

Utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog brancina (*Dicentrarchus labrax*)

Tafra, Filip

Master's thesis / Diplomski rad

2024

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:162:644421>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-05**



Sveučilište u Zadru
Universitas Studiorum
Jadertina | 1396 | 2002 |

Repository / Repozitorij:

[University of Zadar Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu

Sveučilišni diplomski studij

Održivo upravljanje vodenim ekosustavima



Filip Tafra

**Utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog
brancina (*Dicentrarchus labrax*)**

Diplomski rad

Zadar, 2024.

Sveučilište u Zadru

Odjel za ekologiju, agronomiju i akvakulturu
Sveučilišni diplomski studij „Održivo upravljanje vodenim ekosustavima“

Utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog brancina (*Dicentrarchus labrax*)

Diplomski rad

Student/ica:
Filip Tafra

Mentor/ica:
doc. dr. sc. Slavica Čolak

Komentor/ica:
izv. prof. dr. sc. Lav Bavčević

Zadar, 2024.



Izjava o akademskoj čestitosti

Ja, **Filip Tafra**, ovime izjavljujem da je moj **diplomski** rad pod naslovom **Utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog brancina (*Dicentrarchus labrax*)** rezultat mojega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na izvore i radove navedene u bilješkama i popisu literature. Ni jedan dio mojega rada nije napisan na nedopušten način, odnosno nije prepisan iz necitiranih radova i ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem da ni jedan dio ovoga rada nije iskorišten u kojem drugom radu pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj, obrazovnoj ili inoj ustanovi.

Sadržaj mojega rada u potpunosti odgovara sadržaju obranjenoga i nakon obrane uređenoga rada.

Zadar, 2024.

ZAHVALA

Ovim putem se zahvaljujem mentorici doc. dr. sc. Slavici Čolak i komentoru izv. prof. dr. sc. Lavu Bavčeviću na pomoći pri izradi ovog diplomskog rada, stručnim savjetima i posvećenom vremenu.

Zahvaljujem se djelatnicima tvrtke Cromaris za pomoć oko obrade uzoraka ribe.

Također se zahvaljujem Marijani Filipi Košta i Ivanu Ušljebrki na pomoći pri prikupljanju podataka.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE	4
2.1. Biološke značajke brancina (<i>Dicentrarchus labrax</i>).....	4
2.2. Reprodukcijska sposobnost.....	7
2.3. Tehnologija uzgoja	8
2.4. Hranidba uzgajanog brancina	9
2.5. Indeks kondicije	10
2.5.1. Fultonov indeks kondicije	11
2.6. Gonadosomatski indeks	11
2.7. Viscerosomatski indeks	12
2.8. Hepatosomatski indeks	13
3. CILJEVI I SVRHA RADA	14
4. MATERIJALI I METODE	15
4.1. Statistička analiza.....	20
5. REZULTATI.....	21
6. RASPRAVA.....	33
7. ZAKLJUČAK	35
8. POPIS LITERATURE.....	36

Utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog brancina (*Dicentrarchus labrax*)

SAŽETAK

Brancin (*Dicentrarchus labrax*) nastanjuje obalna područja Europe i pripada porodici *Moronidae*. Uzgaja se u Sredozemlju, najviše u Grčkoj i Turskoj, te u ostalim zemljama kao što su Italija, Španjolska, Hrvatska itd. Najbitniji okolišni čimbenici koji određuju rast i razvoj brancina u uzgoju su temperatura i duljina dana. Hranidba omogućuje provođenje metaboličkih procesa rasta, održavanja i razvoja spolnih stanica. Prodajna težina ove vrste obuhvaća raspon od 350 g pa sve do 3 kg. Mužjaci spolnu zrelost postižu u 2. godini života, dok ženke postižu spolnu zrelost u 3. godini života. Mrijest brancina počinje u studenom i traje do travnja, te predstavlja važan biološki proces koji osigurava očuvanje vrste. Mrijest riba u uzgoju utječe na troškove uzgoja zbog utroška energije u ugradnju gonada. U ovom diplomskom radu procjenjivao se utjecaj spolne zrelosti na indeks kondicije uzgajanog brancina tijekom 12 mjeseci sa više uzgajališta smještenih u srednjem Jadranu. Prikupljali su se podaci tri starosne generacije, mjerila se ukupna masa, ukupna duljina tijela, masa gonada i masa utrobe. Rezultati istraživanja su pokazali dominaciju mužjaka (90%), te veću prosječnu masu i duljinu ženki. Odnosi su provjereni linearnom regresijom. Nisu uočeni statistički značajni dokazi koji bi upućivali na značajnu povezanost indeksa kondicije i gonadosomatskog indeksa. Pretpostavlja se da je glavni uzrok slaboj povezanosti visoka stabilnost indeksa kondicije kroz sve tri generacije. Zaključci ovog istraživanja ukazuju na potrebu za daljnjim istraživanjem kako bi se bolje razumjeli faktori utjecaja spolne zrelosti na indeks kondicije brancina i njihovog zdravlja u uzgojnim uvjetima.

Ključne riječi: *Dicentrarchus labrax*, indeks kondicije, gonadosomatski indeks

Influence of sexual maturity on the condition index of farmed sea bass (*Dicentrarchus labrax*)

SUMMARY

Sea bass (*Dicentrarchus labrax*) inhabits coastal areas throughout Europe, belongs to the *Moronidae* family. It is farmed mainly in the Mediterranean area, mostly in Greece and Turkey, and in other countries such as Italy, Spain, Croatia etc. The most important factors that determine the growth and development of sea bass in cultivation are temperature and photoperiod. The catch weight of this type of fish ranges from 350 g to 3 kg. Males reach sexual maturity in the 2nd year of life, while females reach sexual maturity in the 3rd year of life. Sea bass spawning begins in November and lasts until March, and is an important biological process that ensures the preservation of the species. Spawning of farmed fish affects the costs of farming due to the energy consumption in the installation of gonads. In this thesis, the influence of sexual maturity on the condition index of farmed sea bass was evaluated during 12 months from several farms located in the middle Adriatic. Data of three age generations were collected, total mass, total body length, gonad mass and visceral mass were measured. The results of the research showed male dominance (90%) and higher average weight and length of females. Relationships were verified by linear regression. No statistically significant evidence was observed that would point to any significant association between the condition index and the gonadosomatic index. It is assumed that the main cause of the weak association is the high stability of the condition index through all three generations. The conclusions of this research points to the need for further research in order to better understand the factors influencing sexual maturity on the condition index of sea bass and their health in farming conditions.

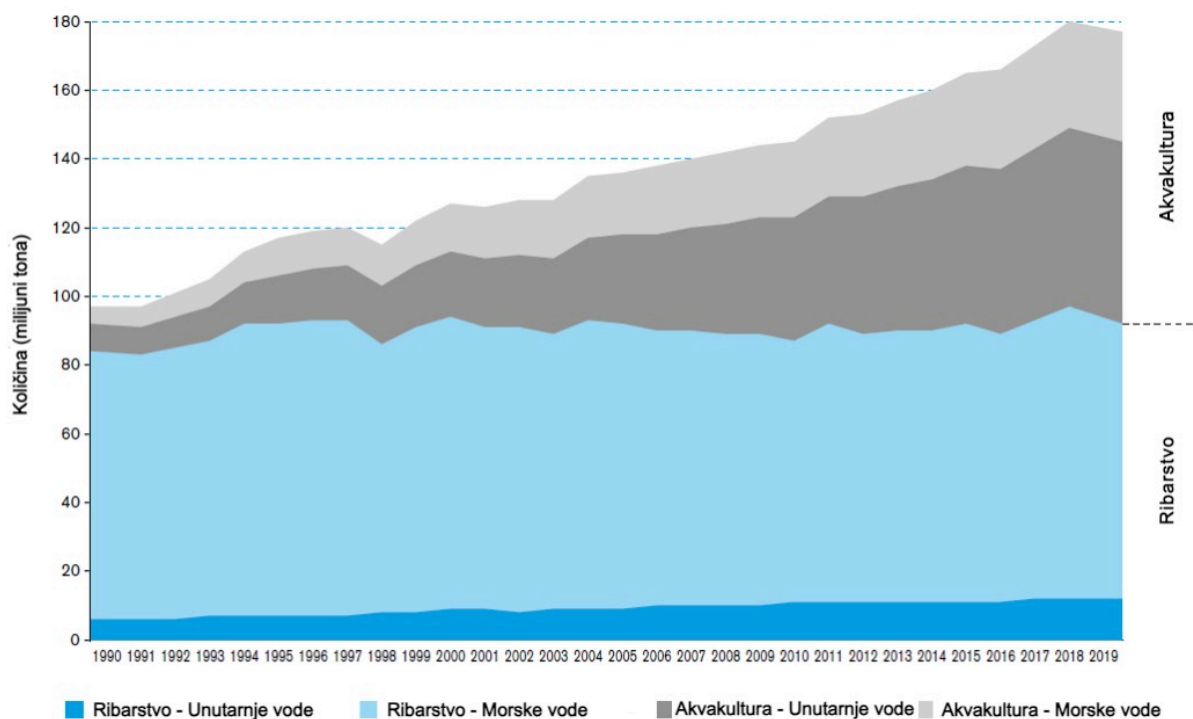
Key words: *Dicentrarchus labrax*, condition index, gonadosomatic index

1. UVOD

Akvakultura ili uzgoj riba, školjkaša i drugih vodenih organizama, predstavlja značajan sektor u globalnoj prehrambenoj industriji. S obzirom na rastuću svjetsku populaciju i sve veću potražnju za proteinima, akvakultura se ističe kao ključna industrija za održavanje stabilnosti opskrbe hranom u budućnosti. Marikultura, kao grana akvakulture, definirana je kao uzgoj, upravljanje i prikupljanje morskih organizama u njihovom prirodnom okruženju (Laird, 2001.). Raspon uzgajanih organizama uključuje morske alge, mekušce, rakove, plavu i bijelu ribu. Marikultura jest i sve će više biti važan proizvođač hrane na obalnim područjima, kao i izvor prihoda za obalne zajednice. Na taj način pridonosi opskrbljenosti tržišta plodovima mora, gospodarskom razvoju i poboljšavanju životnog standarda zajednica (Katavić i Vodopija, 2001.). Uzgoj riba omogućava kontroliranu proizvodnju visokokvalitetnih ribljih proizvoda i pridonosi održivom gospodarenju morskim resursima (Katavić i Vodopija, 2001.).

Značajan i brz razvoj akvakulture kao industrije (Slika 1.) s jedne strane dovodi do sumnje kupaca na smanjenu kvalitetu zbog visokog intenziteta proizvodnje, dok s druge strane pruža izvrsnu alternativu kupcima u odnosu na divlju ribu (Schlag i Ystgaard, 2013.).

Napominjem kako je originalan prikaz (Slika 1.) modificiran, odnosno preveden na hrvatski jezik od strane autora u svrhu boljeg razumijevanja grafa.



Slika 1. Prikaz odnosa svjetskog ribarstva i akvakulture u periodu 1990-2019.

(Izvor: Carvalho i Guillen, 2021.).

Kontrolirana proizvodnja brancina na području Sredozemlja započela je krajem 1970-ih, dok je kod orade započela početkom 1980-ih godina (Cardia i Lovatelli, 2007.). Marikultura Republike Hrvatske velikim dijelom se temelji na uzgoju brancina (*D. labrax*), orade (*Sparus aurata*), tune (*Thunnus thunnus*) i dagnje (*Mytilus galloprovincialis*) čija se proizvodnja kontinuirano povećava (Slika 2.). S obzirom na veliki gospodarski značaj uzgajanih proizvoda, jasna je potreba za postepenim razvojem nutritivno uravnotežene prehrane riba, osobito u vidu sadržaja proteina i energije. Način hranjenja uzgajanih organizama direktno utječe na učinkovitost rasta i gubitak hrane (Tsevis i sur., 1992.).



Slika 2. Grafički prikaz ukupne akvakulturne proizvodnje (u tonama) u Republici Hrvatskoj tijekom godina.

(Izvor: FAO, 2022.)

Na njihov rast i razvoj utječu razni okolišni čimbenici uključujući temperaturu, salinitet, duljina dana, količina otopljenih plinova, ekološko stanje vodenog stupca itd. Svi navedeni čimbenici mogu direktno utjecati na brzinu metabolizma i na razinu stresa uzgajane vrste (Lupatsch, 2005.).

Uspješnost proizvodnje ovisi i o reprodukciji vrste. Uzmemo li u obzir da orada i brancin relativno rano sazrijevaju može se zaključiti kako određeni dio energije troše na rast i reprodukciju, što ujedno povećava troškove same proizvodnje jer takvu potrošenu energiju valja nadoknaditi na način da se osigura dodatna količina hrane (Claireaux i Lagardère, 1999.). Sve je veći interes za uvođenje novih vrsta u akvakulturu kako bi se pronašla i zadovoljila nova tržišta. Starenišić i sur. (2004.) navode 3 parametra koji određuju novu potencijalnu vrstu za akvakulturu: osnovna biologija, dostupna proizvodna tehnologija i marketinška prihvatljivost.

Vrsta	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
Lubin	6.220	6.089	6.754	9.083	10.034
Komarča	5.591	6.774	7.780	7.599	7.506
Hama	**	**	**	999	1.086
Tuna	3.227	2.747	3.323	5.104	3.271
Dagnja	882	947	503	854	1.006
Kamenica	54	61	14	56	90
Ostale vrste*	808	725	618	81	109
UKUPNO (t)	16.782	17.343	18.992	23.777	23.101

Slika 3. Proizvodnja u marikulturi RH po vrstama za razdoblje 2018. - 2022. (izražena u tonama).

(Izvor: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=14>).

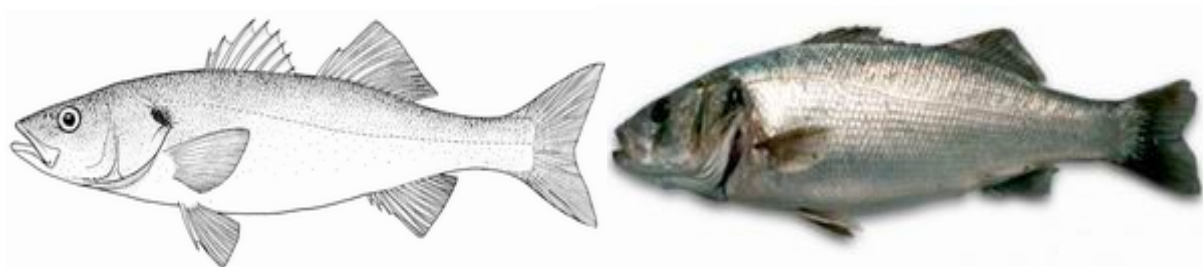
Ostale vrste* - zubatac, gof, kalifornijska pastrva, jakovljeva kapica, morska spužva.

