

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Matteo Usich

,Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju kamenica (*Ostrea edulis*) u
Limskom kanalu“

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2014.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Matteo Usich

„Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju kamenica (*Ostrea edulis*) u
Limskom kanalu“

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Ivan Katavić

Dubrovnik, 2014.

ISKAZ O IZVEDBI RADA

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom prof. dr. sc. Ivan Katavića, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

ZAHVALA

Ovaj rad izrađen je u Rovinju, a terensko uzorkovanje na uzgajalištu školjkaša tvrtke „Cromaris“ u Limskom kanalu.

Ovim putem se posebno zahvaljujem svom mentoru prof. dr. sc. Ivanu Kataviću na ponuđenoj temi, stvaranju pretpostavki za terenski rad te na pomoć i savjetima tijekom izrade i pisanja završnog rada.

Ujedno se zahvaljujem direktoru proizvodnje Cromarisa Mariu Lovrinovu za donaciju kamenica iz uzgajališta u Limskom kanalu bez kojih ne bih bila moguća izrada ovog rada.

Zahvaljujem se također kolegi Ivu Jelanaca za pomoć i savjete u statističkoj obradi podataka.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Europska plosnata kamenica <i>Ostrea edulis</i>	1
1.2. Osnovne morfološke i fiziološke karakteristike europske plosnate kamenice	2
1.3. Rasprostranjenost europske plosnate kamenice <i>Ostrea edulis</i>	3
1.4. Povijest marikulture u Istri	4
1.5. Stanje školjkarstva u RH	4
1.6. Trenutno stanje i trendovi školjkarstva u Istarskoj županiji.....	5
1.7. Tržište	8
2. MATERIJAL I METODE.....	10
2.1. Istraživano područje	10
2.2. Indeks kondicije (IK).....	11
2.3. Postaje uzorkovanja.....	12
2.4. Obrada, mjerenje i vaganje kamenica.....	15
2.5. Statistička obrada podataka	17
3. REZULTATI	19
3.1. Rezultati IK kamenica za travanj.....	20
3.2. Rezultati IK kamenica za lipanj.....	22
3.3. Rezultati IK kamenica za kolovoz.....	23
3.4. Rezultati IK kamenica za svako uzorkovanje i sve postaje	25
3.5. Morfometrijska obilježja kamenice <i>O. edulis</i> uzorkovane na širem području zapadne obale Istre	29
4. RASPRAVA	33
5. ZAKLJUČAK	36
6. LITERATURA	37

SAŽETAK

Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju kamenica (*Ostrea edulis*) u Limskom kanalu

U ovom radu istraživana je sezonska varijacija indeksa kondicije (IK) europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) te utjecaj povećanog unosa organske tvari u more kaveznim uzgojem ribe na indeks kondicije kamenica na tri postaje na području Rovinja od travnja do kolovoza 2014. godine.

Na svakoj postaji uzeti su uzorci (uzgojne kamenice) te izmjereni temperatura, salinitet i koncentracija otopljenog kisika. Dvije postaje se nalaze u Limskom kanalu, na različitim udaljenostima od kaveza sa ribom. Jedna postaja se nalazi na otoku Mala Figarola s očekivano povećanim unosom organske tvari kaveznim uzgojem ribe u Limskom kanalu.

Indeks kondicije kamenica je najveći na postaji koja se nalazi najbliže kavezima sa ribom, dok je najmanji na postaji izvan Limskog kanala gdje kavezni uzgoj riba nema utjecaja na količinu organske tvari u moru. Iz toga se može zaključiti da povećani unos organske tvari kaveznim uzgojem ribe pozitivno utječe na indeks kondicije uzgojnih kamenica iz Limskog kanala.

Ključne riječi: *Ostrea edulis* / indeks kondicije / temperatura / organska tvar / Limski kanal

ABSTRACT

Impact of organic matter introduced by fish cage culture on the oyster's condition (*Ostrea edulis*) in the Lim channel

In this scientific research it is studied the seasonal variation of Condition Index (CI) of the European flat oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) is studied as well as the impact of increased organic matter introduced in the sea by fish cage culture on the CI of the European flat oyster at three sites in Rovinj aquatory from April to August 2014.

At each site, oyster samples were taken (breeding oysters). Temperature, salinity and dissolved oxygen concentration were also measured at each sampling. Two sites are located in the Lim channel, from which one is closer to the fish cages than other. The third one is located on the island of Little Figarola where certainly the increased intake of organic matter of the fish cage culture in the Lim channel does not influence the oysters CI.

The highest oysters CI is measured at the site located near the fish cages and the lowest at the site outside the Lim channel where fish cage culture has no impact on the amount of organic matter in the sea.

From this we can conclude that a high intake of the organic matter introduced by fish cage culture has a positive effect on oysters CI from the Lim Channel.

Key words: *Ostrea edulis* / condition index / temperature / organic matter / Lim channel

1. UVOD

Školjkaši su morski organizmi koji se od davnina koriste u prehrani, a neki od njih imaju gospodarsku važnost. Neki školjkaši, poput europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758.) (Slika 1.), jedu se sirovi. Budući da su neselektivni filtratori, kod školjkaša nije isključeno nakupljanje toksičnih tvari i parazita, što nerijetko rezultira oboljenjima ljudi izazvanim konzumacijom zdravstveno neispravnih školjkaša. Poznati su problemi s praživotinjama vrsta *Bonamia ostreae* i *Martelia refrigens* koje su prouzročile visoke stope smrtnosti europske plosnate kamenice u gotovo cijeloj Europi (Swift, 1993). Interes za bolesti školjkaša usko je vezan uz gospodarsko značenje školjkaša, a osobito privlače pozornost zbog učinka na zdravlje potrošača (Landau, 1992).

