i> -3	2.29	1.13	1.38	1.32	0.69	0.20	2.56	0.85	2.03	1.25
C20:0	0.24	0.10	0.34	0.14	0.31	0.27	0.16	0.17	0.31	0.04
C20:1 <i>n</i> -9	1.03	0.30	1.45	1.09	1.84	0.11	1.30	0.24	1.81	0.49
C20:2	0.58	0.14	0.39	0.31	0.26	0.24	0.48	0.42	0.71	0.16
C20:3 <i>n</i> -6	0.39	0.17	0.39	0.36	0.09	0.08	0.35	0.31	0.52	0.21
C20:4 <i>n</i> -6	0.02	0.02	0.01	0.02	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.01
C21:0	0.76	0.43	0.77	0.73	0.19	0.17	1.54	0.79	1.13	0.65
C20:3 <i>n</i> -3	0.10	0.09	0.05	0.08	0.04	0.05	0.12	0.10	0.14	0.06
C20:5 <i>n</i> -3	0.90	0.03	1.70	1.08	1.94	0.87	1.06	0.14	0.75	0.23
C22:0	0.71	0.59	1.53	1.15	2.10	0.86	0.56	0.43	0.40	0.20
C22:1 <i>n</i> -9	0.35	0.27	0.12	0.11	0.40	0.49	0.05	0.05	0.11	0.02
C22:2	0.03	0.01	0.07	0.05	0.05	0.04	0.08	0.06	0.05	0.00
C23:0	0.05	0.01	0.02	0.02	0.06	0.05	0.08	0.08	0.05	0.04
C24:0	0.28	0.18	1.24	1.25	1.51	0.74	0.40	0.52	0.46	0.61
C22:6 <i>n</i> -3	0.30	0.24	0.19	0.25	0.08	0.10	0.62	0.43	0.45	0.42
C24:1 <i>n</i> -9	0.18	0.01	0.11	0.01	0.57	0.28	0.48	0.24	0.33	0.00
ostale komponente	10.27	2.61	8.03	1.99	10.62	4.67	14.16	7.40	9.76	1.22
udio ZMK	25.92	5.09	32.06	8.80	37.28	2.71	27.14	6.77	26.00	4.53

Udjeli *n*-3 i *n*-6 masnih kiselina u mišićnom tkivu riba ribnjaka Jasinje prema učestalosti hranidbe na početku i kraju istraživanja prikazani su na slici 8. Omjer *n*-3/*n*-6 masnih kiselina pri učestalosti hranidbe 2x dnevno na početku istraživanja iznosio je 0,21 dok se na kraju istraživanja smanjio na 0,16. Za učestalost hranidbe 4x na početku istraživanja omjer *n*-3/*n*-6 masnih kiselina bio je 0,14 da bi na kraju istraživanja iznosio 0,16.



Slika 4.2.1. Grafički prikaz udjela n-3 i n-6 masnih kiselina na početku (srpnju 2021. g.) i kraju (veljača 2022.) istraživanja – ribnjak Jasinje

5. Rasprava

Istraživanje Kiaalvandi i sur. 2011. godine pokazalo je da je optimalna učestalost hranjenja za najbolji rast šarana 3 puta dnevno, a ispitivane učestalosti su bile 1, 2, 3 i 4 puta dnevno. Slično tome, istraživanjem 2001. godine Chakraborty i sur. zaključili su da je raspored hranjenja od 4 puta dnevno optimalan za dobar rezultat rasta šarana, a ispitivane učestalosti su bile 2, 3, 4, 5 i 6 puta dnevno. Sena i Trevor (1965) prikazali su da s povećanjem učestalosti hranjenja šarana, specifična stopa rasta, omjer učinkovitosti proteina, postotak racioniranih proteina, postotak energije hrane zadržane u trupu su povećani. Stope hranjenja variraju s veličinom vrste i dobi ribe, kao i okolišnim faktorima.