Najznačajniji porast u proizvodnji za navedeno razdoblje zabilježen je kod bijele ribe, u ovom slučaju brancina i orade (Slika 3.).

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Biološke značajke brancina (*Dicentrarchus labrax*)

Brancin je važna vrsta za uzgoj u Europi i Sredozemlju. Brojna su se istraživanja provela sa svrhom uspješnog procesa pripitomljavanja (Vandeputte i sur. 2019). Pripada redu koštunjača grgečki (*Perciformes*), te porodici *Moronidae* (Morretti, 1999.). Brancin je eurihalina i euritermna vrsta, što bi značilo da je sposobna preživjeti u uvjetima vrlo promjenjive temperature i saliniteta. Obitava na temperaturama između 8°C–24°C (Froese i Pauly, 2012.), iako je objavljeno da podnose temperature od 5°C u obalnim lagunama sjevernog Mediterana i do 27°C u laguni Bibana u Tunisu (Barnabé, 1986.) ili čak do 32°C (Barnabé, 1990.). Što se saliniteta tiče, najoptimalnija granica za rast i razvoj brancina je istraživana od strane Conidesa i Glamuzine (2006.) te iznosi preko 30‰. Brancin se ističe svojom gospodarskom i ekološkom važnošću.



Slika 4. Vanjski izgled brancina *D. labrax*.

(Izvor: Towers, L., 2010.)

Morfologija: Odlikuje ga izduženo tijelo s bočno spljoštenim oblikom prekriveno manjim ljuskama. Njegova glava i usta su relativno veliki s očima smještenim sa strane, što omogućava dobar vid i plivanje u različitim uvjetima. Ove morfološke karakteristike brancina pružaju mu prednosti u njegovom staništu. Izduženo tijelo omogućuje brzo plivanje, dok velika glava s dobrim vidom pomaže u detekciji hrane i predatora. Sposobnost prilagodbe boje omogućuje mu da se sakrije od predatora ili da se kamuflira u okolišu (Çoban i sur. 2011.).

Kod brancina iste dobi, pri konzumnoj veličini (>350 g), ženke su veće, imaju veću masu i brže rastu od mužjaka, ali su malobrojnije u uzgoju (Saillant i sur. 2001.). U eksperimentu provedenom od strane Saillant i sur. (2001.) veličinska diferencijacija je značajnija u početnim

stadijima razvoja, gdje dostiže 67% na 10 mjeseci starosti, u odnosu na stabilnijih 20% - 30% na 4 godine starosti.

Boja: Varijabilna je i može se mijenjati ovisno o okolišnim uvjetima. Može biti srebrna, smeđa ili zelena, a mogu se primijetiti i tamne pruge na tijelu. Boja najčešće varira između olovno-sive, srebrenkaste do srebrenkasto-bijele. Vidljive pjegice prisutne samo kod mlađih primjeraka (FAO, 2024.). Difuzna crna mrlja se može pronaći na gornjem dijelu škržnog poklopca (Jardas, 1996.). Ova prilagodljivost boje pomaže brancinu u mimikriji s okolišem i zaštiti od predatora (Pickett i Pawson, 1994.).

Veličina: Varira ovisno o dobi i uvjetima života. Može narasti do duljine od 1 metra, najveće težine do cca 15 kg. Najčešće se love primjerci oko 0,50kg (Marino i sur. 2014.). Ženke su veće mase od mužjaka (Saillant i sur. 2001.).

Stanište: Brancin je morska riba koja preferira obalna područja s muljevitim ili pjeskovitim dnom. Često se može naći u estuarijima, plitkim lagunama i uz obale s kamenitim grebenima. Izrazito teritorijalna vrsta koja se ponekad zadržava na istom području više mjeseci. Formiraju veća jata početkom mrijesta (Marino i sur. 2014.).

Rasprostranjenost: Brancin je rasprostranjen u umjerenim do suptropskim područjima sjevernog Atlantika i Sredozemnog mora, kao i duž cijelog Jadranskog mora. Zalazi u ušća rijeka, uglavnom se nalazi na dubinama do 20 m iako se može naći na dubinama do 100 m (Jardas, 1996.). Prema istraživanju Muñoz-Cueto i Vázquez (2014.), prisutan je duž svih Europskih obala od Norveške i Baltičkog mora na sjeveru, Crnog mora na istoku, pa sve do zapadnih obala Afrike i Sredozemnog mora (Slika 4.). Također vrijedi napomenuti da su populacije brancina prisutne u slatkovodnim rijekama koje su povezane s morem.

Prehrana: Najčešće se hrani sitnom ribom, glavonošcima, mekušcima i rakovima. Mladi primjerci se uglavnom hrane malim rakovima (amfipoda, mysidacea, izopod), dok primjerci veći od 20 cm preferiraju škampe, sitnu ribu i veće rakove kao glavni plijen (Morretti, 1999.). Hrani se u bilo koje doba dana i noći. Prehrambene navike su sklone promjeni, ovisno o veličini i starosti brancina, kao i veličini i tvrdoći plijena (Barnabe, 1980.).



Slika 5. Rasprostranjenost brancina (*Dicentrarchus labrax*) u svijetu.

(Izvor: <https://www.nw-ifca.gov.uk/managing-sustainable-fisheries/european-seabass/>)

Ribolov i gospodarska važnost: Brancin je riba koja ima visoku gospodarsku važnost zbog svoje izvrsne organoleptičke vrijednosti. Vrlo je cijenjen u gastronomiji zbog svog ukusnog mesa, bogatog omega-3 masnim kiselinama i visokog nutritivnog sadržaja (Marino i sur. 2014). Ribolov brancina može se provoditi komercijalno ili rekreativno. Ribari koriste različite ribolovne alate za ulov brancina. Osim što je važna riba za gospodarski ribolov, brancin se uzgaja kako bi zadovoljio potražnju tržišta za ovom vrstom ribe. Važno je primijetiti da uzgoj brancina u akvakulturi igra sve veću ulogu u opskrbi tržišta, doprinoseći održivosti resursa i smanjenju pritiska na divlje populacije (Çoban i sur., 2011.).

2.2. Reprodukcijska

Brancin je gonohoristična vrsta koja pokazuje poligenu determinaciju spola. Mužjaci spolno sazrijevaju u razdoblju druge godine života, dok ženke spolno sazrijevaju u razdoblju treće godine života (Saillant i sur. 2001.). U trenutku postizanja spolne zrelosti mužjaci su dugi 23-30 cm, a ženke 31-49 cm. Mrijest se odvija od prosinca do ožujka (Haffray i sur., 2007.). Na spolnu zrelost uvelike utječu čimbenici kao što su temperatura i duljina dana. Fotoperiod inducira gametogenezu (Büke, 2002.). Prema provedenom istraživanju Morrettia (1999.) raspon najoptimalnije temperature za induciranje mrijesta iznosi 13-15°C, dok minimalna temperatura iznosi 9-10°C, te maksimalna 18°C. Oba spola brancina mogu ostvariti gametogenezu pri salinitetu od samo 3‰, ali ne i mrijest (Zanuy i Carillo, 1984.) Mrijest je na temperaturama ispod 10 °C izrazito smanjen (Claireaux i Lagardère, 1999.). Na temelju tih podataka moguće je manipulirati navedenim čimbenicima i uzrokovati odgađanje mrijesta brancina u svrhu dodatnog povećanja mase. Do povećanja mase dolazi zbog korištenja energije hrane za rast umjesto za sazrijevanje gonada i mrijest. Tijekom gametogeneze ženke zahtijevaju hranu bogatiju proteinima i lipidima za razvitak vitelogeneze gdje dolazi do stvaranja žumanjka koji je prvi izvor hrane embrija i larvi (Morretti, 1999.). Ženke u prosjeku stvaraju 150 000 – 200 000 jaja po kilogramu mase. Jaja imaju promjer duljine 1,15-1,20 mm (Morretti, 1999.). Produkcija i sekrecija hormona tijekom reproduktivnog ciklusa ovisi o količini gonadotropina u gonadama, tj. o reproduktivnoj sposobnosti jedinke (Lloret i sur. 2014.). U njihovom prirodnom okruženju, omjer spolova je pristran ženkama, povećavajući se s 52,0% ženki kod mlađih riba do 69% u starijoj dobi (Vadeputte i sur., 2012.). Omjer spolova u uzgoju je pristran mužjacima 75-95% što je posljedica uzgojnih parametara za vrijeme ličinačke dobi i paternalnog utjecaja na koji je moguće utjecati selekcijom (Pavlidis i sur., 2000; Pifeerrer i sur., 2005; Saillant i sur., 2001; Saillant i sur., 2002.; Gorshkov i sur., 2003.).

2.3. Tehnologija uzgoja

Uzgojni ciklus dijelimo u tri faze:

- Uzgoj mlađi (1 g - 40 g)
- Uzgoj predkonzumne ribe (40 g - 250 g)
- Uzgoj konzumne ribe (>250 g)

Proces uzgoja započinje uzgojem mlađi u mrijestilištu gdje se nalazi matično jato. Mlađ se može proizvoditi, ali prema podacima Katavić (2004.), u Hrvatskoj se zbog manjka proizvodnje mlađ uvozi iz Italije i Francuske. Nasad mlađi se odvija u granici gustoće od 20 – 30 kg/m³. Nakon izlijeganja mlade ribe prolaze kroz različite faze razvoja. Ovisno o vrsti ribe, potrebno ih je hraniti odgovarajućom hranom u svrhu postizanja kontroliranih uvjeta uzgoja kako bi se osiguralo optimalno zdravlje i rast. Ova faza zahtijeva kontrolu parametara morske vode, odnosno kvalitete medija u kojem se nalaze. U sljedećoj fazi uzgoja nakon što ličinke dostignu težinu od samo nekoliko grama prenose se u kavezne objekte za uzgoj, gdje rastu i razvijaju se do konzumne veličine hraneći se peletiranom hranom. Te faze karakterizira redovito hranjenje, kontrola kvalitete vode, praćenje zdravlja riba i moguća primjenu lijekova ili preventivnih mjera očuvanja. Hranjenje predstavlja najutjecajnijiu varijablu o kojoj ovisi čak 50 – 80% ukupnih troškova uzgoja (Wei i sur., 2020.). Mnogi hidrološki parametri utječu na hranjenje (morske struje, valovi itd.), kao i potrebna količina proteina i masti kako bi se zadovoljila stopa rasta i konverzije hrane. Kada dostignu određenu težinu i veličinu, slijedi proces sortiranja proizvoda, pri čemu se transportira na tržište kao sušena, smrznuta ili ohlađena roba, ovisno o željama potrošača i zahtjevima tržišta.

2.4. Hranidba uzgajanog brancina

Hranidba ima vrlo bitnu ulogu u kontroliranom kaveznom uzgoju riba. Direktno utječe na rast i dobrobit ribe, kao i na samu kvalitetu proizvoda. Brancin se uzgaja jer se odlikuje izvrsnom kvalitetom mesa, povoljnim indeksom konverzije i prilagodljivošću na razne uzgojne uvjete. S ciljem dostizanja najboljih rezultata i očuvanja održivog uzgoja, poznavanje sastava hrane kojom se hrane ribe je od velike važnosti. Ispitivanje i analiza sastava hrane omogućuje napredak u vidu razvoja prehrane i lakšu prilagodbu prehrane različitim fazama razvoja (Abelli i sur. 2009.).

Iprva se početak komercijalnog uzgoja brancina uvelike temeljio na hranidbi modificiranom pastrvskom prešanom peletom, te na dohrani mljevenom srdelom. Danas se hranidba temelji na ekstrudiranoj hrani nutritivno prilagođenoj uzgoju morskih vrsta. Visoka raznolikost hrane na tržištu predstavlja rezultat traženja najoptimalnije kombinacije proizvoda za određene uvjete i za najčešće uvjete u mediteranskim uzgajalištima (Bavčević i Lovrinov, 2006.).

Početna faza uzgoja obuhvaća uzgoj zooplanktona u mrijestilištima koji služi kao hrana ličinkama brancina. Kod formiranja matičnog jata obavlja se pregled spolno zrelih matica, te im se određuje spol, mjere se i markiraju. Matice se hrane prethodno zaleđenom sitnom ribom, školjkama i glavonošcima, kao i suhom krmnom smjesom (Moretti, 1999.). Tijekom uzgoja brancina u bazenima, lagunama, plivajućim ili potopivim kavezima hranidba se uglavnom bazira na kompletnu suhu hranu tj. krmiva koja povećavaju uzgojni prirast. Preporučeni odnos probavljivih bjelančevina (DP) i probavljive energije (DE) u krmivu bi trebao biti između 19 i 21 g/MJ ili 21 i 24g/MJ, ovisno o dobnoj skupini (Kaushik, 1997.). Dodavanjem ribljeg ulja dodatno se osigurava količina esencijalnih masnih kiselina. Posebna pažnja pruža se hranama koje nazivamo tzv „starterima“, čija veličina ne prelazi 2 mm promjera i namijenjena je za ribu u najranijoj fazi uzgojnog ciklusa. Starteri moraju imati visoku razinu probavljivosti i proteina (Bavčević i Lovrinov, 2006.). Bavčević i Lovrinov (2006.) navode da se optimizacija nutritivnog sastava hrane temelji se na znanstvenim istraživanjima nakon kojih slijede ispitivanja u proizvodnim režimima.

2.5. Indeks kondicije

Indeks kondicije je mjerilo koje se koristi u biologiji riba za procjenu općeg zdravstvenog stanja i tjelesne kondicije jedinke. Ova mjera pruža informacije o energetskej ravnoteži, rastu, prehrani i općem stanju ribe (Jones i sur. 1999.). Indeks kondicije često se koristi i u istraživanjima ribljih populacija, akvakulture i ribarstva kako bi se procijenila produktivnost i zdravstveno stanje riba. Također se može koristiti za usporedbu kondicije ribe iz različitih staništa, različitih dobnih skupina ili za praćenje promjena u kondiciji tijekom vremena (Fazio i sur. 2020.).

Optimalan indeks kondicije ukazuje na dobru tjelesnu kondiciju ribe, što može ukazivati na adekvatnu prehranu, dobru funkciju organa i sposobnost za rast i razmnožavanje. S druge strane, nizak indeks kondicije može ukazivati na lošu tjelesnu kondiciju, što može biti rezultat nedostatka hrane, bolesti ili stresa (Fazio i sur. 2020.).