Bitna obilježja kakvoće konzumne kamenice, osim zdravstvenog stanja koje je najvažnije, jesu kvaliteta mesa i izgled školjkaša. Kvaliteta mesa varira tijekom godine i u prvom redu ovisi o sezoni mriješćenja, promjeni abiotskih i biotskih čimbenika sredine te zdravstvenom statusu jedinke. Tržište cijeni tkivnu ispunjenost međuljušturnog prostora što je praćeno visokim sadržajem suhe tvari u mekanom dijelu tijela, odnosno mesu (indeks kondicije). U optimalnim uvjetima sredine zdrava je kamenica najkvalitetnija u stadiju gonadnog mirovanja, odnosno u hladnjem razdoblju godine (Gavrilović i Petrinec, 2003).

U ovom radu istraživan je odnos između abiotskih čimbenika (temperature, slanosti i koncentracija otopljenog kisika) te koncentracije organske tvari u moru (udaljenost od kavezognog uzgoja ribe) s indeksom kondicije u vremenskom razdoblju od travnja do kolovoza 2014. godine na tri istraživačke postaje na području Rovinja.

1.1. Europska plosnata kamenica *Ostrea edulis*

Europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* taksonomski se svrstava u:

Koljeno: *Mollusca*

Razred: *Bivalvia*

Red: *Ostreoidae*

Porodica: *Ostreidae*

Rod: *Ostrea*

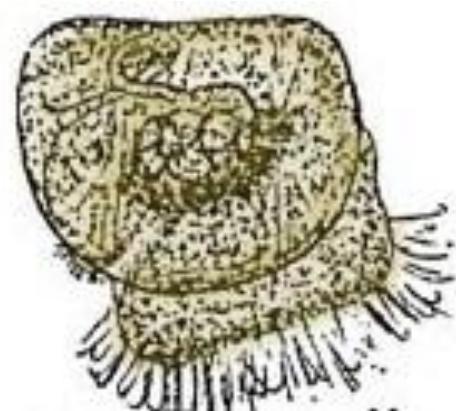
Vrsta: *Ostrea edulis*.



Slika 1. Europska plosnata kamenica *Ostrea edulis*

1.2. Osnovne morfološke i fiziološke karakteristike europske plosnate kamenice

Ostrea edulis je školjkaš ovalnog ili kruškolikog oblika naboranom ljušturom. Donja je ljuštura konveksna dok je gornja plosnata. Unutrašnjost obje ljuštura je glatka i uglavnom biserne, bijele ili plavo sive boje sa tamno plavim područjima. Ljuštura su povezane u svojem najužem dijelu preko elastičnog tkiva (ligamenta). Na bravi nema zubića. Veliki centralni mišić-aduktor služi za zatvaranje ljuštura. Ljuštura su bijele, žućkaste ili kremaste boje sa svijetlo smeđim ili plavičastim koncentričnim linijama na ravnoj ljušturi. Sastoje se od niza karbonatnih slojeva koji mogu imati laminarne i šuplje komore. U konveksnoj ljušturi se nalazi tkivo koje može varirati u boji od kremasto do bijelo sive boje (Barnabe, 1994.). U prirodnim staništima nastanjuje kamenite podloge infralitorala, premda su najzastupljenije u zoni plime i oseke dok se planktonski ličinački stadiji (veliger) mogu pronaći u cijelom vodenom stupcu (Slika 2.). Također nastanjuje područja gdje se nalazi boćata voda te tolerira niži salinitet (do 23 psu) bez narušavanja homeostaze. Hrani se filtracijom morske vode tako da zadržava fitoplankton i ostale sitne čestice (neselektivni filtrator). Prosječna dužina odrasle jedinke je između 10 i 12 cm (Barnabe, 1994.).



Slika 2. Planktonski ličinački stadij (veliger) vrste *Ostrea edulis*

(Izvor: <http://www.asnailsodyssey.com>)

Ostrea edulis je protandrični hermafrodit. Ona u sebi nosi muške i ženske spolne produkte. Budući oni ne sazrijevaju istovremeno, samooplodnja je razmjerno rijetka. Oplodnja je unutrašnja tj. jajne stanice oplođuju se spermatozoidima u plaštanoj šupljini u kojoj započima rana embriogeneza. Fertilitet odrasle jedinke iznosi oko milijun jajnih stanica. Oplođene jajne stanice ostaju u plaštanoj šupljini 8 do 10 dana ovisno o temperaturi. Dozrele ličinke (pediveliger) izbacuju se iz plaštane šupljine te nastavljaju planktonski život, ovisno o prevladavajućim temperaturnim uvjetima do 2 tjedna prije prihvata na tvrdnu podlogu. Preko cementne žljezde koja funkcionira veoma kratko ispuštaju vapnenastu sluz te se na taj način sjedine sa podlogom. Tijekom planktonskog stadija veliki broj ličinki postaju žrtve planktivornih organizama ili morskim strujama bivaju otplavljeni na širem prostoru bez mogućnosti fizičkog kontakta s odgovarajućom čvrstom podlogom.

1.3. Rasprostranjenost europske plosnate kamenice *Ostrea edulis*

Europska plosnata kamenica nastanjuje Atlantski ocean od Norveške do Maroka te je prisutna u cijelom Mediteranskom bazenu (Jaziri, 1990.) (Slika 3.). Pronađene su prirodne populacije i na području istočne obale Sjeverne Amerike od Mainea do Rhode Islanda, nakon namjernog uvođenja ove vrste 40-ih i 50-ih godina na tom području u svrhu uzgoja. Europska plosnata kamenica je također uvedena na područje Kanade prije tridesetak godina zbog akvakulture te se prirodno rasprostranila na području New Scotland, New Brunswick i British Columbia (Vercaemer, 2006.).