U ribnjaku Grudnjak nisu utvrđene statistički značajne razlike između različitih učestalosti hranidbe na kraju istraživanja, osim za udio sirovih proteina kod riba hranjenih 2 i 3 puta dnevno. Udio sirovih proteina u mišićnom tkivu bio je veći za ribe hranjene 3 puta dnevno od riba hranjenih 2 puta dnevno, dok se udio sirovih masti u mišićnom tkivu kod riba hranjenih 3 puta dnevno smanjio, a kod riba hranjenih 2 puta dnevno povećao. Povećanje udjela sirovih proteina pokazatelj je primjerenosti razine sirovih proteina u korištenoj hrani i unosa proteina u ribe, odnosno da su ribe proteine iz hrane pretvorile i iskoristile u svoje tjelesne proteine. Stoga je količina sirovog proteina unesena prilikom učestalosti hranjenja 3 puta dnevno bila učinkovitija od učestalosti 2 puta dnevno. Iz toga se može zaključiti da je optimalna učestalost hranidbe u ribnjaku Grudnjak bila 3 puta dnevno u odnosu na učestalost 2x dnevno.

Takav zaključak je u skladu s istraživanjem Kiaalvandi i sur. (2011) koji na kraju ispitivanja zaključuju da je učestalost hranjenja jednom ili dva puta dnevno može dovesti do rasipanja hrane i da je neekonomično. U njihovom istraživanju uzorci ribe s učestalošću hranjenja 3 puta dnevno općenito su imali najbolje rezultate, a zatim uzorci s učestalošću hranjenja 4 puta dnevno. To pokazuje da je nekoliko učestalosti hranjenja bolje od jedne ili dvije učestalosti hranjenja.

U ribnjaku Jasinje utvrđene su statistički značajne razlike u vrijednostima sirovih proteina i sirovih masti u mišićnom tkivu riba ovisno o učestalosti hranjenja. Iako su na početku istraživanja ribe hranjene 4 puta dnevno imale veće prosječne vrijednosti udjela sirovih proteina u mišićnom tkivu u odnosu na ribe hranjene 2 puta, na kraju istraživanja su ribe hranjene 2 puta dnevno imale veći rast sirovih proteina u mišićnom tkivu. Također, ribe

hranjene 2 puta dnevno pokazale su značajan porast udjela sirovih masti u mišićnom tkivu, dok kod riba hranjenih 4 puta nije bilo značajne promjene. Iz navedenom se može zaključiti da je hranidba učestalosti 2 puta dnevno bila optimalna za ribnjak Jasinje u odnosu na učestalost 4 puta dnevno koja se pokazala značajno manje efikasnom. To može potvrditi zaključke istraživanja Chakraborty i sur. (2001) koji uočavaju da povećanje učestalosti hranjenja ne rezultira uvijek povećanjem rasta. U njihovom eksperimentu hranjenje 4 puta dnevno pokazalo značajno najbolji rast na kraju eksperimenta, iako je postojala učestalost hranjenja i od 5 puta dnevno i 6 puta dnevno.

Dakle, u ribnjaku Grudnjak i istraživanju istraživanja Kiaalvandi i sur. (2011) zaključeno da je učestalost od nekoliko hranjenja dnevno bolja od učestalosti jednom ili dva puta dnevno. Međutim, u ribnjaku Jasinje i u istraživanju Chakraborty i sur. (2001) učinkovitiji je bio manji broj dnevnih hranjenja. Takva odstupanja, između ostalih, mogu se događati zbog kvalitete i kemijskog sastava hrane kojom se ribe hrane. Važno je osigurati da hrana koja se daje ciljnoj vrsti bude nutritivno uravnotežena, lako iskoristiva i također probavljiva. Visok udio proteina od velike je važnosti za rast riba, ali također je važno unijeti samo onoliko koliko je potrebno za normalno održavanje i rast jer svaki višak je neekonomičan stoga je potrebno pronaći optimalni sastav hrane. Optimalna učestalost hranjenja za maksimalan rast ribe općenito ovisi i o vrsti ribe, veličini ribe, okolišnim uvjetima i uvjetima uzgoja što također može biti razloga odstupanja ispitivanja.