Galileo Galilei (1564-1642) bio je „začetnik“ indeksa kondicije i prvi koji je naveo i definirao takozvani „zakon kvadratne kocke“ (Froese, 2006.). Mnogo godina kasnije, Herbert Spencer (1864-1867) se nadovezuje na prvobitni zakon Galilea Galileia i navodi da mase u tijelima sličnih oblika variraju kao kocke linearnih dimenzija (Froese, 2006.). Naposljetku, Fulton (1904.) tvrdi kako navedeni zakon nije u potpunosti točan, te da većina vrsta više dobiva na težini nego na duljini. Također je otkrio kako masa u odnosu na duljinu varira ovisno o vrsti organizma, pa tako i mjestu i vremenu (Froese, 2006.). U istraživanju autorice Čolak (2009.), više puta su uzorkovani brancini iz uzgoja tijekom 2002. i 2003. godine, pri čemu rezultati istraživanja pokazali da je najveći prosječni mjesečni indeks kondicije brancina zabilježen u rujnu 2002. godine s vrijednošću od 1,17, dok je najmanji prosječni mjesečni indeks kondicije zabilježen u lipnju 2002. godine s vrijednošću od 0,96. Za 2003. godinu, najveći prosječni mjesečni indeks kondicije brancina zabilježen je u prosincu (1,11), dok je najmanji zabilježen u lipnju i srpnju iste godine (0,99). Iz priloženog se može zaključiti kako se indeks kondicije brancina u uzgoju mijenja sezonski.

Indeks kondicije obično se izračunava kao omjer tjelesne mase i duljine ribe. Postoje različite formule koje se koriste za izračun indeksa kondicije, a najčešće korištena je Fultonova formula.

2.5.1. Fultonov indeks kondicije

Fultonov indeks kondicije predstavlja često korištenu i lako razumljivu metodu za procjenu stanja i kondicije ribe. Naziv je dobio po znanstveniku koji je proučavao životinje i ribe Winthropu Fultonu. On je bio prvi koji je predložio i opisao taj izračun.

Fultonov indeks kondicije pretpostavlja izometrijski rast, točnije, da se tjelesna masa povećava proporcionalno sa kubnom duljinom. Nažalost, ova pretpostavka je rijetko točna za cijeli životni vijek ribe. Umjesto toga, ribe često pokazuju pozitivan alometrijski rast, tj. postaju zaobljenije nego što bi povećanje duljine impliciralo da je došlo do izometrijskog rasta (Hards i sur. 2019.).

$$IK = \frac{\textit{masa ribe (g)}}{\textit{duljina ribe}^3 \textit{ (cm)}} \times 100$$

Prema Fultonovoj formuli, indeks kondicije izražava se kao masa ribe podijeljena duljinom ribe, pomnožena s faktorom skaliranja kako bi se uspostavila referentna vrijednost. Indeks kondicije izračunava se za svaku jedinku posebno.

2.6. Gonadosomatski indeks

Gonadosomatski indeks (GSI) je mjera koja se koristi za procjenu reproduktivne zrelosti ribe. Ova mjera omogućuje kvantifikaciju omjera reproduktivnih organa (gonada) i tjelesne mase ribe te pruža uvid u fazu spolne zrelosti i reproduktivnu aktivnost jedinki.

Izračunava se kao omjer mase gonada i ukupne tjelesne mase ribe, a rezultat se često izražava kao postotak. Izračunavanje GSI-a provodi se na uzorcima riba iz populacije ili uzoraka koje se analiziraju tijekom različitih faza spolne zrelosti.

Visok GSI ukazuje na veći udio reproduktivnih organa u odnosu na tjelesnu masu ribe, što može ukazivati na spolnu zrelost i reproduktivnu aktivnost. Ovo je često povezano s povećanom proizvodnjom gameta (jaja ili spermija) i pripremom ribe za mrijest. S druge strane, nizak GSI obično ukazuje na nedostatak razvijenih ili aktivnih gonada, što može biti povezano s nezrelom ili neaktivnom reproduktivnom fazom (Kiran, 2015.).

GSI je važan parametar u istraživanjima reproduktivne biologije riba, akvakulture i ribarstva. Pomoću GSI-a moguće je pratiti sezonske promjene u spolnoj zrelosti i reproduktivnoj

aktivnosti ribe, identificirati ključne razdoblje mrijesta i reproduktivnog ciklusa te procijeniti populacijsku dinamiku i reproduktivni uspjeh ribljih populacija.

Važno je napomenuti da GSI ne pruža potpunu sliku reproduktivnog stanja ribe i da se često koristi u kombinaciji s drugim metodama i pokazateljima kako bi se dobio cjelovitiji uvid u reproduktivnu biologiju. Također je važno uzeti u obzir faktore kao što su dob, veličina i spol ribe prilikom interpretacije rezultata GSI-a (Flores i sur. 2019.).

U istraživanju Fahima i sur., (2016.), tijekom perioda od svibnja 2009. do travnja 2010. godine, rezultati su pokazali kako je trend fluktuacije gonadosomatskog indeksa ženki brancina bio isti tijekom mjeseci, pri čemu su gonade dobile na težini u kolovozu i rujnu i postepeno rasle do najveće mase u veljači. Period mrijesta je trajao do ožujka, nakon čega je očitan pad u težini gonada u travnju, te postepeno padao do srpnja. GSI najveću vrijednost dostiže u veljači gdje varira između 10,5-12,9 i najmanji je u srpnju sa vrijednostima ispod 1.

2.7. Viscerosomatski indeks

Viscerosomatski indeks (VSI) važan je parametar u biologiji riba za procjenu zdravlja i unutarnjih resursa riba. Ovo mjerenje daje informaciju o omjeru visceralne mase (mase unutarnjih organa) ribe i tjelesne mase, te omogućuje uvid u stanje vitalnih organa i raspodjelu energije u organizmu. VSI se naširoko koristi u istraživanju riblje populacije, akvakulture i ribarstva za procjenu zdravlja riba, statusa ishrane i rasta (Kroon i sur. 2017.). Primjena VSI daje uvid u stanje uhranjenosti, rast i opće zdravstveno stanje riba te se može koristiti u gospodarenju ribljim fondom, akvakulturi i ribarstvu (Ighwela i sur. 2014.).

Viscerosomatski indeks izračunat je kao omjer mase utrobe (V) i tjelesne mase (W), s jedinicama prilagođenim i skaliranim prema referentnim vrijednostima. Izračuni VSI mogu se provesti na pojedinačnim ribama ili skupinama riba kako bi se dobio prosječni indeks, a izražava se u postotku.

2.8. Hepatosomatski indeks

Hepatosomatski indeks (HSI) predstavlja parametar vrlo bitan u biološkim istraživanjima i procjenama stanja i kondicije ribljih populacija. Navedeni indeks nudi uvid i procjenu metabolizma i fiziološkog stanja organizma na način da računa omjer jetre i tjelesne mase samog organizma.

Izračunava se dijeljenjem mase jetre s ukupnom tjelesnom masom organizma i množenjem rezultata sa 100 kako bi se indeks izrazio u postotku.

Jetra, kao organ od ključne važnosti za probavu i metabolizam, može ukazati na promjene u skladištenju energije (Leão i sur. 2021.). Razina hepatosomatskog indeksa također direktno određuje količinu i razinu izloženosti onečišćenju (Grady i sur. 1992.).

Oscilacije u razini navedenog indeksa najčešće ukazuju na određene promjene u okolišu ili u hrani koju organizmi konzumiraju. Na taj način, visoki HSI može ukazivati na povećanje energetske potrebe organizma, zbog promjene u temperaturi ili u količini hrane. Isto tako, niski HSI može upućivati na stres ili pothranjenost. U današnjoj akvakulturi, u fazama uzgoja ribe u kontroliranim uvjetima često dolazi do promjena u prehrani ili okolišu, što čini navedeni indeks vrlo dobrim i osjetljivim pokazateljem prilagodbe organizama na takve promjene (Katavić i Vodopija, 2001.).

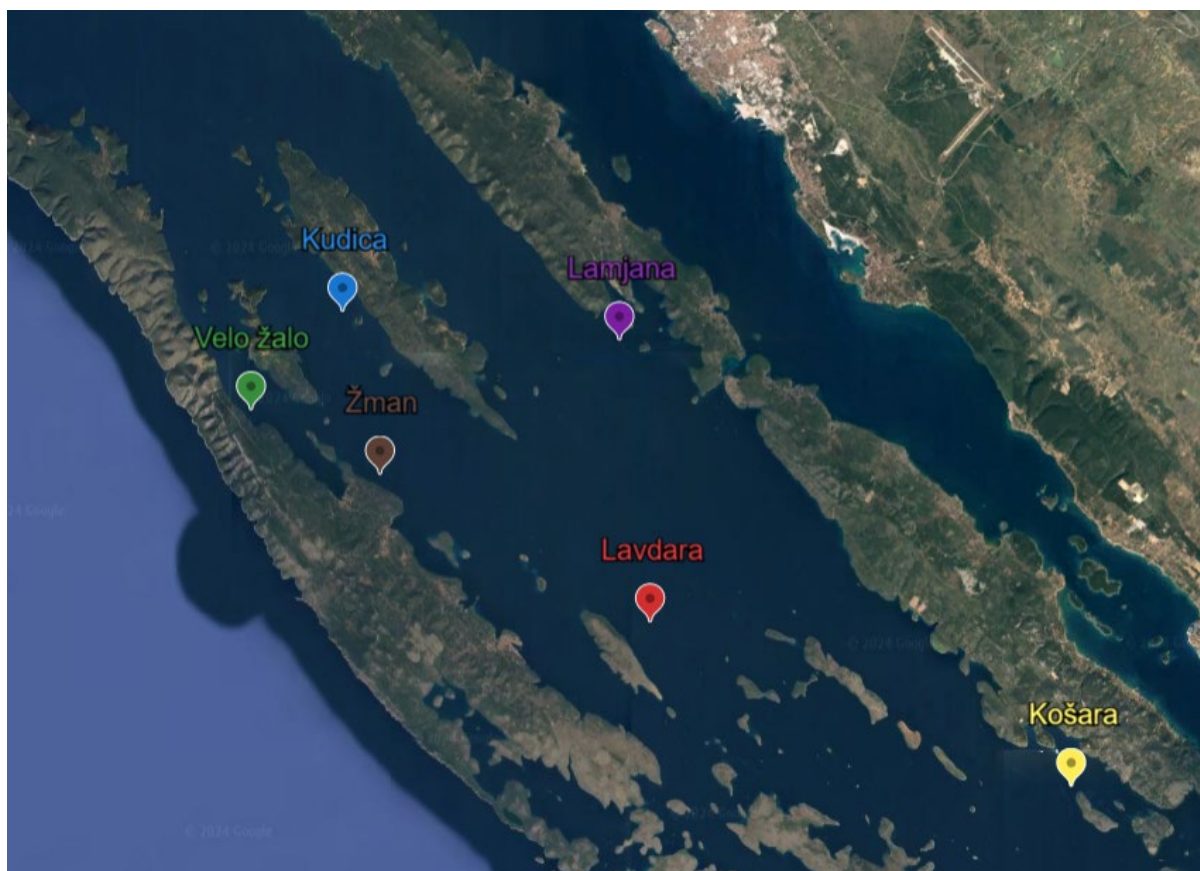
3. CILJEVI I SVRHA RADA

Cilj ovog diplomskog rada je istražiti kako spolna zrelost utječe na indeks kondicije brancina koji se uzgaja s posebnim naglaskom na promjene u tjelesnoj kondiciji ribe u različitim fazama reproduktivnog ciklusa. Ovaj rad će dati odgovore na pitanja da li postoji značajna korelacija između spolne zrelosti i kondicije kavezno uzgajanog brancina na području srednjeg dijela istočne obale Jadranskog mora, i ako postoji, u kojem razmjeru.

Svrha ovog istraživanja je doprinos boljem razumijevanju spolnih čimbenika koji utječu na kondiciju uzgajanog brancina te intenzitet utjecaja. Bolje razumijevanje omogućit će kvalitetnije analize proizvodnih rezultata u svrhu uspješnijeg upravljanja proizvodnjom.

4. MATERIJALI I METODE

Istraživanje je provedeno u sklopu tvrtke Cromaris d.d. u razdoblju od 12 mjeseci, od mjeseca studenog 2021. godine do studenog 2022. godine. Podatci su prikupljeni na uzorcima izlovljenih brancina iz proizvodnih kaveza uzgajališta smještenih u srednjem Jadranu (Slika 5.). Navedena uzgajališta imaju veoma sličan temperaturni profil mora i tehnologiju hranidbe. Temperatura mora mjerena je na 8 m dubine jedanput dnevno. Prikupljani su uzorci brancina iz više uzgojnih kaveza na različitim lokacijama iz tri nasadne generacije.

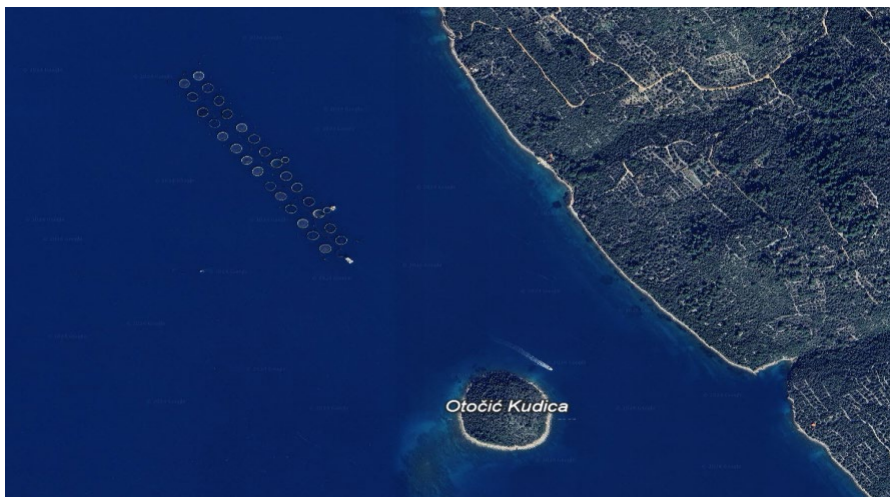


Slika 6. Lokacije uzgajališta.