Slika 3. Rasprostranjenost europske plosnate kamenice *Ostrea edulis*

(Izvor: <http://www.imr.no>)

1.4. Povijest marikulture u Istri

Marikultura u Istri poznata je od antičkog doba, kad su se kraj ušća Dragonje uzgajale jegulje, u Limskom zaljevu i kraj Premanture kamenice, a na Brijunima različite vrste riba. U Izoli su se 1893. godine bez većeg uspjeha pokušavale uzgajati kamenice. Nakon II. svjetskog rata uzgajale su se dagnje u zaljevu Sv. Jernej na Tankom rtu kraj Milja, a od 1960-ih i 1970-ih uzgajaju se i na Debelom rtu, u Strunjanskom, Piranskem, Limskom i Raškom zaljevu, kraj Tara, Pomera te u zaljevu Budava. Proizvodni uzgoj lubina i komarča započeo je 1982. godine u Limskom zaljevu, a u Budavi 1989. godine. U Piranskem zaljevu lubini se uzgajaju od 1985. godine, a komarče se od 1990. godine u zaljevu Sv. Jernej uzgajaju poluintenzivno. U napuštenim bazenima sečovljanskih solana 1980-ih pokusno su se uzgajali mikroskopski račić (*Artemia salina*) i kozice, a u mrežnim kavezima ribe koraf (korbel) i oslić (rumb).

1.5. Stanje školjkarstva u RH

Marikultura je sektor koji uvelike pokazuje potencijale za razvoj Istarske Županije koji samim time vuče razvoj sektora od strateškog značaja za Županiju, stoga nije niti neuobičajen sve veći interes za ovakvu vrstu djelatnosti na našem području. Jadranska je obala oduvijek bila prepoznatljiva po izdašnosti izlova autohtonih „divljih“, a poslije i po uzgoju morskih školjkaša, koja svoju tradiciju nije prekinula još od davnina. Međutim, hrvatska marikultura bez obzira na veliku tradiciju u školjkarstvu, kao i modernu tehniku uzgoja bijele ribe ima

veoma nisku stopu razvoja, koja je prije svega poslijedica prostornih planova, te ratnih i postratnih tranzicijskih problema. Za razliku od postojećeg stanja u RH, u svijetu je uzgoj vodenih organizama u moru vrlo snažna i profitabilna industrija, koja bilježi godišnju stopu rasta od 8%, posebice u razvijenim zemljama. Ukupna svjetska akvakulturna proizvodnja 2008. godine dosegla je ukupno 70 milijuna tona uzgajanih vodenih organizama, s time da je količinski dominirao uzgoj školjkaša (11 milijuna tona) i vodenog bilja (10.5 milijuna tona), njih je slijedio uzgoj morske ribe i kozica s 2 milijuna tona, međutim to su poprilično stari podatci pa se prepostavlja da je ukupna proizvodnja i znatno veća (FAO, 2008.).

S velikim potencijalom za napredak i razvoj, RH se još uvijek bori s problemima koji joj onemogučavaju u potpunosti razvitak ovog vrlo profitabilnog sektora. Na svim područjima, uključujući i područje Istre, prisutna je visoka neorganiziranost uzgajivača u svrhu postizanja zajedničkih ciljeva, posebice rasta proizvodnje i uspješnog marketinga. Marketing i prodaja školjkaša još su uvijek na niskoj razini na domaćem tržištu što onemogučava razvoj i širenje proizvodnje, kao i potencijalni izvoz. Standardi za prodaju školjkaša sve su stroži, te je sve veća potreba za izgradnjom otpremnih centara. Uzgojne tehnologije su poprilično zastarjele, stoga bez državnih strateških poticaja i sredstava ne možemo očekivati razvoj nove tehnologije koja bi eventualno unaprijedila uzgoj. Međutim, jedan od najvećih problema u uzgoju školjkarstva je uzgoj koji se u najvećoj mjeri temelji na prikupljanju mlađi iz prirode, čije su količine nepredvidljive i podložne oscilacijama, te kao takve nisu dobra osnova za ozbiljne poduzetničke pothvate.

Iz svega možemo zaključiti da je potrebna temeljita reorganizacija uzgojnih aktivnosti, kako bi se industrija razvila u skladu sa suvremenim proizvodnim i tržišnim trendovima uz očuvanje tradicije i prirodnih vrijednosti. Hrvatsko se školjkarstvo mora diverzificirati uvođenjem novih vrsta kao i uvođenjem novih proizvoda na tržište. Ukoliko bi se usvojili i promovirali novi akcijski planovi za razvoj školjkarstva, ono se može razviti u modernu industriju koja će svojim razvojem unaprijediti obalna i otočna područja, te doprinjeti ruralnom razvoju Hrvatske.

1.6. Trenutno stanje i trendovi školjkarstva u Istarskoj županiji

Prema registru uzgajivača pri MPRRR na području Istarske županije registrirano je ukupno 15 uzgajivača školjkaša (Tablica 1.) U tablici nije naveden Cromaris sa dva uzgajališta i godišnjom proizvodnjom od 350 tona dagnji i 120 tona kamenica (Lovrinov,

usmeno priopćenje). Ukupna procjena proizvodnje za Istarsku županiju procjenjena je na 650 tona za dagnje i 70 –tak tona za kamenice. Trenutno Istra ima 5 otpremnih centara sa purifikacijom. To su RZ Sargus, RZ Lanterna, Limski zaljev, Vabriga – Masimo Labinac, RZ Istra, Steffanuti.