6. Zaključak

U istraživanju je primijećeno da ribe s nižom učestalošću hranidbe imaju značajno više nakupljanje masti u mišićnom tkivu. Rezultati omjera n-3/n-6 masnih kiselina ukazali su više vrijednosti kod riba s višom učestalošću hranidbe. Također, ustanovljeno je da ribe koje su hranjene tri puta dnevno imaju veći udio sirovog proteina u mišićnom tkivu u usporedbi s onima koje su hranjene samo dva puta dnevno. Optimalna učestalost hranjenja ovisi i o vrsti ribe, veličini ribe, okolišnim uvjetima i uvjetima uzgoja.

Popis literature

1. Alikunhi, KH, 1966. Sinopsis bioloških podataka o šaranu, *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758.). (Azija i Daleki istok). FAO Fish.Synop., (31.1):73 str.
2. Anton-Pardo M, Hlavac D, Masilko J, Hartman P, Adamek Z. 2014. Natural diet of mirror and scaly carp (*Cyprinus carpio*) phenotypes in earth ponds. *Folia Zool.* 63:229–237.
3. Bajer PG, Sorensen PW. 2015. Effects of common carp on phosphorus concentrations, water clarity, and vegetation density: a whole system experiment in a thermally stratified lake. *Hydrobiologia.* 746:303–311.
4. Baldry I. 2000. Effect of Common Carp (*Cyprinus carpio*) on Aquatic Restorations. University of Minnesota, Department of Horticultural Science. Retrieved from the University of Minnesota Digital Conservancy, <http://purl.umn.edu/60111>.
5. Banareescu, P., B. Coad. 1991. Cyprinids of Eurasia. Pp. 127-155 in I. Winfield, J. Nelson, eds. *Cyprinid Fishes*. London: Chapman and Hall.
6. Barus V, Peaz M, Kohlmann K. 2001. *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758). In Banareescu PM, Paepke HJ, editor. *The freshwater fishes of Europe*, v. 5/III; Cyprinidae 2/III, and Gasterosteidae. Germany: AULA-G GmbH Wiebelsheim; p. 85–179.
7. Bogut, I., Adamek, Z., Puškadija, Z., Galović, D., Bodakoš, D., 2010. Nutritional value of planktonic cladoceran *Daphnia magna* for common carp (*Cyprinus carpio*) fry feeding. *Ribarstvo* 68, 1-10.
8. Bogut, I., Has – Schön, E., Adámek, Z., Rajković, V., Galović, D., 2007. *Chironomus plumosus* larvae – a suitable nutrient for freshwater farmed fish. *Agriculture* 13, 159-162.
9. Bogut, I., Novoselić, D., Pavličević, J. (2006): *Biologija riba I*, Osijek: Poljoprivredni fakultet, 84 – 97
10. Brabrand, A., B. Faafeng, J. Nilssen. 1990. Relative importance of Phosphorus Supply to Phytoplankton Production: Fish Excretion versus External Loading. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 364-372.
11. Cahn, A. 1929. The Effect of Carp on a Small Lake: Carp as a Dominant. *Ecology*, 10: 271-274.
12. Casal, C. M. V. (2006): Global documentation of fish introductions: the growing crisis and recommendations for action. *Biological invasions*, 8, 1, 3-11.
13. Chakraborty, S.C., Das, M., Sultana, S.M. (2001). *Effect of feeding frequency on the growth of common carp (Cyprinus carpio L.) fry*. *Bangladesh J. Fish. Res.*, 5(2), 2001: 149-154