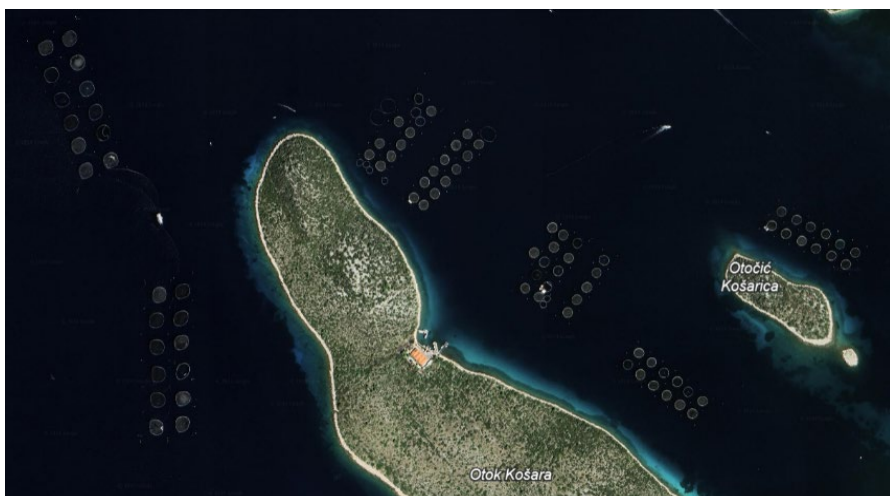
(Izvor: Izrada autora)



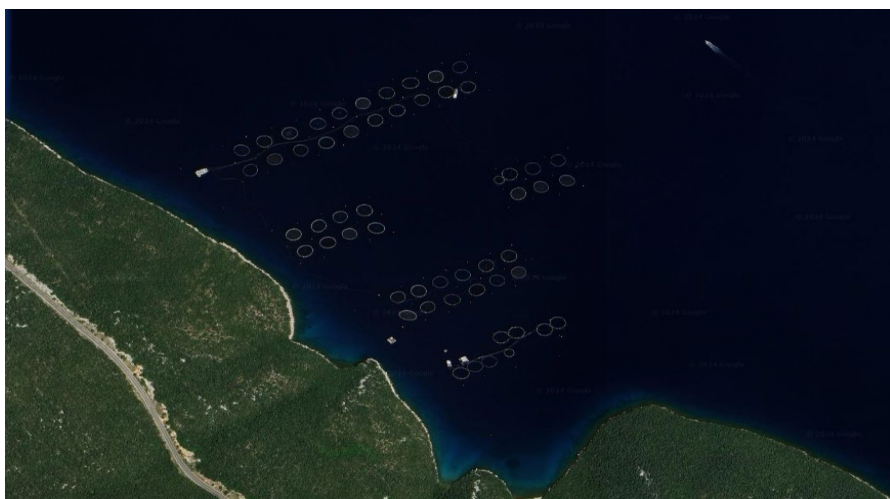
Slika 7. Lokacija uzgajališta Lamjana. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)



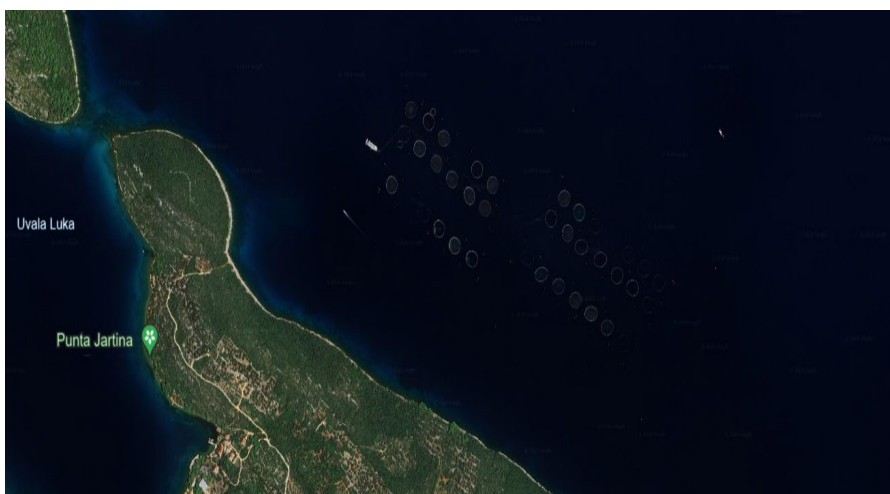
Slika 8. Lokacija uzgajališta Kudica. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)



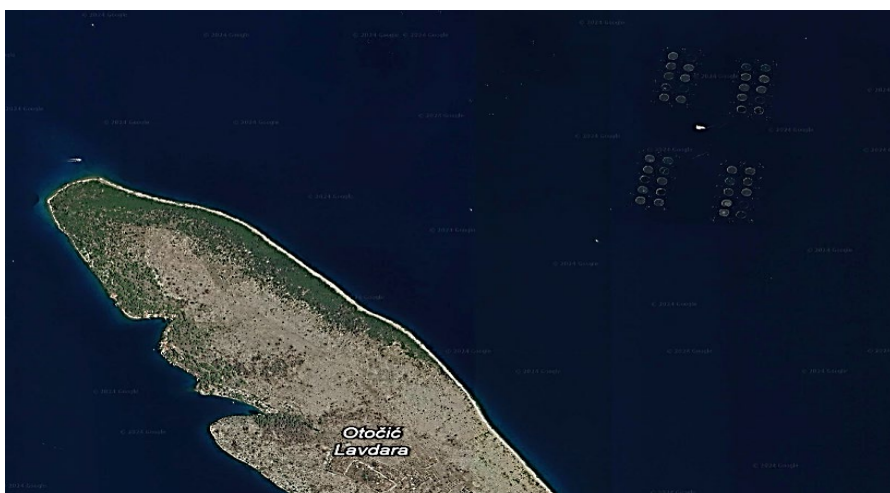
Slika 9. Lokacija uzgajališta Košara. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)



Slika 10. Lokacija uzgajališta Velo žalo. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)



Slika 11. Lokacija uzgajališta Žman. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)



Slika 12. Lokacija uzgajališta Lavdara. (Izvor: <https://earth.google.com/web/>)

Najstarija generacija nasadena je 2017. godine i nazvana je grupa A, druga je nasadena 2018. godine i nazvana je grupa B, treća generacija nasadena je 2019. godine i nazvana je grupa C. Svaku od navedenih generacija čine uzorci prikupljeni sa svih lokacija uzorkovanja, odnosno svih 6 uzgajališta srednjeg Jadrana uključenih u ovo istraživanje.

Uzorci su prikupljeni na izlovu ribe. Svi uzorci su uzimani iz kaveza koji su bili na suspenziji hranjenja prije izlova od 3 do 7 dana. Iz svakog kaveza uzeto je nasumično 20 komada. Napravljena je biometrija svakog pojedinog primjerka, koja je obuhvatila mjerenje ukupne duljine i mase. Ukupna duljina ribe (L_t) izmjerena je pomoću ihtiometra s milimetarskom podjelom, a ukupna masa tijela (W), utrobe sa škragama, gonada i perivisceralne masti s digitalnom vagom koja ima preciznost od 0,1 g (Slika 6.). Vizualno je određen je spol po morfološkim karakteristikama (Slika 7.).

Na temelju rezultata provedenih mjerenja izračunati su: indeks kondicije (IK), gonadosomatski indeks (GSI), viscerosomatski indeks (VSI) i eviserosomatski indeks (EVSI):

$$IK = [W / L_t^3] \times 100 \quad (1)$$

$$GSI = [\text{masa gonada (g)} / W \text{ (g)}] \times 100 \quad (2)$$

$$VSI = [\text{masa utrobe (g)} / W \text{ (g)}] \times 100 \quad (3)$$

$$EVSI = [W \text{ (g)} - \text{masa iznutrica (g)} / L_t^3 \text{ (cm)}] \times 100 \quad (4)$$



Slika 13. Mjerenje morfometrijskih parametara brancina.

(Izvor: Izrada autora)



Slika 14. Gonade mužjaka brancina.

(Izvor: Izrada autora)

4.1. Statistička analiza

Korištena je osnovna statistička analiza podataka, dok su odnosi obrađeni s linearnom regresijom izvršenom unutar programa Microsoft Excel. Prilikom izražavanja korelacija izračunat je i koeficijent determinacije (R^2). U istraživanju je korišten Pearsonov koeficijent korelacije.

5. REZULTATI

Rezultati mjerenja temperatura mora prikazani su u Tablici 1. Najviša dnevna temperatura mora izmjerena je na uzgajalištu Kudica na datum 07.07.2022. i iznosila je 25,90 °C, a najniža temperatura mora izmjerena je na uzgajalištu Žman na datum 14.02.2022. i iznosila je 11 °C. Najviša prosječna mjesečna temperatura mora je zabilježena u srpnju uzgajališta Kudica s vrijednošću od 24,3 °C, dok je najniža bila u ožujku uzgajališta Lavdara 11,79 °C. Najveća prosječna temperatura mora za istraživano razdoblje izmjerena je na uzgajalištu Kudica i iznosila je 18,25 °C, a najniža na uzgajalištu Žman sa 17,7 °C.

Tablica 1. Prosječna mjesečna temperatura mora na uzgajalištima (°C).

	Košara	Lamjana	Velo žalo	Kudica	Žman	Lavdara
Studeni	18,08	18,07	17,89	18,11	17,95	18,11
Prosinac	15,84	15,96	15,75	16,05	15,87	16,19
Siječanj	13,90	13,86	13,75	13,95	13,67	13,82
Veljača	12,91	12,66	12,62	12,63	11,94	12,57
Ožujak	12,15	12,05	12,07	12,2	11,89	11,79
Travanj	13,73	13,74	13,17	13,77	13,24	13,43
Svibanj	17,74	17,69	17,24	17,9	16,9	17,11
Lipanj	22,07	21,92	21,68	22,23	21,59	22,02
Srpanj	23,16	23,28	24,02	24,3	23,87	23,77
Kolovoz	22,40	22,27	23,57	23,76	23,28	23,12
Rujan	22,03	22	22,12	22,83	21,94	21,95
Listopad	20,42	20,37	20,42	21,22	20,33	20,45

U provedenom jednogodišnjem istraživanju ukupno je prikupljeno 1555 jedinki brancina iz 3 starosne generacije sa 6 različitih uzgajališta srednjeg Jadrana, sa udjelom mužjaka u ukupnom uzorku 90%. Generacija C je bila generacija s najviše pregledanih jedinki, ukupno 718. Generacija A je pregledano 336 i u generaciji B 501 jedinki. Udio mužjaka u generaciji A je iznosio 89%, generaciji B 91%, dok je u generaciji C iznosio 90%. Prosječna ukupna duljina i prosječna ukupna masa ženki bila je veća u odnosu na mužjake u sve tri generacije (Tablica 2; Tablica 3.; Tablica 4.). Testiranje razlika težine između mužjaka i ženki nije napravljeno zbog premalog broja ženki.

Tablica 2. Prikaz srednjih vrijednosti (\pm standardna devijacija) za opažanja po mjesecima generacije A.

Spol	Opazanja	Studeni	Prosinac	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz
m	Lt	48,55 \pm 2,58	49,84 \pm 2,60	47,26 \pm 3,46	46,16 \pm 3,46	43,24 \pm 3,87	44,39 \pm 3,31	46,21 \pm 3,56	47,83 \pm 4,50	46,92 \pm 3,17	47,21 \pm 4,02
m	W	1391,52 \pm 236,28	1382,37 \pm 273,17	1160,28 \pm 302,99	1050,86 \pm 252,94	808,58 \pm 235,11	898,11 \pm 237,09	1062,88 \pm 269,70	1116,75 \pm 319,11	1054,48 \pm 254,58	1152,81 \pm 331,81
m	IK	1,21 \pm 0,78	1,11 \pm 0,08	1,08 \pm 0,08	1,05 \pm 0,07	0,97 \pm 0,09	1,01 \pm 0,13	1,06 \pm 0,13	1,00 \pm 0,10	1,00 \pm 0,07	1,07 \pm 0,05
m	GSI	2,32 \pm 1,15	3,17 \pm 0,43	4,10 \pm 0,74	3,18 \pm 1,35	2,13 \pm 1,18	1,01 \pm 0,68	0,54 \pm 0,25	0,31 \pm 0,11	0,18 \pm 0,09	0,09 \pm 0,02
m	VSI	18,18 \pm 1,68	16,58 \pm 1,44	16,18 \pm 1,61	14,92 \pm 2,18	12,61 \pm 1,40	11,64 \pm 1,56	12,70 \pm 2,22	11,80 \pm 1,21	13,39 \pm 1,22	14,74 \pm 1,31
m	EVSI	0,99 \pm 0,06	0,92 \pm 0,07	0,90 \pm 0,06	0,89 \pm 0,06	0,85 \pm 0,07	0,89 \pm 0,11	0,92 \pm 0,09	0,89 \pm 0,09	0,87 \pm 0,06	0,91 \pm 0,04
ž	Lt	55,53 \pm 3,23	53,2		53,7 \pm 1,76		52,36 \pm 6,02	51,5	54,5 \pm 3,76		
ž	W	1957,67 \pm 290,91	1950,4		1826,92 \pm 181,69		1538,12 \pm 461,15	1320	1584 \pm 396,74		
ž	IK	1,14 \pm 0,03	1,3		1,18 \pm 0,13		1,05 \pm 0,10	0,97	0,96 \pm 0,09		
ž	GSI	4,34 \pm 1,57	7,18		13,20 \pm 5,19		4,37 \pm 3,09	1,55	1,28 \pm 0,63		
ž	VSI	17,71 \pm 1,89	18,7		20,23 \pm 6,62		14,90 \pm 2,65	11,42	13,18 \pm 0,97		
ž	EVSI	0,94 \pm 0,04	1,05		0,94 \pm 0,07		0,89 \pm 0,07	0,86	0,84 \pm 0,08		

Prazna polja označavaju razdoblje u kojem nije bilo brancina određenog spola u uzorku, dok prosječne vrijednosti bez standardne devijacije označavaju samo jednu jedinku u uzorku.

Lt – ukupna duljina, W – masa, IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, VSI - viscerosomatski indeks, EVSI - eviscerosomatski indeks.

Najveća prosječna ukupna duljina mužjaka generacije A je bila u uzorcima prikupljenim u studenom i prosincu, a najmanja u uzorcima prikupljenim u ožujku i travnju. Prosječna ukupna duljina ženki generacije A je bila najveća u uzorku uzetom u studenom, a najmanja u uzorku uzetom u svibnju. Najveća prosječna težina mužjaka ove generacije je izmjerena u uzorku uzetom u studenom i prosincu, dok je najmanja težina izmjerena u uzorcima uzetim u ožujku i travnju. Ženke najveću prosječnu težinu bilježe u uzorcima uzetim u studenom i prosincu, a najmanju u uzorku uzetom u svibnju. Generacija A nije imala prisutnih ženskih jedinki brancina u uzorcima uzetim u siječnju, ožujku, srpnju, kolovozu, rujnu i listopadu, dok je u uzorcima uzetim u prosincu i svibnju bilježila samo jednu jedinku brancina. Mužjaci generacije A nisu bili prisutni u uzorcima uzetim u rujnu i listopadu (Tablica 2.).

Tablica 3. Prikaz srednjih vrijednosti (\pm standardna devijacija) za opažanja po mjesecima generacije B.