Tablica 1. Registar uzgajivača školjkaša na području Istarske županije

(Izvor: <http://www.mps.hr>)

	NAZIV	ADRESA	Direktor/ vlasnik
1.	"Labinac Masimo"	Ribarska 5, vabriga, 52465 Tar	Masimo Labinac
2.	"Mari Dagnja"	Karla Kranjca 1, 52220 Labin	Dževad Dedić
3.	"Nivio"	Republika 5, Vabriga, 52465 Tar	Nivio Stojnić
4.	RZ Sargus, Umag	V.Nazora 6, 52470 Umag	Claudio Coslovich
5.	Ivan Zupičić,Trget	Brgod 61, 52224 Trget	Ivan Zupičić
6.	Dragan Pejić - "Dagnja"	Kapelica 154, Labin	Dragan Pejić
7.	Aldo Kočevar - "R.A.K."	Kandlerova 32, 52100 Pula	Aldo Kočevar
8.	„DAGNJA-MAR“	Tršćanska 5, Pula	Nihad Malagić
9.	Žarko Šarar	Radeki polje 70a, 52206 Marčana	Žarko Šarar
10.	"Santa Marina Vabriga"	Valbadon, Pineta 60, 52100 Pula	Darko Licul
11.	"Davor Siljan"	Viovica 26, 52100 Pula	Davor Siljan
12.	"Marcanela"	Istarske Kontrade 34, vabriga, 52465 Tar	Mirko Dassena
13.	S.K.A.T. d.o.o.	Republika 31, Vabriga, 52465 Tar	Alesandro Stojnić
14.	Istrida d.o.o.	Bruna Valentija 61, 52440 Poreč	Emil Sošić
15.	RIVIERA ADRIA DD	Stancija Kaligari 1, 52440 Poreč	Edi Černjul

U Cromarisu u Limskom kanalu purifikacijski kapacitet je jedna tona (Slika 4.), s time da imaju strojeve za lakiranje, sortiranje (Slika 5.) i etiketiranje (Slika 6.) odnosno cijeli pogon za čišćenje i pakiranje školjki.



Slika 4. Purifikacijski sustav – Limski kanal (Cromaris)



Slika 5. Sustav za sortiranje školjkaša – Limski kanal (Cromaris)



Slika 6. Stroj za etiketiranje – Limski kanal (Cromaris)

1.7. Tržište

Organizacija tržišta u Republici Hrvatskoj počiva na ribarskim zadrugama, otkupnim stanicama i registriranim prvim kupcima. Ulovni proizvodi ribarstva u prvu se prodaju mogu stavljati sukladno propisima o tržišnim standardima (prezentacija, prezervacija, svježina i kategorija veličine).

Prema neslužbenim podacima, do 1992. Hrvatska je u Europu godišnje plasirala do 1.500 tona školjkaša. Ta je količina, međutim, danas izuzetno mala za ozbiljnu konkurentnost na zapadnom tržištu, gdje se bave industrijskim uzgojem dagnji na otvorenom moru. Takvog uzgoja kod nas nema. Uzgajivači su se ograničili na uvale, što je bilo i više nego dovoljno za pokrivanje domaćih potreba pošto je izvoz u EU bio zabranjen (Lovrinov, usmeno priopćenje).

Tržište kamenica je u silaznoj putanji zadnjih godina zbog toga što velika većina ugostitelja nije školovana za odgovarajuću prezentaciju i pripremanje same namirnice. Jedno rješenje za taj problem je edukacija ugostitelja, odnosno uzgajivači kamenica bi trebali održavati seminare za edukaciju, promociju i prezentaciju kamenice kao domaće delikatese. Drugo rješenje bilo bi povećanje kvalitete proizvoda, odnosno povećanje indeksa kondicije kamenica u mjesecima kada je on nizak kako bih se prodaja mogla produžiti izvan sezone što se upravo istražuje u ovom radu.

Što se izvoza tiče Francuska je itekako zanimljiva u prvom redu zato što je naša kamenica (*Ostrea edulis*) jako tražena, odnosno njihova europska kamenica je izumrla zbog bolesti tako da trenutno uzgaja samo *Crassostrea gigas* koja je manje cijenjena od naše kamenice (Lovrinov, usmeno priopćenje).

2. MATERIJAL I METODE

Uzorkovano je po 20 jedinki kamenica na tri postaje, jedna na otoku Mala Figarola i dvije u Limskom zaljevu, u travnju, lipnju i kolovozu 2014. godine. Uzorci su obrađeni neposredno nakon uzorkovanja. Odstranjen je obraštaj, masa kuhanog tkiva i ljuštura određene su digitalnom analitičkom vagom preciznosti 0,01 g te je izračunat indeks kondicije. Indeks kondicije (IK) školjkaša predstavlja postotak količine mesa unutar ljuštura (Mann, 1978). **IK = (masa kuhanog mesa / (masa kuhanog mesa + masa ljuštura)) X 100** (modificirana metoda po Davenport and Chen, 1987). Osim toga za svaku kamenicu su izmjerene dužina, širina i visina.

Na svim postajama su tijekom uzorkovanja mjereni osnovni oceanografski parametri; temperatura, otopljeni kisik i slanost mora (voda uzeta sa 15m dubine u bocama). Za mjerjenje temperature i koncentracije otopljenog kisika korišten je oksimetar (OxyGuard, model: Handy Polaris) dok za mjerjenje slanosti korišten je refraktometar (Atago, model: S/Mill).