14. Cho, C.Y., Hynes, J.D., Wood, K.R., Yoshida, H.K. (1991.). *Quantitation of fish culture wastes by biological (nutritional) and chemical (limnological) methods: the development of high nutrient dense (HND) diets*. pp. 37-49.
15. Chugunova, N.I. 1959. Age and growth studies in fish. A systematic guide for ichthyologists. Israel Program for Scientific Translations. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva. Ćirković M., Trbović D., Ljubojević D., 2011. Meat quality of fish farmed in polyculture in carp ponds in Republic of Serbia. *Meat Technology*, 52, 106–121.
16. Ćirković, M., Trbović, D., Milošević, N., Đorđević, V., Janković, S., Ljubojević, D., 2010. Meat quality of two years-old tench and carp grown in extensive conditions, 2nd Workshop FEED-TO-FOOD FP-7 REGPOT-3, XIV International Feed Technology Symposium, Novi Sad, Serbia, October 19-22, Proceedings, 400-404.
17. Das SM, Subla BA (1970.) Pamirsko-kašmirska teorija podrijetla i evolucije ihtiofaune Kašmira. *Ichthyologica* 10: 8-11
18. De Silva, S.S., and Davy, F.B. (1992.) *Fish nutrition research for semi-intensive culture system in Asia*. *Asian Fish. Sci.*, 5: 129-144.
19. De Silva, S.S., Anderson, T.A. (1995.). *Fish Nutrition in Aquaculture*. Chapman & Hall, New York, NY, pp. 32–40.
20. De Silva, S., 2012. Carps. In: Lucas, S. J., Southgate, C. P. (Eds.), *Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants*, 2nd Edition, Wiley-Blackwell Publishing, Chichester, England, 294-311.
21. Domaizon, I., Desvillettes, C., Debroas, D., Bourdier, G., 2000. Influence of zooplankton and phytoplankton on the fatty acid composition of digesta and tissue lipids of silver carp: mesocosm experiment. *Journal of Fish Biology* 57, 417-432.
22. Drenner, R., J. Smith, S. Threlkeld. 1996. Lake Trophic State and the Limnological Effects of the Omnivorous Fish. *Hydrobiologia*, 319: 213-223.
23. Eschmeyer, W. N., and J. D. Fong. 2015. Species by family/subfamily in the Catalog of Fishes. *Catalog of Fishes*, California Academy of Sciences.
24. FAO. 1997. FAO Database on Introduced Aquatic Species. FAO Database on Introduced Aquatic Species, FAO, Rome.
25. FAO. 2009. *Cyprinus carpio*. In *Cultured aquatic species fact sheets*. https://www.fao.org/fishery/docs/DOCUMENT/aquaculture/CulturedSpecies/file/en/en_commoncarp.htm.
26. FAO. 2012. Fishstate plus: Universal software for fishery statistical time series (available at: www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp).
27. FAO. 2013. Fishstate plus: Universal software for fishery statistical time series (available at: www.fao.org/fi/statist/fisoft/fishplus.asp).

28. Fletcher, A., A. Morison, D. Hume. 1985. Effects of Carp, -*Cyprinus carpio* L.-, on Communities of Aquatic Vegetation and Turbidity of Waterbodies in the Lower Goulburn River Basin. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 36: 311-327.
29. Froese, R., D. Pauly. 2002. "Fishbase: Species summary for *Cyprinus carpio*" (On-line). Accessed 2 April 2002 at <http://www.fishbase.org>.
30. Garcia-Berthou E. 2001. Size- and depth-dependent variation in habitat and diet of the common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquat Sci.* 63:466–476.
31. Garling D.L., Haley D.I., Oetker, M., Riche, M., Smith, T. (2004). *Effect Of Feeding Frequency On Consumption, Growth, And Efficiency In Juvenile Tilapia (Oreochromis Niloticus)*.
32. Global Invasive Species Database (GISD). 2014. *Cyprinus carpio*. Available from: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=60&fr=1&sts=&lang=EN>. (July 2014).
33. Hinton. 1962. Horned shark, gar, mormyriad, characin, carp, armored catfish, arowana, upside down catfish. Not given.
34. Horvath, L. 1985. Egg development (oogenesis) in the common carp (*Cyprinus carpio* L.). In: J. Muir & R.J. Roberts (eds.), *Recent advances in aquaculture. Volume 2.* Croom Helm, London & Sidney, Westview Press, Boulder, Colorado. pp. 31-77.
35. Horvath, L., Seagrave, C., Tamas, G. (2002.). *Carp and Pond Fish Culture, Second Edition.* Fishing News Books.
36. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje (2021). *Ribarstvo, slatkovodno*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Dostupno: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=52715> (Pristupljeno 10.8.2023.)
37. Huss, H. H., (1995). Quality and quality changes in fresh fish. *FAO Fisheries Technical Paper 348*, FAO, Rome, Italy, 195.
38. ITIS. 2011. *Cyprinus carpio*. Integrated Taxonomic Information System. Available: http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=163344. (April 2011).
39. Jones PL, De Silva SS, Mitchell DB (1996). The effect of dietary protein source on growth and carcass composition in juvenile Australian freshwater crayfish. *Aquacult Int* 4: 361-367.
40. Kamalam BS, Medale F, Kumar S, et al. Fatty acid composition and functionally important lipid classes in tissues of Indian major carps. *Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol.* 2013;164(1):70-77. doi:10.1016/j.cbpb.2012.10.002
41. Kalember, Đ.: *Slatkovodno ribarstvo na tlu Republike Hrvatske od 1945. do 2007. godine*