Spol	Opazanja	Studeni	Prosinac	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Listopad
m	Lt	44,30 \pm 3,98	41,72 \pm 3,50	44,00 \pm 2,50	40,93 \pm 4,52	42,02 \pm 4,09	41 \pm 4,15	42,6 \pm 4,01	46,7 \pm 3,82	44,3 \pm 3,02	45,45 \pm 4,07
m	W	970,57 \pm 285,36	819,95 \pm 237,58	874,4 \pm 133,43	742,19 \pm 276,05	764,49 \pm 262,79	711,08 \pm 297,55	753,41 \pm 255,84	982,03 \pm 352,93	907,07 \pm 222,90	1031,10 \pm 290,77
m	IK	1,09 \pm 0,08	1,10 \pm 0,15	1,02 \pm 0,08	1,03 \pm 0,08	0,99 \pm 0,10	0,98 \pm 0,08	0,94 \pm 0,09	0,93 \pm 0,10	1,03 \pm 0,09	1,08 \pm 0,19
m	GSI	2,09 \pm 1,16	2,44 \pm 1,10	3,51 \pm 1,01	2,72 \pm 0,90	3,10 \pm 1,41	1,84 \pm 1,10	0,50 \pm 0,56	0,32 \pm 0,18	0,13 \pm 0,05	0,78 \pm 0,75
m	VSI	15,92 \pm 1,64	15,60 \pm 2,00	15,59 \pm 1,99	14,94 \pm 1,95	13,22 \pm 2,02	12,92 \pm 1,42	11,89 \pm 1,44	12,09 \pm 1,30	14,43 \pm 1,21	14,72 \pm 1,62
m	EVSI	0,91 \pm 0,07	0,93 \pm 0,14	0,86 \pm 0,06	0,88 \pm 0,06	0,86 \pm 0,08	0,86 \pm 0,07	0,83 \pm 0,08	0,82 \pm 0,08	0,88 \pm 0,07	0,92 \pm 0,17
ž	Lt	48,70 \pm 2,43	46,22 \pm 5,35	46,7	43,55 \pm 2,05	48,45 \pm 15,77	47,62 \pm 4,53	46,55 \pm 2,19	45,43 \pm 3,06	47,3 \pm 6,08	50,8 \pm 4,97
ž	W	1281,83 \pm 193,13	1086,45 \pm 386,74	1002	946,6 \pm 216,94	1435,33 \pm 3	1113,6 \pm 290,47	971 \pm 222,03	881,62 \pm 248,36	1064,5 \pm 385,37	1430,5 \pm 399,22
ž	IK	1,10 \pm 0,07	1,06 \pm 0,10	0,98	1,14 \pm 0,10	1,05 \pm 0,10	1,03 \pm 0,15	0,95 \pm 0,09	0,92 \pm 0,11	0,98 \pm 0,02	1,08 \pm 0,09
ž	GSI	3,80 \pm 2,54	3,43 \pm 3,54	13,75	8,17 \pm 3,69	8,76 \pm 5,58	6,54 \pm 4,68	3,70 \pm 2,63	1,43 \pm 0,27	1,21 \pm 0,08	2,80 \pm 1,56
ž	VSI	16,89 \pm 2,51	15,28 \pm 3,23	22,49	18,86 \pm 3,27	17,84 \pm 5,48	17,21 \pm 3,95	14,18 \pm 1,49	11,81 \pm 1,01	13,18 \pm 2,07	13,47 \pm 1,49
ž	EVSI	0,91 \pm 0,05	0,90 \pm 0,08	0,76	0,92 \pm 0,12	0,86 \pm 0,03	0,85 \pm 0,10	0,82 \pm 0,09	0,81 \pm 0,10	0,85 \pm 0,01	0,93 \pm 0,09

Prazna polja označavaju razdoblje u kojem nije bilo brancina određenog spola u uzorku, dok prosječne vrijednosti bez standardne devijacije označavaju samo jednu jedinku u uzorku.

Lt – ukupna duljina, W – masa, IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, VSI - viscerosomatski indeks, EVSI - eviscerosomatski indeks.

Prosječna ukupna duljina mužjaka generacije B bilježi najveću vrijednost u uzorcima uzetim u lipnju i listopadu, a najmanju u uzorcima uzetim u veljači i travnju. Kod ženki prosječna ukupna duljina je najveća u uzorcima uzetim u studenom i listopadu, a najmanja u uzorcima uzetim u veljači i lipnju. Prosječna masa mužjaka dostiže najveću vrijednost u uzorcima uzetim u lipnju i listopadu, a najmanju u uzorcima uzetim u veljači i travnju, dok ženke najveću masu bilježe u uzorcima uzetim u ožujku i listopadu, odnosno najmanju u uzorcima uzetim u veljači i lipnju. Generacija B nije bilježila prisutnost ženki i mužjaka brancina u uzorcima uzetim u kolovozu i rujnu, dok je u uzorku uzetom u siječnju zabilježena samo jedna ženka brancina (Tablica 3.).

Tablica 4. Prikaz srednjih vrijednosti (\pm standardna devijacija) za opažanja po mjesecima generacije C.

Spol	Opažanja	Studeni	Prosinac	Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad
m	Lt	37,9 \pm 2,92	36,46 \pm 3,44	36,76 \pm 3,01	38,07 \pm 2,91	38,0 \pm 2,80	38,29 \pm 2,77	37,65 \pm 2,58	39,33 \pm 4,14	38,52 \pm 2,88	38,58 \pm 3,98	38,99 \pm 2,59	41,3 \pm 3,41
m	W	606,59 \pm 150,90	563,66 \pm 172,95	549,26 \pm 137,49	586,60 \pm 154,43	618,92 \pm 154,44	615,01 \pm 157,50	562,39 \pm 134,64	628,92 \pm 197,68	589,42 \pm 162,11	618,93 \pm 227,55	605,63 \pm 118,63	757,1 \pm 192,14
m	IK	1,10 \pm 0,07	1,14 \pm 0,20	1,08 \pm 0,07	1,04 \pm 0,09	1,10 \pm 0,07	1,08 \pm 0,16	1,03 \pm 0,08	1,00 \pm 0,08	1,01 \pm 0,09	1,03 \pm 0,08	1,01 \pm 0,06	1,06 \pm 0,09
m	GSI	2,39 \pm 0,94	2,83 \pm 0,86	3,28 \pm 1,37	2,98 \pm 1,14	2,82 \pm 1,34	1,41 \pm 1,07	0,31 \pm 0,11	0,19 \pm 0,08	0,18 \pm 0,05	0,19 \pm 0,07	0,45 \pm 0,20	0,67 \pm 0,46
m	VSI	17,71 \pm 1,72	17,45 \pm 2,32	16,75 \pm 1,51	15,62 \pm 1,74	15,22 \pm 2,62	13,32 \pm 2,36	12,83 \pm 1,68	13,21 \pm 1,82	14,08 \pm 1,88	13,51 \pm 3,62	14,45 \pm 1,44	14,33 \pm 1,68
m	EVSI	0,90 \pm 0,05	0,94 \pm 0,16	0,90 \pm 0,05	0,88 \pm 0,06	0,94 \pm 0,06	0,93 \pm 0,13	0,90 \pm 0,06	0,87 \pm 0,06	0,86 \pm 0,06	0,89 \pm 0,05	0,87 \pm 0,05	0,90 \pm 0,07
ž	Lt	39,7 \pm 3,27	39,69 \pm 3,58	43,67 \pm 2,67	39,13 \pm 4,78	42,23 \pm 3,30	43,41 \pm 5,15	40,6	43,45 \pm 3,54	43,5	50,1	51,8	45,5 \pm 1,69
ž	W	752,8 \pm 219,41	733,76 \pm 230,99	968,75 \pm 228,84	667,74 \pm 243,90	819,90 \pm 180,16	865,01 \pm 264,31	814,9	847,2 \pm 270,49	823	1331,12	1432	1116,3 \pm 173,94
ž	IK	1,18 \pm 0,15	1,14 \pm 0,08	1,15 \pm 0,07	1,08 \pm 0,04	1,08 \pm 0,06	1,03 \pm 0,11	1,22	1,01 \pm 0,06	1	1,06	1,03	1,18 \pm 0,09
ž	GSI	6,43 \pm 2,83	8,78 \pm 2,84	8,66 \pm 4,59	11,63 \pm 3,27	5,66 \pm 3,15	2,40 \pm 1,81	1,52	1,04 \pm 0,30	1,04	0,74	0,89	1,15 \pm 0,22
ž	VSI	21,08 \pm 3,67	21,07 \pm 2,55	19,98 \pm 3,59	22,78 \pm 2,37	17,78 \pm 3,33	13,94 \pm 2,45	15,46	12,73 \pm 4,07	14,78	11,73	12,58	14,24 \pm 0,87
ž	EVSI	0,93 \pm 0,09	0,90 \pm 0,06	0,92 \pm 0,06	0,84 \pm 0,03	0,88 \pm 0,04	0,89 \pm 0,07	1,03	0,88 \pm 0,04	0,85	0,93	0,9	1,01 \pm 0,07

Prazna polja označavaju razdoblje u kojem nije bilo brancina određenog spola u uzorku, dok prosječne vrijednosti bez standardne devijacije označavaju samo jednu jedinku u uzorku.

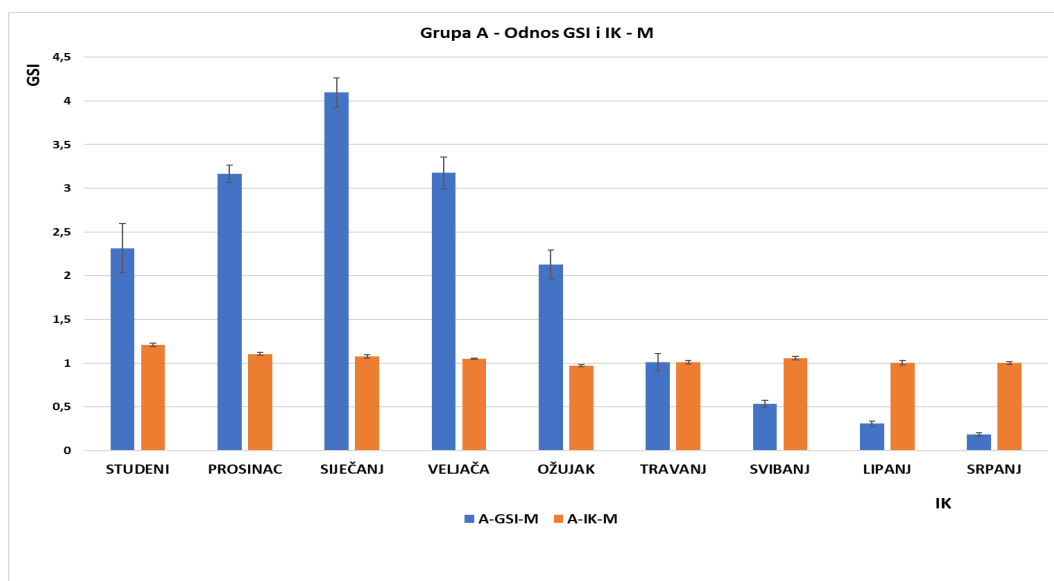
Lt – ukupna duljina, W – masa, IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, VSI - viscerosomatski indeks, EVSI - eviscerosomatski indeks.

Najveća vrijednost prosječne ukupne duljine generacije C kod mužjaka zabilježena je u uzorcima uzetim u lipnju i listopadu, a najmanja u uzorcima uzetim u prosincu i siječnju. Ženke su bile najdulje u uzorcima uzetim u kolovozu i rujnu, ali ukoliko uzmemo u obzir da se taj podatak temelji na samo jednoj jedinki po mjesecu, vrijedi napomenuti kako uzorci uzeti u listopad i siječanj bilježe najveću prosječnu duljinu, ukoliko računamo mjesece sa više od 1 uzorka po mjesecu (radi preciznije usporedbe). Prosječna mjesečna masa mužjaka je najveća u uzorcima uzetim u lipnju i listopadu, te najmanja u uzorcima uzetim u siječnju i svibnju. Kod ženki prosječna mjesečna masa je najveća u uzorcima uzetim u kolovozu i rujnu (jedna jedinka po mjesecu), ali radi preciznije usporedbe vrijedi napomenuti da uzorci uzeti u siječanj i listopad imaju najveće vrijednosti ukoliko uzimamo u obzir mjesece s više od jednog uzorka. Najmanju prosječnu masu ženke bilježe u prosincu i veljači.

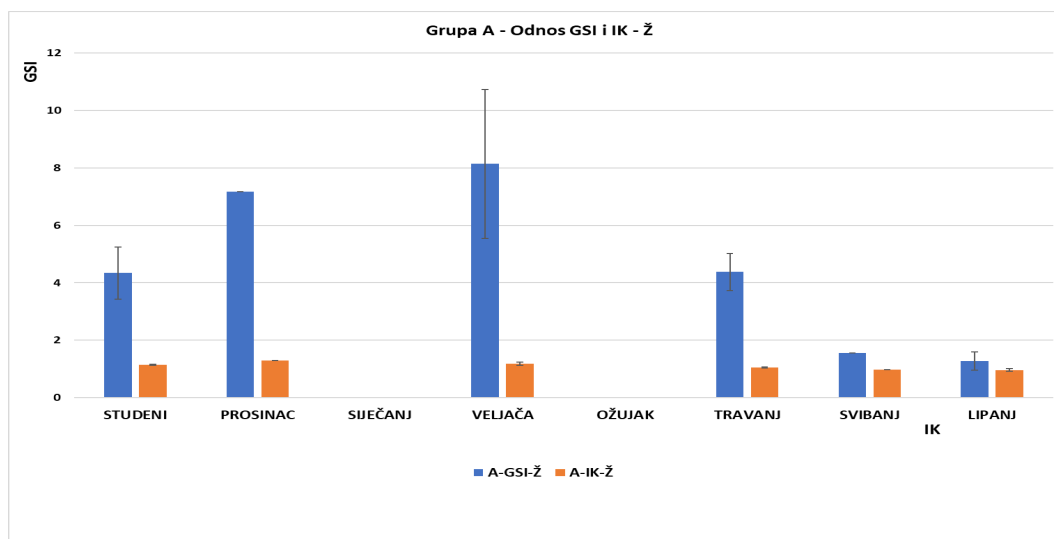
Ženke generacije C su bile prisutne u svim mjesecima, za razliku od generacija A i B. Naime, u svibnju, srpnju, kolovozu i rujnu zabilježena je po jedna ženka brancina (Tablica 4.).

5.1. Usporedba biometrijskih podataka za generacije A, B i C

Gonadosomatski indeks brancina za tri starosne generacije (nasad: 2017. 2018. i 2019.), za mužjake i ženke, prikazan je po mjesecima u periodu 2021. – 2022. na slikama 8., 9., 10., 11., 12. i 13. Gonadosomatski indeks u većini generacija postiže najvišu vrijednost u uzorcima uzetim u siječnju i veljači, pri čemu se osjetan pad u vrijednosti događa u uzorku uzetom u travnju, te dostiže najnižu vrijednost u uzorku uzetom u kolovozu. Promjene prosječnog indeksa kondicije, za sve tri generacije ima podjednake vrijednosti.