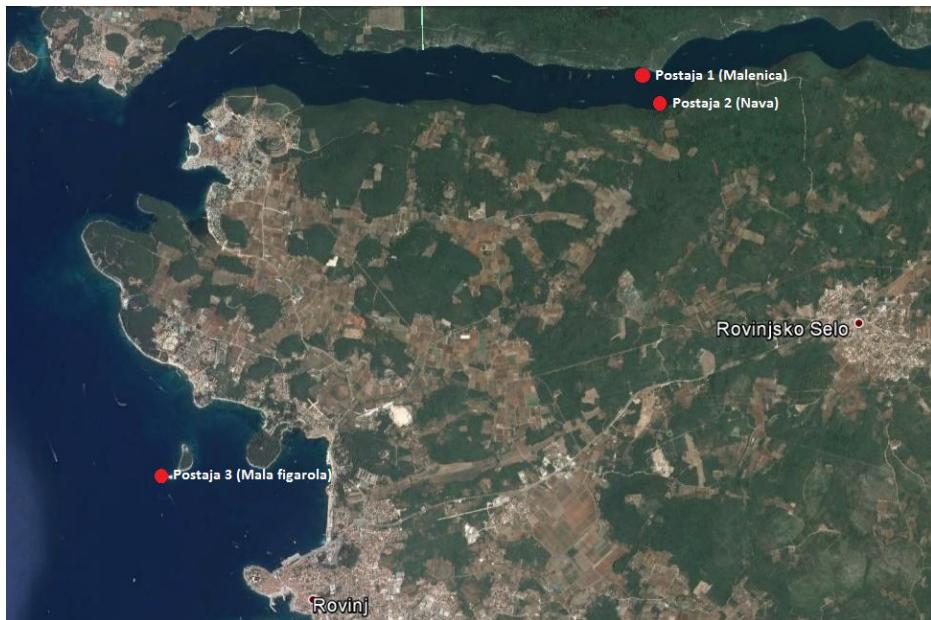
2.1. Istraživano područje

Istraživano područje na akvatoriju Rovinja obuhvaća tri postaje (slika 7.) od kojih se dvije nalaze u Limskom zaljevu.

Limski zaljev je dio 35 km dugačke Limske udoline koja seže gotovo do Pazina u središtu Istre. Sam zaljev je nešto duži od 10 km, a s obje njegove strane uzdižu se strme litice, ponegdje visoke i do 100 m. Nastao je prije nekoliko milijuna godina, za vrijeme miocena, na području gdje je tekla prarijeka, preteča rijeke Pazinčice. Razina mora bila je znatno niža od sadašnje (oko 50 metara), a miocenske obilne kiše rijeku su radile snažnom tako da je voda i dalje ispirala vapnenac i dodatno produbila riječno korito. Dizanjem razine mora, more je doslovno potopilo prarijeku, a miocen sa svojim kišama je prestao pa je i rijeka presušila, Pazinčica se premetnula u ponornicu, a ušće je postalo kanal. Naziv mu vjerojatno potiče od riječi „limes“, što je latinska riječ za granicu, a Limski je zaljev bio granica između pulskog i porečkoj agera (danas između Rovinja i Vrsara). More i podmorje, kao i krajolik Limskog zaljeva, danas je prirodni rezervat pod zaštitom. More u Limskom kanalu vrlo je čisto, što pogoduje uzgoju školjkaša, te mriješćenju i uzgoju riba.

Jedna postaja se nalazi u blizini otoka Mala Figarola ispred grada Rovinja. Ova postaja je odabrana zato što se nalazi dovoljno daleko od kaveza za uzgoj ribe kako bih bili sigurni da

isti ne mogu imati nikakav utjecaj. Osim toga ovo područje je pogodno za rast i razmnožavanje divljih populacija kamenica, stoga je njihova distribucija na ovom području obilata čime se podrazumijeva da će se i postavljenе kamenice brzo adaptirati. Prepostavka je da je kakvoća vode na ovom području visoka. Na tom području je visoko izraženo strujanje vode i koncentracija hranjivih tvari.



Slika 7. Postaje uzorkovanja na području Rovinja

(Izvor: Google Earth)

2.2. Indeks kondicije (IK)

Kondicija je mogućnost organizma da podnese fizički, hemijski ili biološki stres (Bayne, 1975).

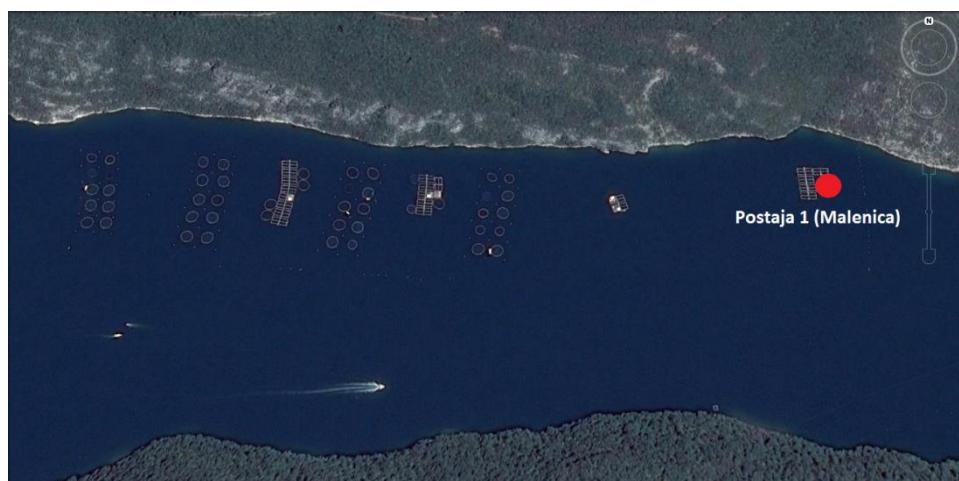
Indeks kondicije (IK) školjkaša predstavlja postotak količine mesa unutar ljuštura (Mann, 1978). Mjerenja IK kamenica u Jadranu koriste se već više od pola stoljeća u znanstvene ili komercijalne svrhe (Hrs-Brenko, 1968; Marguš, 1985; Marušić i sur., 2009). Praćenjem IK utvrđuje se promjena količine mesa školjkaša, a usporedbom IK dobiju se podaci o njihovom fiziološkom stanju. Vrijednosti IK variraju s godišnjim dobima i ovise o sezoni spolnog ciklusa, prisutnosti fitoplanktona i promjenama ekoloških čimbenika područja kao što su temperatura, salinitet i otopljeni kisik (Hrs-Brenko, 1968; Marguš, 1985). Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije (Hamer i sur., 2008), a odabrana modificirana

metoda (Davenport and Chen, 1987) čini se pogodna za ovo istraživanje zbog jednostavne izvedbe i točnosti rezultata:

$$\text{IK} = (\text{masa kuhanog mesa} / (\text{masa kuhanog mesa} + \text{masa ljuštura})) \times 100$$