42. Kiaalvandi, S., Faramarzi, M., Iranshahi, F., Roozbehfar, R. (2011). *Influence of feeding frequency on growth factors and body composition of common carp (Cyprinus carpio) fish*. Article in Global Veterinaria 6 (6): 514-518
43. Kloskowski J. 2011a. Impact of common carp *Cyprinus carpio* on aquatic communities: direct trophic effects versus habitat deterioration. *Fundam Appl Limnol.* 178:245–255.
44. Kottelat, M. (1997). European freshwater fishes. *Biologia* 52, Suppl. 5: 1-271.
45. Kumar, V., Makkar HPS, Becker K. Nutritional profile, carcass yield, and meat quality of common carp (*Cyprinus carpio*) fed diets differing in protein and lipid levels. *Aquaculture*. 2011;318(3-4):231-236. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.05.016
46. Lamarra, V. (1975). Digestive Activities of Carp as a Major Contributor to the Nutrient Loading of Lakes. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 19: 2461-2468.
47. Lammens, E., W. Hoogenboezem. (1991). Diets and Feeding Behavior. Pp. 353-376 in I Winfield, J Nelson, eds. *Cyprinid Fishes*. London: Chapman and Hall.
48. Lee, S.M., Kim, S.H., Jeon, I.G., Kim, S.M., Chang, Y.J., (1996.). *Effects of feeding frequency on growth, feed efficiency and body composition of juvenile Korean rockfish *Sebastes schlegeli**.
49. Lee SM, Cho SH, KD (2000). Effects of dietary protein and energy levels on growth and body composition of juvenile flounder *Paralichthys olivaceus*. *J World Aquac Soc* 30: 306-315.
50. Leksikografski zavod Miroslava Krleže (2022). *Ribnjačarstvo*. Dostupno: <https://tehnika.lzmk.hr/ribnjacarstvo/> (Pristupljeno 10.8.2023.)
51. Lougheed, V., B. Crosbie, P. Chow-Fraser. (1998). Predictions on the Effect of Common Carp (*-Cyprinus carpio-*) Exclusion on Water Quality, Zooplankton, and Submergent Macrophytes in a Great Lakes Wetland. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 55: 1189-1197.
52. Luo Z, Liu YJ, Mai KS, Tian LX, Liu DH, et al. (2004). Optimal dietary protein requirement of grouper, *Epinephelus coioides* juveniles fed isoenergetic diets in floating net cages. *Aquacult Nutr* 10: 247-252.
53. Machacek, H. (2007). World Records Freshwater Fishing. Available: www.fishing-worldrecords.com. (November 2007).
54. Marković, Z., (2010). Šaran: gajenje u ribnjacima i kaveznim sistemima. Prof. dr. Zoran Marković, Beograd, 155.
55. Marković, Z., Poleksić, V., 2011. Akvakultura i ribarstvo u Srbiji – Aquaculture and fishery in Serbia, Prof. dr. Zoran Marković, Beograd, 289.
56. Matsuzaki SS, Usio N, Takamura N, Washitani I. (2009). Contrasting impacts of invasive engineers on freshwater ecosystems: an experiment and meta-analysis. *Oecologia*. 158:673–686.