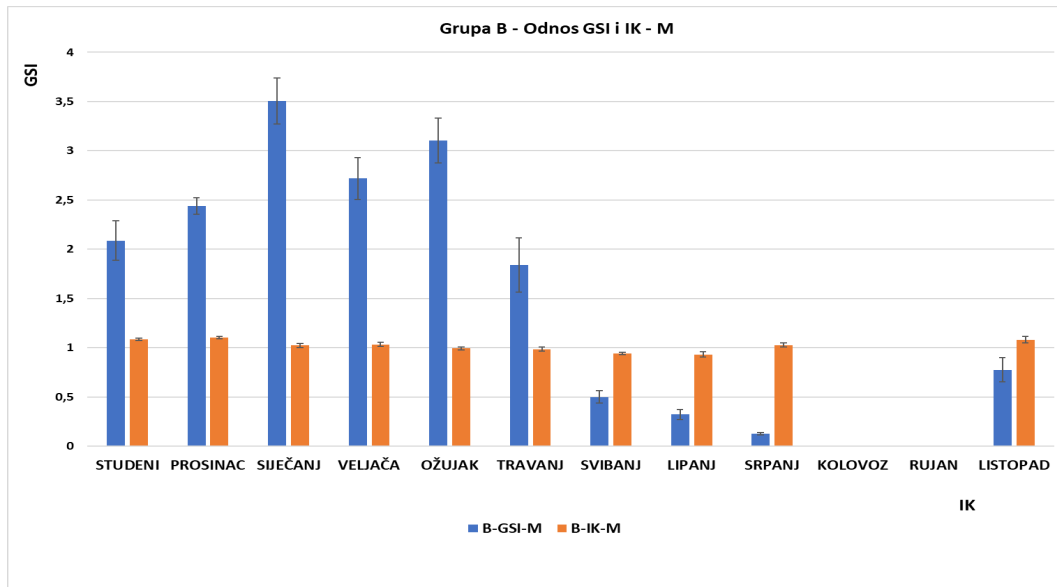


Slika 15. Usporedba GSI i IK za generaciju mužjaka 2017. god. Grupa A - generacija 2017., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, M - mužjaci.

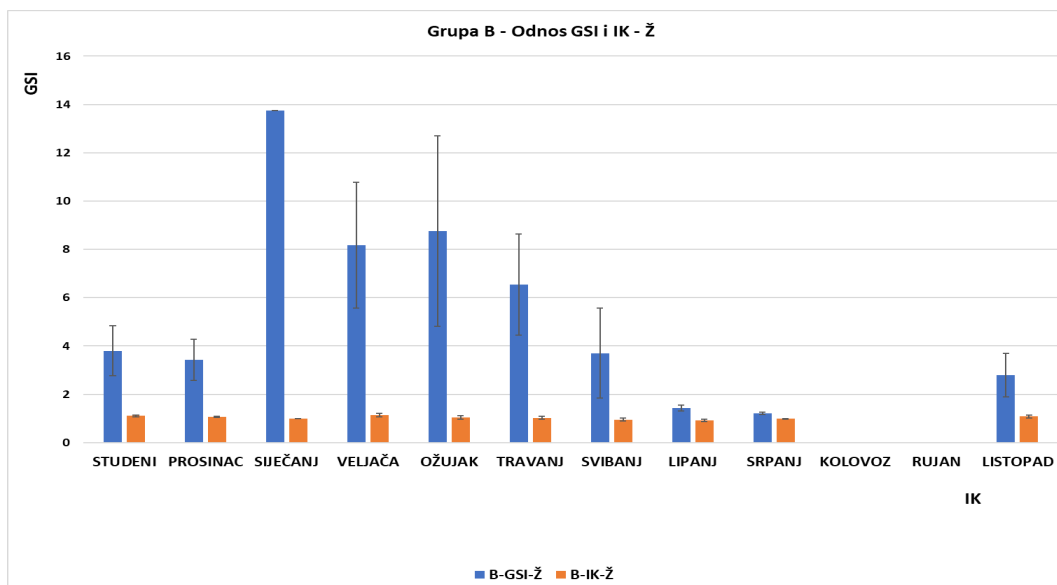


Slika 16. Usporedba GSI i IK za generaciju ženki 2017. god. Grupa A - generacija 2017., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, Ž - ženke.

Na slikama 8. i 9., može se primijetiti grafički prikaz grupe/generacije A i odnos indeksa kondicije i gonadosomatskog indeksa. Tijekom cijelog istraživačkog perioda generacije A vrijednosti indeksa kondicije zadržavao je približno slične vrijednosti bez značajnih oscilacija. Gonadosomatski indeks mužjaka najveću vrijednost dostiže u uzorku uzetom u siječnju, a najmanju u uzorku uzetom u srpnju, dok kod ženki najveću vrijednost dostiže u veljači, a najmanju u lipnju.

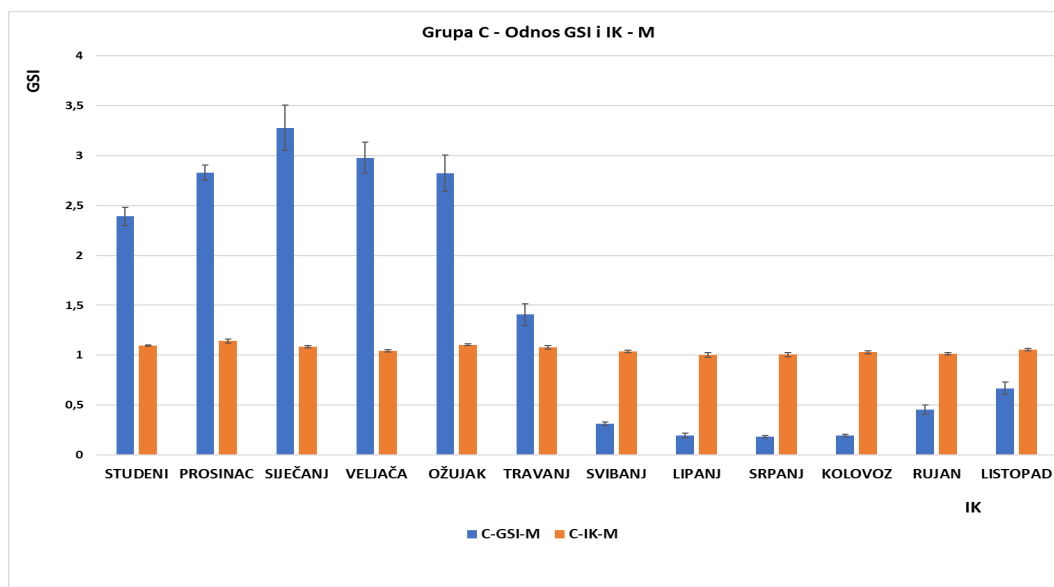


Slika 17. Usporedba GSI i IK za generaciju mužjaka 2018. god. Grupa B - generacija 2018., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, M - mužjaci.

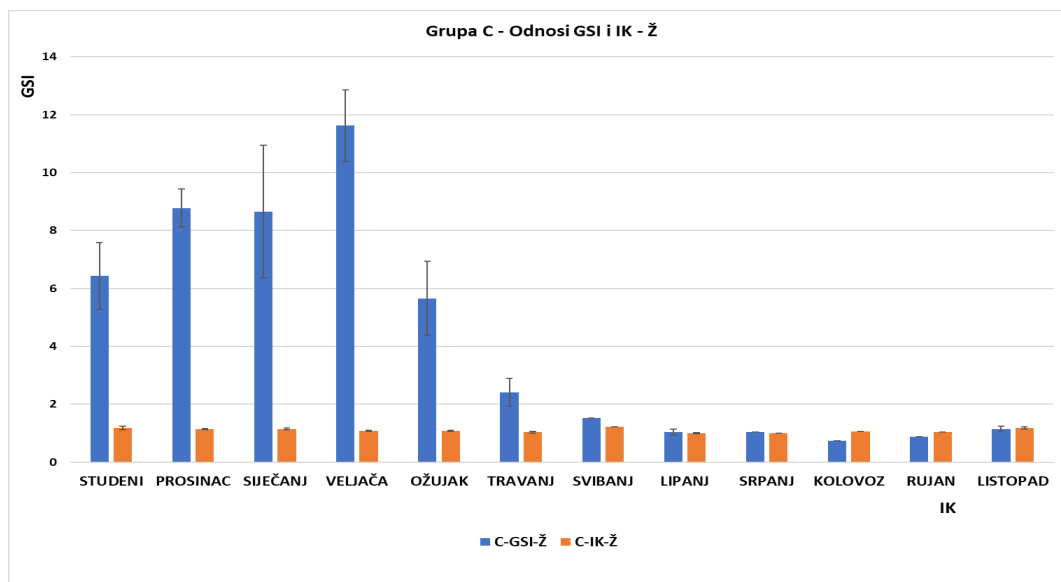


Slika 18. Usporedba GSI i IK za generaciju ženki 2018. god. Grupa B - generacija 2018., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, Ž - ženke.

Na grafičkom prikazu generacije B (Slika 10., Slika 11.) nema velikih oscilacija u vrijednostima indeksa kondicije mužjaka i ženki. Najveća prosječna mjesečna vrijednost gonadosomatskog indeksa mužjaka i ženki utvrđen je u uzorcima uzetim u siječnju i veljači, odnosno najmanja u uzorcima uzetim u lipnju i srpnju.



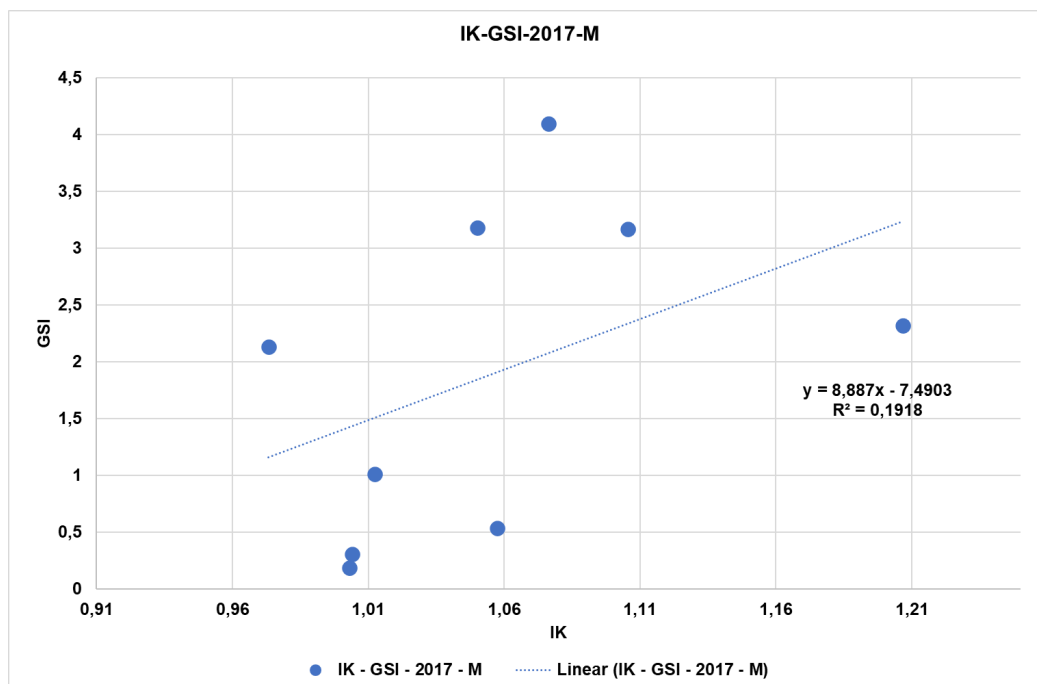
Slika 19. Usporedba GSI i IK za generaciju mužjaka 2019. god. Grupa C - generacija 2019., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, M - mužjaci.



Slika 20. Usporedba GSI i IK za generaciju ženki 2019. god. Grupa C - generacija 2019., GSI - gonadosomatski indeks, IK - indeks kondicije, Ž - ženke.

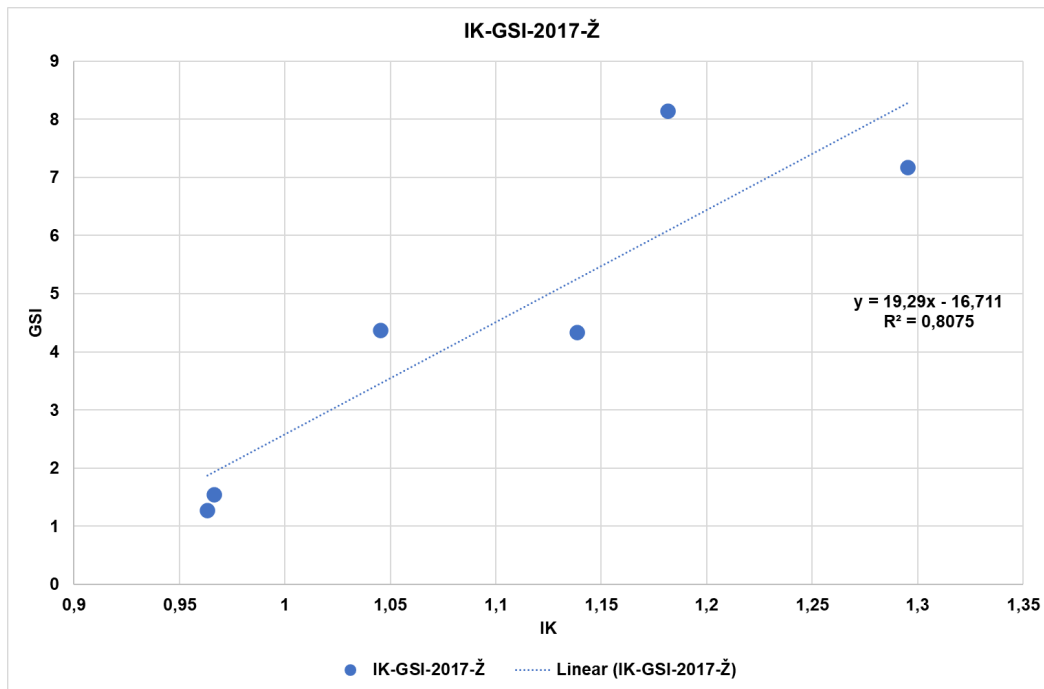
Najveće vrijednosti prosječnog gonadosomatskog indeksa generacije C utvrđene su u uzorcima uzetim u prosincu, siječnju i veljači, dok je najmanja utvrđena u uzorcima uzetim u kolovozu i srpnju za mušjake, odnosno u kolovozu i rujnu za ženke. Kao i u prethodne dvije generacije, vrijednosti indeksa kondicije nisu značajnije oscilirale.