2.3. Postaje uzorkovanja

Postaja broj 1 je uvala Malenica (Slika 8.) koja se nalazi u Limskom zaljevu u blizini kaveza sa ribom (udaljenost 405 m) gdje je značajan utjecaj povećanog unosa organske tvari zbog blizine kavezognog uzgoja riba. Kamenice su prikupljene iz lanterni za uzgoj kamenica (Slika 9.) na dubini od 15 m u svim mjesecima.



Slika 8. Postaja broj 1 (Malenica)

(Izvor: Google Earth)



Slika 9. Lanterna za uzgoj kamenica u Limskom kanalu

Postaja broj 2 je uvala Nava (Slika 10.) koja se također nalazi u Limskom zaljevu ali na većoj udaljenosti od kaveza sa ribom (740 m) gdje se prepostavlja da je utjecaj kavezognog uzgoja riba manji i samim time da je koncentracija organske tvari u moru manja. Kamenice su prikupljene iz lanterni za uzgoj kamenica na dubini od 4 m u travnju i na dubini od 15 m u lipnju i kolovozu.



Slika 10. Postaja broj 2 (Nava)

(Izvor: Google Earth)

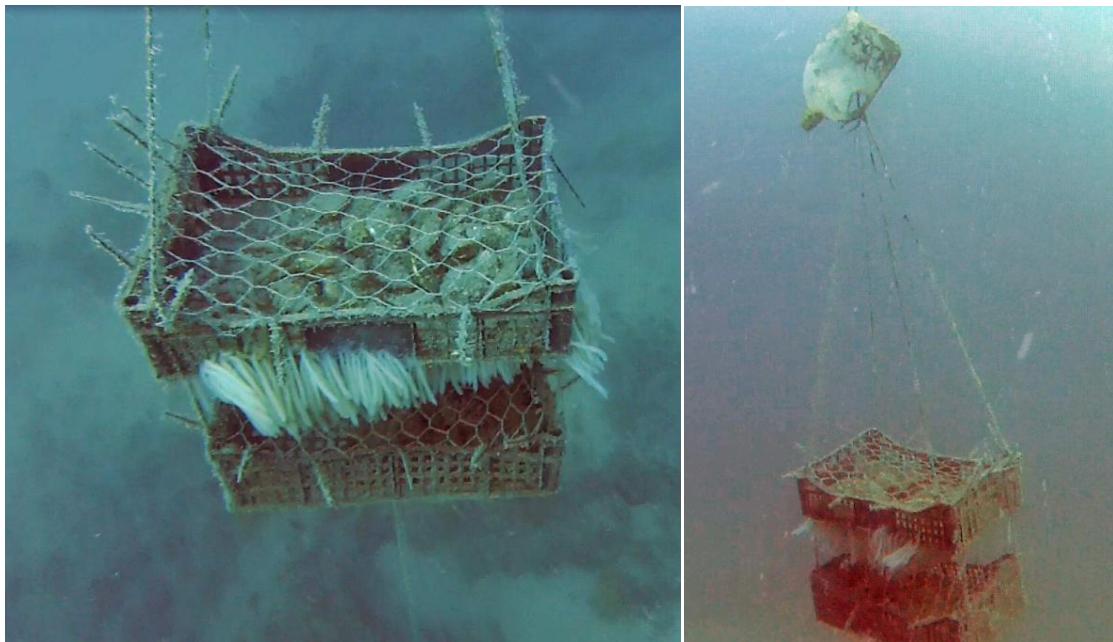
Na obje postaje uzorkovane kamenice su bile uzgojne, slične veličine i starosti kako bi rezultati bili što precizniji pošto indeks kondicije ovisi i o starosti kamenica.

Postaja broj 3, referentna postaja, nalazi se u blizini otoka Mala Figarola (Slika 11.) ispred grada Rovinj gdje, zbog velike udaljenosti, kavezni uzgoj riba iz Limskog zaljeva nema nikakav utjecaj na količinu organske tvari u moru i samim time ne može utjecati na indeks kondicije kamenica. Na ovom području također nema nikakvog drugog izvora organskog onečišćenja pošto se svi izvori nalaze na drugom kraju grada na velikoj udaljenosti. Na ovoj postaji, mjesec dana prije uzorkovanja u lipnju, postavljene su u kašetama (Slika 12. i 13.) na 15 m dubine uzgojne kamenice iz Limskog zaljeva, iste veličine i starosti kao uzorkovane kamenice sa postaje 1 i 2. Takvim postupanjem dobivaju se sličniji uvjeti na svim postajama i kamenice imaju vremena se adaptirati na nove uvjete. Na takav način dobiva se indeks kondicije sa područja bez utjecaja povećanog unosa organske tvari kaveznim uzgojem riba. Postavljeno je 70 kamenica zbog mogućnosti ugibanja. Samo u travnju uzorkovane kamenice su bile iz prirodne populacije sa 4 m dubine zbog nemogućnosti ranijeg postavljanja kašeta sa uzgojnim kamenicama.