57. McCrimmon, H. (1968). Carp in Canada. Fisheries Research Board of Canada.
58. Ministarstvo poljoprivrede NADP (2022). National Aquaculture Development Plan for the period (2021-2027). Ministry of Agriculture. Dostupno: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=14> (pristupljeno 20.10.2022.)
59. Monentcham SE, Pouomigne V, Kestemont P (2009) Influence of dietary protein levels on growth performance and body composition of African bonytongue fingerlings *Heteriostis niloticus* (Cuvier, 1829). *Aquacult Nutr* 16: 144-152.
60. Munsiri, P., Lovell, R.T., (1993). Comparison of satiate and restricted feeding of channel catfish with diets of varying protein quality in production ponds. *J. World Aquacult. Soc.* 24, 459–465.
61. Nelson, J. (1984). *Fishes of the World*. New York: John Wiley and Sons, 2nd ed..
62. Page, L., B. Burr. (1991). *A Field Guide to Freshwater Fishes*. Boston: Houghton Mifflin.
63. Parkos JIII, Wahl D.(2014). Effects of common carp (*Cyprinus carpio*), an exotic fish, on Aquatic Ecosystems. Illinois Natural History Survey report of January/ February 2000. University of Illinois Board of Trustees, Center for Aquatic Ecology; Victor Santucci, Jr., Max McGraw Wildlife Foundation.
64. Parkos JJ, Santucci VJJr., Wahl DH. (2003). Effects of adult common carp (*Cyprinus carpio*) on multiple trophic levels in shallow mesocosms. *Can J Fish Aquat Sci.* 60:182–192.
65. Rahman MM, Hossain MY, Jo Q, Kim SK, Ohtomi J, Meyer C. (2009). Ontogenetic shift in dietary preference and low dietary overlap in rohu (*Labeo rohita*) and common carp (*Cyprinus carpio*) in semi-intensive polyculture ponds. *Ichthyol Res.* 56:28–36.
66. Rahman MM, Jo Q, Gong YG, Miller SA, HossainMY. (2008c). A comparative study of common carp (*Cyprinus carpio* L.) and calbasu (*Labeo calbasu* Hamilton) on bottom soil resuspension, water quality, nutrient accumulations, food intake and growth of fish in simulated rohu (*Labeo rohita* Hamilton) ponds. *Aquaculture.* 285:78–83.
67. Rahman MM. 2015. Effects of co-cultured common carp on nutrients and food web dynamics in rohu aquaculture ponds. *Aquacult Environ Interact.* 6:223–232.
68. Ritvo G, Kochba M, Avnimelech Y. (2004). The effects of common carp bioturbation on fishpond bottom soil. *Aquaculture.* 242:345–356.
69. Sena, S.D., Trevor, A.A. (1965). *Fish nutrition in Aquaculture*. 1st Ed. London, pp: 1-308.
70. Shearer, K. D., (1994). Factors affecting the proximate composition of cultured fishes with emphasis on salmonids. *Aquaculture* 119, 63-88.
71. Smith, R. (1991). Social Behaviour. Pp. 509-529 in I Winfield, J Nelson, eds. *Cyprinid Fishes*. London: Chapman and Hall.

72. Subla BA (1967.) Studije o funkcionalnoj anatomiji probavnog kanala. dio III: o funkcionalnoj anatomiji uređaja za hranjenje i hrani nekih kašmirskih riba. *Kashmir Sci* 4: 148-166.
73. Takeuchi, T., Satoh, S., Kiron, V., (2002). Common carp, *Cyprinus carpio*. In: Webster, C.D., Lim, C.E. (Eds.), *Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture, Part II Freshwater Fish*. CABI Publishers, New York, USA, 245-261.
74. Tomelleri, J., M. Eberle. (1990). *Fishes of the Central United States*. Lawrence, Kansas: University Press of Kansas.
75. Trbović, D. K. (2014.). *Utjecaj načina ishrane na sadržaj lipida i sastav masnih kiselina u mesu šarana (Cyprinus carpio L., 1758) u poluintezivnom sistemu gajenja*. Doktorska disertacija.
76. Treer T., R. Safner, I. Aničić & M. Lovrinov. (1995). *Ribarstvo*. Globus. Zagreb.
77. Váradi, L., Lane, A., Harache, Y., Gyalog, G., Békefi, E., Lengyel, P., (2011). Regional Review on Status and Trends in Aquaculture Development in Europe – 2010, *FAO Fisheries and Aquaculture Circular 1061/1*, FAO, Rome, Italy, 257.
78. Weber MJ, Brown ML. (2009). Effects of common carp on aquatic ecosystems 80 years after 'carp as a dominant': ecological insights for fisheries management. *Rev Fish Sci.* 17:524–537.
79. Weber MJ, Brown ML. (2011). Relationships among invasive common carp, native fishes, and physicochemical characteristics in upper Midwest (USA) lakes. *Ecol Freshw Fish.* 20:270–278.
80. Wilson RP, Halver JE (1986). Potrebe riba za proteine i aminokiseline. *Ann Rev Nutr* 6: 225-24
81. Woynarovich A, Moth-Poulsen T, Peteri A. (2010). *Carp polyculture in Central and Eastern Europe, the Caucasus and Central Asia: a manual*. Rome: FAO.
82. Yang SD, Liou C, Liu F (2002). Effects of dietary protein level on growth performance , carcass composition and ammonia excretion in juvenile silver perch, *Bidyanus bidyanus*. *Aquaculture* 213: 363-372.