Odnos između indeksa kondicije i gonadosomatskog indeksa za mušjake i ženke brancina, (nasad: 2017. 2018. i 2019.) je procijenjen linearnom regresijom.



Slika 21. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za mušjake 2017. god.

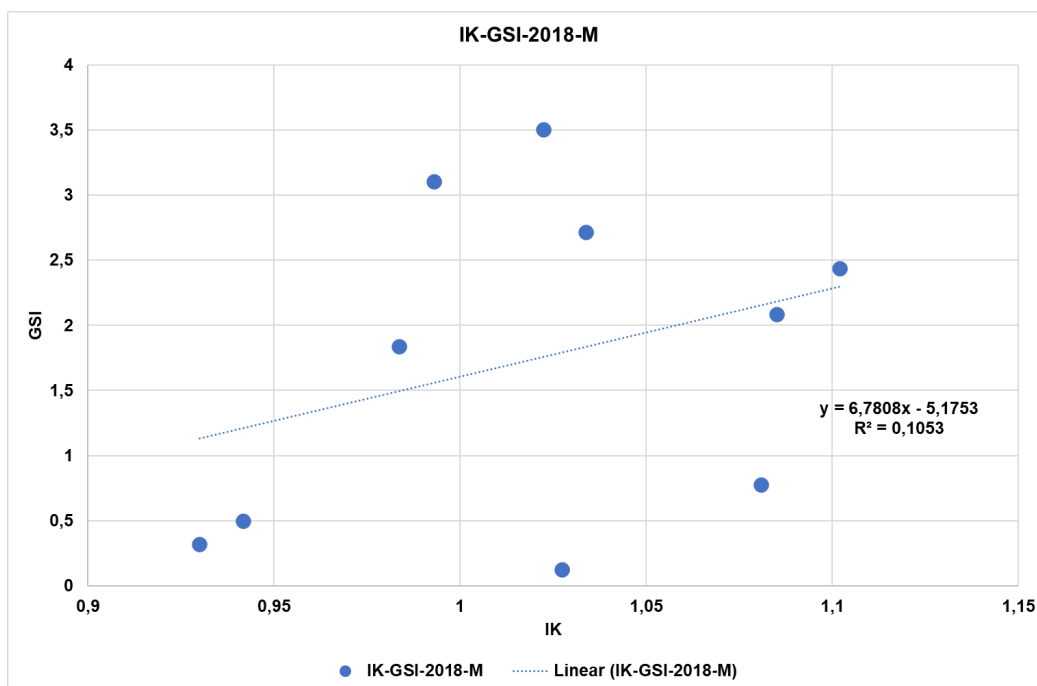
IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2017 - generacija, M - mušjaci, R^2 - koeficijent determinacije.



Slika 22. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za ženke 2017. god.

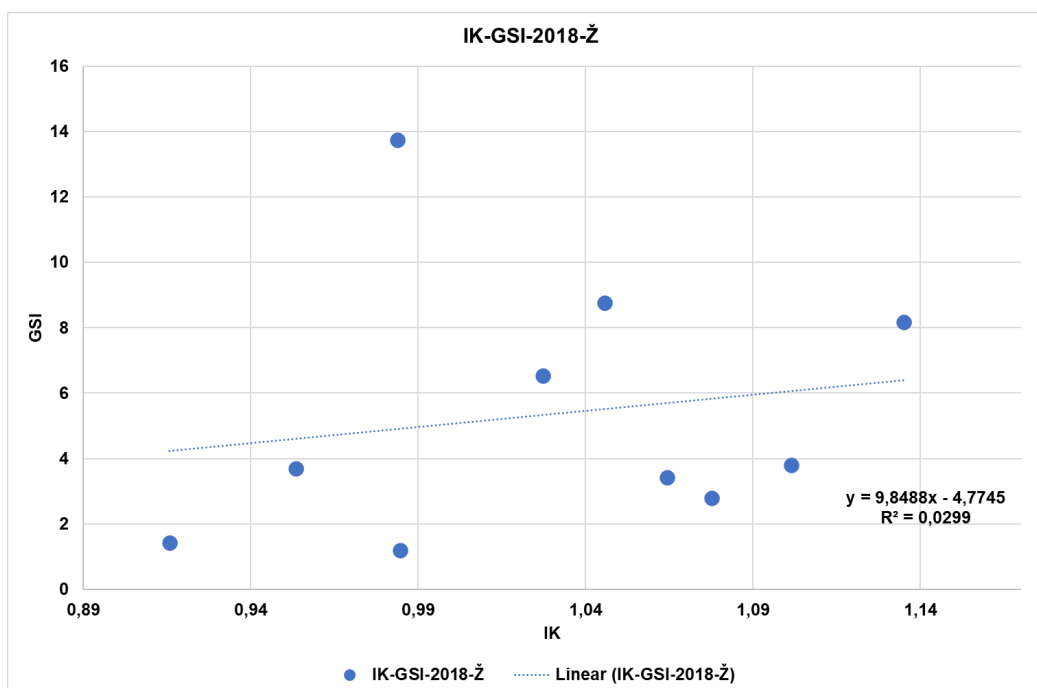
IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2017 - generacija, Ž - ženke, R^2 - koeficijent determinacije.

Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI mužjaka generacije 2017. (Slika 14.) ukazuje na nizak koeficijent determinacije ($R^2 = 0.1918$) što znači da je niska vrijednost procjene linearne zavisnosti ovih varijabli. Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI ženki generacije 2017. (Slika 15.) ukazuje na najviši koeficijent determinacije u ovom istraživanju ($R^2 = 0.8075$), što znači da je vjerojatnost procjene linearne zavisnosti ovih varijabli visoka.



Slika 23. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za mužjake 2018. god.

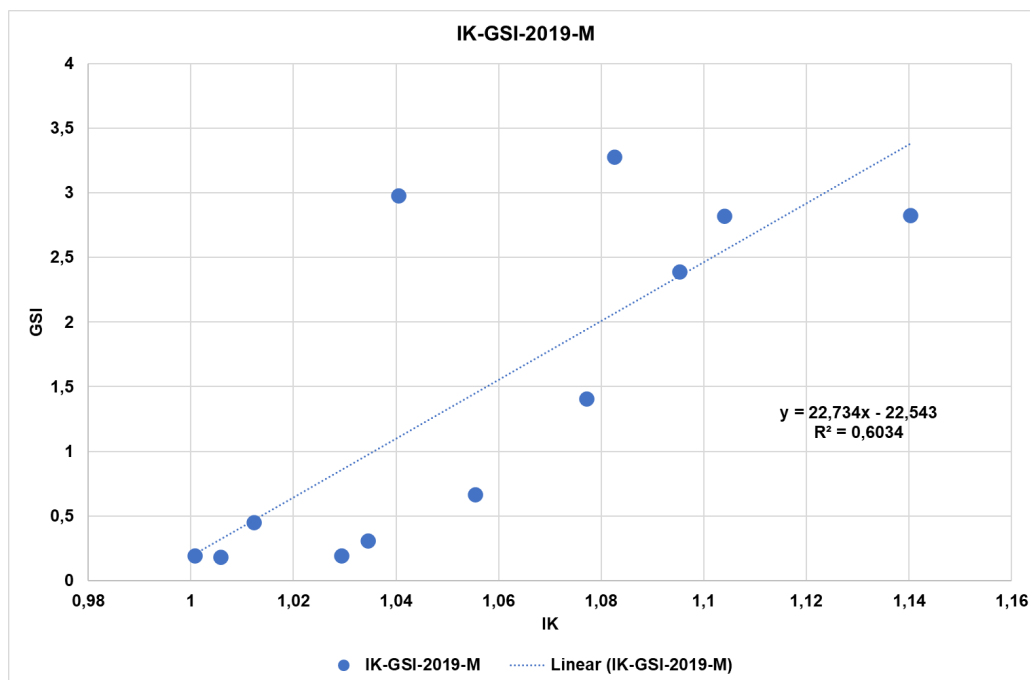
IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2018 - generacija, M - mužjaci, R^2 - koeficijent determinacije.



Slika 24. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za ženke 2018. god.

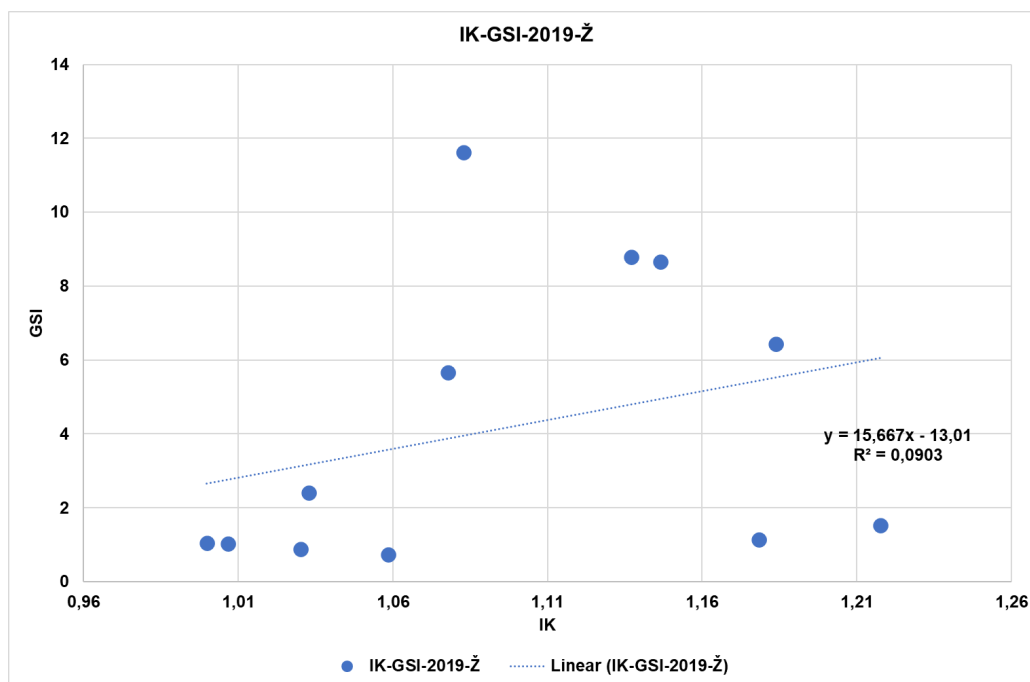
IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2018 - generacija, Ž - ženke, R^2 - koeficijent determinacije.

Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI mužjaka generacije 2018. (Slika 16.) ukazuje na nizak koeficijent determinacije ($R^2 = 0,1053$), odnosno da je vjerojatnost procjene linearne zavisnosti ovih varijabli niska. Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI ženki generacije 2018. (Slika 17.) ukazuje na najniži koeficijent determinacije u ovom istraživanju ($R^2 = 0,0299$), odnosno da je vjerojatnost procjene linearne zavisnosti ovih varijabli vrlo niska.



Slika 25. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za mužjake 2019. god.

IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2019 - generacija, M - mužjaci, R^2 - koeficijent determinacije.



Slika 26. Prikaz linearne korelacije IK i GSI za ženke 2019. god.

IK - indeks kondicije, GSI - gonadosomatski indeks, 2019 - generacija, Ž - ženke, R^2 - koeficijent determinacije.

Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI mužjaka generacije 2019. (Slika 18.) ukazuje na značajan koeficijent determinacije ($R^2 = 0,6034$), odnosno da je ukupna varijabilnost dobro procijenjena linearnom regresijom.

Regresijska analiza za korelaciju IK i GSI ženki generacije 2019. (Slika 19.) ukazuje na nizak koeficijent determinacije ($R^2 = 0,0903$) odnosno da je ukupna varijabilnost vrlo slabo procijenjena linearnom regresijom.

6. RASPRAVA

Izmjena godišnjih doba i promjene temperature mora imaju važnu ulogu u metabolizmu uzgajanog brancina, a samim time i na indeks kondicije i gonadosomatski indeks, zbog čega je bitno utvrditi temperaturni profil svakog istraživnog područja (Pawlowicz, 2013.). Mjerenjem dnevnih temperatura mora na svim uzgajalištima utvrđen je jednak godišnji trend i vrlo slične prosječne mjesečne temperature. Ovakvi rezultati ukazuju da različite lokacije u ovom radu možemo tretirati kao jedno istraživno područje. Temperaturni trend bio je sličan istraživanju provedenom od strane Čolak, (2009.) gdje je temperatura mora na lokacijama srednjeg Jadrana imala sličan trend sa najhladnijim mjesecima (siječanj i veljača) i najtoplijim (srpanj i kolovoz).

Ovo istraživanje provedeno je u periodu od studenog 2021. do studenog 2022. god. na uzorcima 3 starosne generacije uzgajanog brancina. U sve tri generacije su dominirali mužjaci, udio je bio od 89% u generaciji A do 91% u generaciji B. Rezultati našeg istraživanja su u skladu s istraživanjem Felipe i sur. (2008.) koji navode kako su u uzgoju mužjaci brojniji od ženki, ali i sporije rastu. Istraživanje je također pokazalo veće somatske indekse kod ženki, kao i veću ukupnu duljinu i masu. S navedenim podacima se poklapa i istraživanje Faggione i sur. (2021.) u kojima su ženke bile značajno teže i duže od mužjaka.

Usporedbom najvećih prosječnih mjesečnih vrijednosti indeksa kondicije ovog istraživanja (studen i prosinac) koji je iznosio 1,14 sa onim iz istraživanja Čolak, (2009.) koji je iznosio 1,15 u rujnu, zaključiti ćemo da su maksimalne vrijednosti indeksa kondicije gotovo jednake u oba istraživanja i obuhvaćaju različite mjesece. Promatranjem triju generacija, u našem istraživanju indeks kondicije generacija A (1,07), B (1,02) i C (1,08) je usporediv sa ukupnim prosječnim indeksom kondicije istraživanja Čolak, (2009.), koji iznosi 1,08. Navedena vrijednost je jednaka kao vrijednost generacije C, te vrlo slična kao vrijednosti generacija A i B.

Ulaganje hranjivih tvari u gonade predstavlja sastavni dio procjene ukupnog indeksa kondicije, posebice zbog takvog koncepta hranjenja kako bi se IK održao oko vrijednosti 1. To ukazuje da riba i u uvjetima umjerenog gojidbenog stanja ulaže hranjive tvari u gonade, koje u jednom trenutku čine nusproizvod proizvodnje. Što su veće gonade, iskorištenje prerade je lošije. Ta stavka kompromitira teoriju da bi ženke s većim rastom bile poželjnije u proizvodnji od mužjaka.

Poznato je da indeks kondicije uzgajanog brancina može postići vrijednost veću od 1,2. Prema tome, indeks kondicije ovog rada nam ukazuje da proizvođač ribe ne proizvodi ribu visoke ugojenosti. Iz tog razloga ove rezultate treba tumačiti u vidu koncepcije uzgoja.