Slika 11. Postaja broj 3 (otok Mala figarola)

(Izvor: Google Earth)



Slika 12. i 13. Uzgojne kamenice u kašetama na postaji 3 (otok Mala Figarola)

2.4. Obrada, mjerjenje i vaganje kamenica

Neposredno nakon uzorkovanja kamenicama je odstranjen obraštaj kako bi se dobio što točniji rezultat. Zatim su izmjerene dužina, širina i visina pomicnim digitalnim mjerilom (Slika 14.). Kamenice su se pritom otvarale nožem te im se razdvajala ljuštura od tkiva. Ljušture su postavljene na cijeđenje od međuljušturne tekućine na papir dok se mokro tkivo od svake kamenice zasebno kuhalo tri minute u kipućoj vodi. Prije kuhanja tkivo je postavljeno u filtere za kuhanje čaja kako se pri kuhanju ne bi izgubio niti jedan komadić tkiva (Slika 15.). Nakon kuhanja tkivo je izvađeno iz filtera i postavljeno na cijeđenje na papiru. Nakon cijeđenja izvagana je masa kuhanog tkiva i ljuštura na analitičkoj vagi preciznosti 0,01g (Slika 16.).



Slika 14. Mjerenje Europske plosnate kamenice *Ostrea edulis*



Slika 15. Tkivo kamenica u filterima za čaj



Slika 16. Vaganje ljuštura vagom preciznosti 0,01g

2.5. Statistička obrada podataka

Svi podaci analizirani su uporabom statističkog programa PASW Statistics 18.

Za određivanje statistički značajnih razlika između IK po postajama i mjesecima rađena je ANOVA analiza varijanci uzorka (razlike u aritmetičkim sredinama vrijednosti uzorka) testirano na 95% značajnosti.

Podaci su prikazani „box-whisker“ grafom, koji pokazuje raspon podataka, to jest maksimalnu i minimalnu vrijednost, vrijednosti koje iznose 25 i 75 % maksimalne vrijednosti, medijan (središnju vrijednost u nizu podataka), te pojedinačno vrijednosti iznad i ispod raspona od 25 – 75%.

Za svako uzorkovanje uspoređuju se postaja 1, 2 i 3. Analiza započinje deskriptivnom analizom podataka. Deskriptivna analiza podataka koristi se kako bi se dobio uvid u srednje vrijednosti varijabli.

Srednje vrijednosti varijabli mjerene su po mjesecima u odnosu na postaje. Prema srednjim vrijednostima moguće je vidjeti da li razlike postoje, no jesu li one statistički značajne utvrđuje se jednostavnom analizom varijanci (ANOVA).

Analiza varijance ne daje detaljan pregled razlika između postaja. F test ne pokazuje postoji li razlika između uzorka u odnosu na postaje u mjesecu travnju. Razliku može činiti

samo jedna postaja. Da bi utvrdili razlike u mjerjenjima za svaku varijablu između postaja, napravljena je (analiza razlika aritmetičkih sredina uzoraka) između postaja u koju je svrhu korištena višestruku analizu varijance (višestruka komparacija) i konzervativni Sheffeoov test.

Za korelaciju između IK i temperature računat je Pearson r (koeficijent korelacijske) te podaci su prikazani dijagramom raspršenja.

3. REZULTATI

Izmjerena je dužina, širina i visina kamenica u milimetrima za utvrđivanje eventualnih razlika u veličini između postaja pošto IK ovisi i o starosti jedinke (Tablica 2.). U tablici su uključeni masa kuhanog mesa (MKM) i masa ljuštare (MLJ) u gramima.

Tablica 2. Prosjek dužine, širine, visine (u mm) ljuštare, MKM, MLJ (u g) i indeks kondicije kamenica za sve tri postaje za travanj, lipanj i kolovoz

Travanj						
	Dužina (mm)	Širina (mm)	Visina (mm)	MKM (g)	MLJ (g)	IK
Malenica	76,4340	29,4095	82,3775	4,8460	83,5945	5,46520827
Nava	74,5340	28,8405	77,6445	3,8725	68,7140	5,37411179
Mala Figarola	75,5845	34,5735	84,5170	7,9695	79,1850	9,18820606
Lipanj						
	Dužina (mm)	Širina (mm)	Visina (mm)	MKM (g)	MLJ (g)	IK
Malenica	76,3920	30,2195	83,5500	5,7930	80,2745	6,66098192
Nava	91,8650	36,3225	97,9260	8,1160	156,2265	4,97240424
Mala Figarola	80,3985	32,1620	83,6310	5,4020	107,8420	4,76635055
Kolovoz						
	Dužina (mm)	Širina (mm)	Visina (mm)	MKM (g)	MLJ (g)	IK
Malenica	82,3845	32,3985	95,5705	6,1510	102,4890	5,70466791
Nava	40,7750	31,6095	52,7765	4,9995	84,3035	5,61304014
Mala Figarola	84,0255	33,1425	90,6555	5,9770	112,9080	5,01913556

Vidljiva je razlika u dužini, širini i visini između postaja. U lipnju kamenice sa postaje 2 (Nava) su prosječno veće u odnosu na ostale dvije postaje i na ostala dva uzorkovanja (travanj i kolovoz) što ukazuje na starije jedinke. U kolovozu kamenice sa postaje 1 (Malenica) su prosječno veće (starije) dok su kamenice sa postaje 2 (Nava) manje (mlađe) u odnosu na postaju 3 (otok Mala figarola) i na ostala dva uzorkovanja (travanj i lipanj).

3.1. Rezultati indeksa kondicije kamenica za travanj

Srednje vrijednosti varijabli mjerene su po mjesecima u odnosu na postaje (Tablica 3.). Prema srednjim vrijednostima može se vidjeti da razlike postoje, no jesu li one statistički značajne utvrditi ćemo jednostavnom analizom varijanci (ANOVA).