Popis slika

Slika 1.1. Obični šaran ili šaran golać, ulovljen u rijeci Lici (Autor: M. Sokolić).....	9
Slika 2.1.2.1. Države u kojima se uzgaja šaran (Izvor: FAO, 2006.).....	14
Slika 3.1.1. Ribnjak Grudnjak.....	22
Slika 3.1.2. Ribnjak Jasinje.....	22
Slika 3.2.1. Pregledna karta ribnjaka Grudnjak (table A1, A2 i B5 zeleno zaokružene; table B6, B8 i B10 žuto zaokružene).....	24
Slika 3.2.2. Pregledna karta ribnjaka Jasinje (table A3, A4 i A5 zeleno zaokružene; table A1, A2 žuto zaokružene).....	25
Slika 4.1.1. Grafički prikaz udjela n-3 i n-6 masnih kiselina na početku (srpnju 2021. g.) i kraju (veljača 2022.) istraživanja – ribnjak Grudnjak.....	31
Slika 4.2.1. Grafički prikaz udjela n-3 i n-6 masnih kiselina na početku (srpnju 2021. g.) i kraju (veljača 2022.) istraživanja – ribnjak Jasinje.....	35

Popis tablica

Tablica 3.2.1. Kemijski sastav potpune krmne smjese za šarana (Skretting Classic KL 1P i 2P).....	14
Tablica 4.1.1. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, srpanj 2021. .	18
Tablica 4.1.2. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, veljača 2022.	18
Tablica 4.1.3. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, srpanj 2021.	20
Tablica 4.1.4. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Grudnjak, veljača 2022.	21
Tablica 4.2.1. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, srpanj 2021.	22
Tablica 4.2.2. Kemijski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, veljača 2022.	23
Tablica 4.2.3. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, srpanj 2021.	24
Tablica 4.2.4. Masnokiselinski sastav mišićnog tkiva mlađi šarana – ribnjak Jasinje, veljača 2022.	25

Životopis

Marko Sokolić, bacc. ing. agr., rođen 25. lipnja 1995. u pitoreskom gradiću Gospiću gdje je završio osnovnu školu i nastavio svoje obrazovanje upisom u Opću gimnaziju. Na Veleučilištu u Karlovcu završio je preddiplomski studij Lovstva i zaštita prirode. Služi se nizom računalnih programa i engleskim jezikom (stupanj B1). Kroz cijelo akademsko obrazovanje, održavao ravnotežu između studiranja i izvanškolskih aktivnosti. Postigao uspjeha u raznim sportskim disciplinama. Osvojio nekoliko nagrada i priznanja na lokalnim i regionalnim natjecanjima. Svoju strast prema zaštiti prirode uključuje aktivnim članstvom Športsko ribolovne udruge „Lika“ Gospić. Želi raditi na stvaranju politika i strategija gospodarskog i socijalnog napretka, nadolazećim generacijama koja će uživati u čudesima prirode, bez štete za okoliš i prirodne izvore ključne za čovjeka i ljudske djelatnosti u budućnosti.