Ženke imaju veći gonadosomatski indeks nego mužjaci, posebno u vremenskom periodu od studenog do ožujka, kada se odvija mrijest. Testiranje razlika nije bilo moguće napraviti zbog premalog udjela ženki u uzorcima. Najveću prosječnu mjesečnu vrijednost GSI dostiže u siječnju kod sve 3 generacije mužjaka, a najmanju u lipnju i srpnju.

Iz priloženih podataka linearne regresije može se zaključiti kako je kod sve tri generacije trend odnosa GSI i IK pozitivan, ali je korelacija vrlo slaba. Iako trend postoji, ne postoji jaka veza navedenih parametara. Linearna regresija s najznačajnijom vrijednošću (Slika 15.), odnosno koeficijentom determinacije ($R^2 = 0.8075$) ne mora nužno značiti veliku ovisnost varijabli. Naprotiv, ta regresija pripada generaciji A ženki brancina, koja u čak 6 od 12 mjeseci nema nijednu uzorkovanu jedinku. U takvoj situaciji vrlo je teško govoriti o trendu i zavisnosti varijabli. Usporedba IK i GSI je podjednako varirala kroz istraživački period. Također se može zaključiti kako navedeni podatci korelacije ne potvrđuju hipotezu da ribe s visokim gonadosomatskim indeksom imaju visok indeks kondicije. Uzrok slabe povezanosti IK i GSI je najvjerojatnije visoka stabilnost IK kroz period istraživanja.

7. ZAKLJUČAK

Analizom dobivenih podataka nije jasno utvrđena povezanost između gonadosomatskog indeksa i indeksa kondicije uzgajanog brancina. Iako su različiti faktori mogli utjecati na rezultate, kao što su sezonske varijacije, prehrana i uvjeti uzgoja, naša analiza nije otkrila jasne korelacije između spolne zrelosti i kondicije brancina.

Ovaj rad sugerira da je potrebno daljnje istraživanje kako bi se bolje razumjela kompleksna dinamika između spolne zrelosti i indeksa kondicije brancina u uzgojnim uvjetima. Daljnja istraživanja mogla bi uključiti širi opseg varijabli i pažljivije kontrolirane uvjete kako bi se bolje razumjeli čimbenici koji stoje iza utjecaja spolne zrelosti na indeks kondicije brancina. Preciznije rečeno, mogla bi se ispitati različita gojidbena stanja brancina, te bi se na taj način procijenilo optimalno ulaganje hrane u konačni proizvod i dobivanje relativno najmanje količine nusproizvoda.

Indeks kondicije se pokazao izrazito ujednačen kroz sve tri generacije te porast gonada nije praćen porastom indeksa kondicije. Utemeljeno je pretpostaviti da je stabilni indeks kondicije neovisno o promjenama gonadosomatskog indeksa razlog slabe povezanosti IK i GSI. Utvrđena je značajna razlika u veličini i težini između mužjaka i ženki, kao i razlika u većim somatskim indeksima kod ženki kroz sve tri nasadne generacije.

U konačnici, ovaj rad pruža temelj za daljnje istraživanje ove važne teme i doprinosi razumijevanju bioloških procesa i faktora koji oblikuju zdravlje i dobrobit uzgajanih brancina. Također, iskustva i rezultati ovog istraživanja mogu se primjeniti na slična istraživanja drugih uzgajanih vrsta.

8. POPIS LITERATURE

1. Abelli, L., Randelli, E., Carnevali, O. i Picchiotti, S. (2009.). Stimulation of gut immune system by early administration of probiotic strains in *Dicentrarchus labrax* and *Sparus aurata*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1163, str. 340-342.
2. Bagenal TB, Tesch FW (1978.) Age and Growth in Methods for assessment of fish production in fresh waters. In: Bagenal, T.B. (Ed.), Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 101–136.
3. Barnabe, G. (1980.). Expose synoptique des données biologiques sur le loup ou bar *Dicentrarchus labrax* (Linne 1748). FAO sur pêches, No.126 (FIR/S126), FAO, Rim, str. 1-70.
4. Bavčević, L., Lovrinov, M. (2006.). HRANA ZA KAVEZNI UZGOJ LUBINA I KOMARČE - RAZVOJ I PERSPEKTIVE. *Croatian Journal of Fisheries*, 64 (3), str. 103-112.
5. Büke, E. (2002). Sea bass (*Dicentrarchus labrax* L., 1781) seed production. *Turkish journal of fisheries and aquatic sciences*, 2(1).
6. Cardia, F., Lovatelli, A. (2007.). A review of cage aquaculture: Mediterranean Sea. U: Halwart, M., Soto, D. i Arthur, J. R. (Ur.). Cage aquaculture – Regional reviews and global overview, str 156-187. Rim: FAO.
7. Carvalho, N., & Guillen, J. (2021.). Aquaculture in the Mediterranean. *IEMed Mediterranean Yearbook*. Dostupno na: <https://www.iemed.org/publication/aquaculture-in-the-mediterranean/>
8. Claireaux, G., Lagardère, J. - P. (1999.). Influence of temperature, oxygen and salinity on the metabolism of the European sea bass. *Journal of Sea Research*, 42 (2), str. 157-168.
9. Çoban, D., Yildirim, Ş., Kamaci, H., Suzer, C., Saka, Ş., Fırat, M. K. (2011.). External morphology of European seabass (*Dicentrarchus labrax*) related to sexual dimorphism. *Turkish Journal of Zoology*, 35 (2), str. 255-263.
10. Čolak, S. (2009.). Pojavnost parazita cimotoidnog jednakonošca *Ceratothoa oestroides* (Risso, 1926.) na uzgajanom lubinu (*Dicentrarchus labrax* L. 1758.) - Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu: 74-75.
11. Faggion, S., Vandeputte, M., Vergnet, A., Clota, F., Blanc, M. O., Sanchez, P., Ruelle, F. i Allal, F. (2021.). Sex dimorphism in European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.): New insights into sex-related growth patterns during very early life stages. *PLoS one*, 16(4).

12. FAO, (2019.). Cultured Aquatic Species Information Programme. *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758).
13. FAO, (2022.). Fishery and Aquaculture Country Profiles – Croatia. Dostupno na <https://www.fao.org/fishery/en/facp/hrv?lang=en>
14. FAO, (2024.). European seabass - *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758), [Moronidae]. Dostupno na: <https://www.fao.org/fishery/affris/species-profiles/european-seabass/european-seabass-home/en/>
15. Fazio, F., Saoca, C., Fortino, G, Piccione, G i Zumbo, A. (2020.). Seasonal biochemical changes in two aquaculture species *Sparus aurata* Linnaeus, 1758 and *Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758. *IJFS*, 19 (4), str. 1757-1769.
16. Felip, A., Zanuy, S., Muriach, B., Cerdá-Reverter, J. M., i Carrillo, M. (2008.). Reduction of sexual maturation in male *Dicentrarchus labrax* by continuous light both before and during gametogenesis. *Aquaculture*, 275(1-4),str. 347-355.
17. Flores, A., Wiff, R., Ganius, K., Marshall, C.T. (2019.). Accuracy of gonadosomatic index in maturity classification and estimation of maturity ogive, *Fisheries Research*, 210, str. 50-62.
18. Froese, R. (2006.). Cube law, condition factor and weight–length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of applied ichthyology*, 22 (4), str. 241-253.
19. Grady, A. W., Mclaughlin, R. M., Caldwell, C. W., Schmitt, C. J., Stalling, D. L. (1992.). Flow cytometry, morphometry and histopathology as biomarkers of benzo(a)-pyrene exposure in brown bullheads (*Ameiurus nebulosus*). *Journal of Applied Toxicology*, 12(3), str. 165-177.
20. Grigorakis, K., Rigos, G. (2011.). Aquaculture effects on environmental and public welfare - the case of Mediterranean mariculture. *Chemosphere*, 85(6), str. 899-919.
21. Gorshkov, S., Meiri, I., Rosenfeld, H., Ben-Atia, S., Lutzki, S., Peduel, A., Ron, B., Skvortzov, A., Gorshkova, G., Tandler, A. (2003.). Parental effects on sex ratios in progeny of the european sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh* 55(4), 2003, 265-273
22. Haffray, P., Tsigenopoulos C.S., Bonhomme F., Chatain B., Magoulas A., Rye M., Triantafyllidis A. i Triantaphyllidis C. (2007.). European sea bass - *Dicentrarchus labrax*. Genetics of domestication, breeding and enhancement of performance of fish and shellfish, Viterbo, Italija.
23. Hards, A. R., Gray, M. A., Noël, S. C., Cunjak, R. A. (2019.). Utility of Condition Indices as Predictors of Lipid Content in Slimy Sculpin (*Cottus cognatus*). *Diversity*, 11 (5), 71.

24. Ighwela, K. A., Ahmad, A., Abol-Munafi, A. B., (2014). The selection of viscerosomatic and hepatosomatic indices for the measurement and analysis of *Oreochromis niloticus* condition fed with varying dietary maltose levels. *International Journal of Fauna and Biological Studies*, 1 (3), str. 18-20.
25. Jardas, I. (1996.). *Jadranska Ihtiofauna*. Zagreb: Školska knjiga.
26. Jones, R. E., Petrell, R. J., & Pauly, D. (1999.). Using modified length–weight relationships to assess the condition of fish. *Aquacultural engineering*, 20 (4), str. 261-276.
27. Katavić, I. (2004.). *Strateške smjernice za razvitak Hrvatske u marikulturi*. *Naše more*, 51.1-2
28. Katavić, I., Vodopija, T. (2001.). *Razvojne mogućnosti marikulture u Republici Hrvatskoj*. *Ribarstvo*, 59 (2), str. 71-84.
29. Kaushik, S. J. (1997.). Recent developments in the nutrition and feeding of marine finfish of interest to the mediterranean. *Communication at INVE Conference Nutritional and the improvement of the sea bass and sea bream production in the Mediterranean Region*, ALIIA Trades Show.
30. Kiran, B. R. (2015.). Study of Gonado-Somatic Index of Cyprinid Fish, *Salmostoma Untrahi* (Day) from Bhadra Reservoir, Karnataka. *International Journal of Research in Environmental Science*, 1 (1), str. 6-10.
31. Kroon, F., Streten, C., & Harries, S. (2017). A protocol for identifying suitable biomarkers to assess fish health: A systematic review. *PloS one*, 12(4), e0174762.
32. Laird, L. M. (2001.). *Encyclopedia of Ocean Sciences*, (ur: John H. Steele). Amsterdam: Elsevier ScienceDirect.
33. Lasić, D. (2017.). *Analiza stanja marikulture u Republici Hrvatskoj* (Undergraduate thesis). Rijeka: University of Rijeka, Faculty of Maritime Studies, Rijeka.
34. Leão, T., Siqueira, M., Marcondes, S., Franco-Belussi, L., De Oliveira, C., Fernandes, C. E. (2021.). Comparative liver morphology associated with the hepatosomatic index in five Neotropical anuran species. *The Anatomical Record*, 304 (4), str. 860-871.
35. Lloret J., Shulman g. i Malcolm Love R., 2014. *Condition and Health Indicators of exploited Marine Fishes*, Wiley-Blackwell, Chichester, str. 262.
36. Lovrić, J. (2004.). *Hrvatska akvakultura u 21. stoljeću*. *NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 51(1-2), str. 2-3.
37. Lupatsch, I. (2005.). Protein and energy requirements in Mediterranean species.

Mediterranean fish nutrition, 63, str 9-15.

38. Marino, G., Di Marco, P., Petochi, T., Finoia, M. G., Tommasetti, P., Porrello, S., Parizi, G., Giorgi, G., Maria, P. B., Lazzaro M. (2014.). Organic vs Conventional sea bass and sea bream cage farming. *Aquaculture Europe 14 Adding value*. European aquaculture society, str. 771-772.
39. Morretti, A. (1999.). *Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream (Vol. 1)*. Food & Agriculture Org.
40. Pavlidis M, Koumoundouris G, Serioti A, Somarakis S, Divanach P, Kentouri M. 2000. Evidence of temperature dependant sex determination in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *J Exp Zool* 287(3):225–232.
41. Pawlowicz, R. (2013.). Key physical variables in the ocean: temperature, salinity, and density. *Nature Education Knowledge*, 4(4), 13.
42. Pickett, G. D., Pawson, M. G. (1994.). *Sea bass: biology (Vol. 12)*. Springer Science & Business Media.
43. Piferrer F., Blazquez M., Navarro L., Gonzalez A., 2005, Genetic, endocrine, and environmental components of sex determination and differentiation in the European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Gen. Comp. Endocrinol.* 142, 102–110.
44. Saillant, E., Fostier, A., Menu, B., Haffray, P., Chatain, B. (2001.). Sexual growth dimorphism in sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture*, 202 (3-4), str. 371-387.
45. Saillant, E., Fostier, A., Haffray, P., B., Menu, B., Thimonier, J., Chatain, B. (2002.) Temperature Effects and Genotype-Temperature Interactions on Sex Determination in the European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Journal of Experimental Zoology* 292:494–505 (2002) DOI 10.1002/jez.10071
46. Schlag, A. K., Ystgaard, K. (2013.). Europeans and aquaculture: perceived differences between wild and farmed fish. *British Food Journal*, 115 (2), str. 209-222.
47. Starešinić, N., Vidal, E. A. G., i Walsh, L. S. (2004.). Nove vrste - marikultura na istočnom Jadranu, NAŠE MORE, 51(1-2), str. 0-0.
48. Towers, Lucy. (2010.). How to Farm European Seabass. *The Fish Site*, dostupno na: <https://thefishsite.com/articles/cultured-aquatic-species-european-seabass>
49. Troell, M., Norberg, J. (1998.). Modelling output and retention of suspended solids in an integrated salmon – mussel culture. *Ecological Modelling*, 110, str. 65-77.
50. Tsevis, N., Klaoudatos, S., Conides, A. (1992.). Food conversion budget in sea bass, *Dicentrarchus labrax*, fingerlings under two different feeding frequency patterns, *Aquaculture*, 101 (3-4), str. 293-304.
51. Vázquez, F. J. S., Muñoz-Cueto, J. A. (2014.). *Biology of European sea bass*. CRC

press.

52. Vandeputte, M., Quillet, E., Chatain, B. 2012.) Are sex ratios in wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) populations biased? *Aquat. Living Resour.* 25, 77-81.
53. Vandeputte, M., Gagnaire, P. A., Allal, F. (2019.). The European sea bass: a key marine fish model in the wild and in aquaculture. *Animal Genetics*, 50(3), str. 195-206.
54. Wei, Y., Wei, Q., An D. (2020.). Intelligent monitoring and control of open sea cage culture: A review. *Computers and electronics in agriculture*, 169. 105119.
55. Zanuy, S., Carrillo, M. (1984.). La salinité: un moyen pour retarder la ponte du bar. L'aquaculture du bar. INRA Publication, Pariz, 73-80.