Tablica 3. Broj uzoraka, prosjek indeksa kondicije i standardna devijacija po postajama za mjesec travanj

	N	Srednjak IK	Std. Devijacija
Postaja 1	20	5,4652	1,45279
Postaja 2	20	5,3741	1,23893
Postaja 3	20	9,1882	2,18948
Total	60	6,6758	2,43488

Izvršena je jednostavna analiza varijance (ANOVA) na razini značajnosti od 95%. Upotrijebljena je jednostavna analiza varijance za testiranje značajnosti razlika aritmetičkih sredina između uzoraka (Tablica 4.). Testiranje izvršeno na razini značajnosti od 95% ($P < 0,05$).

Tablica 4. Rezultati provedene analize varijance (ANOVA) za mjesec travanj

	Suma kvadrata	Stupnjevi slobode	Srednjak	F	Značajnost
Između skupina	189,442	2	94,721	33,671	0,000
U okviru skupina	160,348	57	2,813		
Ukupno	349,790	59			

Postoji statistički značajna razlika između grupa (između postaja) u travnju jer značajnost iznosi 0,000. Da bi utvrdili razlike u mjeranjima za svaku varijablu između postaja, napravljena je (analiza razlika aritmetičkih sredina uzoraka) između postaja u koju je svrhu korištena višestruku analizu varijance (višestruka komparacija) (Tablica 5.) i konzervativni Sheffeoov test.

Tablica 5. Rezultati višestruke analize razlika varijance (višestruka komparacija) za mjesec travanj

Ovisne varijable	(I) Postaja	(J) Postaja	Srednja razlika (I-J)	Pogreška	Značajnost (P<0,05)
	Postaja 1	Postaja 2	0,09110	0,53039	0,985
		Postaja 3	-3,72300	0,53039	0,000
	Postaja 2	Postaja 1	-0,09110	0,53039	0,985
		Postaja 3	-3,81409	0,53039	0,000
	Postaja 3	Postaja 1	3,72300	0,53039	0,000
		Postaja 2	3,81409	0,53039	0,000

U travnju postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije kamenica između postaje 1 (Malenica) i postaje 3 (otok Mala Figarola) (značajnost = 0,000). Između postaje 1

(Malenica) i postaje 2 (Nava) ne postoji statistički značajna razlika (značajnost = 0,985) za testiranu razinu značajnosti indeksa kondicije ($P < 0,05$). Statistički značajna razlika u indeksu kondicije postoji i između postaje 2 (Nava) i postaje 3 (otok Mala Figarola) (značajnost = 0,000).

3.2. Rezultati indeksa kondicije kamenica za lipanj

Sve je rađeno kao za travanj. Odrađena je deskriptivna analiza podataka (Tablica 6.), ANOVA (Tablica 7.), te višestruka analiza razlika u varijancama (Tablica 8.).

Tablica 6. Broj uzoraka, prosjek indeksa kondicije i standardna devijacija po postajama za mjesec lipanj

	N	Srednjak	Std. Devijacija	Std. Pogreška
Postaja 1	20	6,6610	2,36696	0,52927
Postaja 2	20	4,9724	1,37232	0,30686
Postaja 3	20	4,7664	1,10838	0,24784
Total	60	5,4666	1,88119	0,24286

Tablica 7. Analiza varijanci (ANOVA) za mjesec lipanj

	Suma kvadrata	Stupnjevi slobode	Srednji kvadrat	F	Značajnost
IK Između skupina	43,223	2	21,611	7,440	0,001
Unutar skupina	165,571	57	2,905		
Ukupno	208,793	59			

Postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije (između postaja) u lipnju (značajnost = 0,001).

Tablica 8. Višestruka analiza razlika u varijancama (višestruka komparacija) za mjesec lipanj

Ovisne varijable	(I) Postaja	(J) Postaja	Srednja razlika (I-J)	Std. Pogreška	Značajnost
	Postaja 1	Postaja 2	1,68858	0,53896	0,011
		Postaja 3	1,89463	0,53896	0,004
	Postaja 2	Postaja 1	-1,68858	0,53896	0,011
		Postaja 3	0,20605	0,53896	0,930
	Postaja 3	Postaja 1	-1,89463	0,53896	0,004
		Postaja 2	-0,20605	0,53896	0,930

U lipnju postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije kamenica između postaje 1 (Malenica) i postaje 2 (Nava) (značajnost = 0,011). Između postaje 1 (Malenica) i postaje 3 (otok Mala Figarola) također postoji statistički značajna razlika (značajnost = 0,004), dok nema statistički značajnih razlika za testiranu razinu značajnosti ($P < 0,05$) u indeksu kondicije i između postaje 2 (Nava) i postaje 3 (otok Mala Figarola) (značajnost = 0,930).

3.3. Rezultati indeksa kondicije kamenica za kolovoz

Kao za ostala uzorkovanja i za kolovoz je održena deskriptivna analiza podataka (Tablica 9.), ANOVA (Tablica 10.), te višestruka analiza razlika u varijancama (Tablica 11.).

Tablica 9. Broj uzoraka, prosjek indeksa kondicije i standardna devijacija po postajama za mjesec kolovoz

	N	Srednjak	Std. Devijacija	Std. Pogreška
Postaja 1	20	5,7047	1,62915	0,36429
Postaja 2	20	5,6130	1,55069	0,34675
Postaja 3	20	5,0191	1,13112	0,25293
Total	60	5,4456	1,46117	0,18864

Tablica 10. Analiza varijanci u indeksu kondicije (ANOVA) za mjesec kolovoz

	Suma kvadrata	Stupnjevi slobode	Srednji kvadrat	F	Značajnost
IK Između skupina	5,540	2	2,770	1,311	0,277
Unutar skupina	120,426	57	2,113		
Ukupno	125,967	59			

Ne postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije između postaja u kolovozu (značajnost = 0,277).

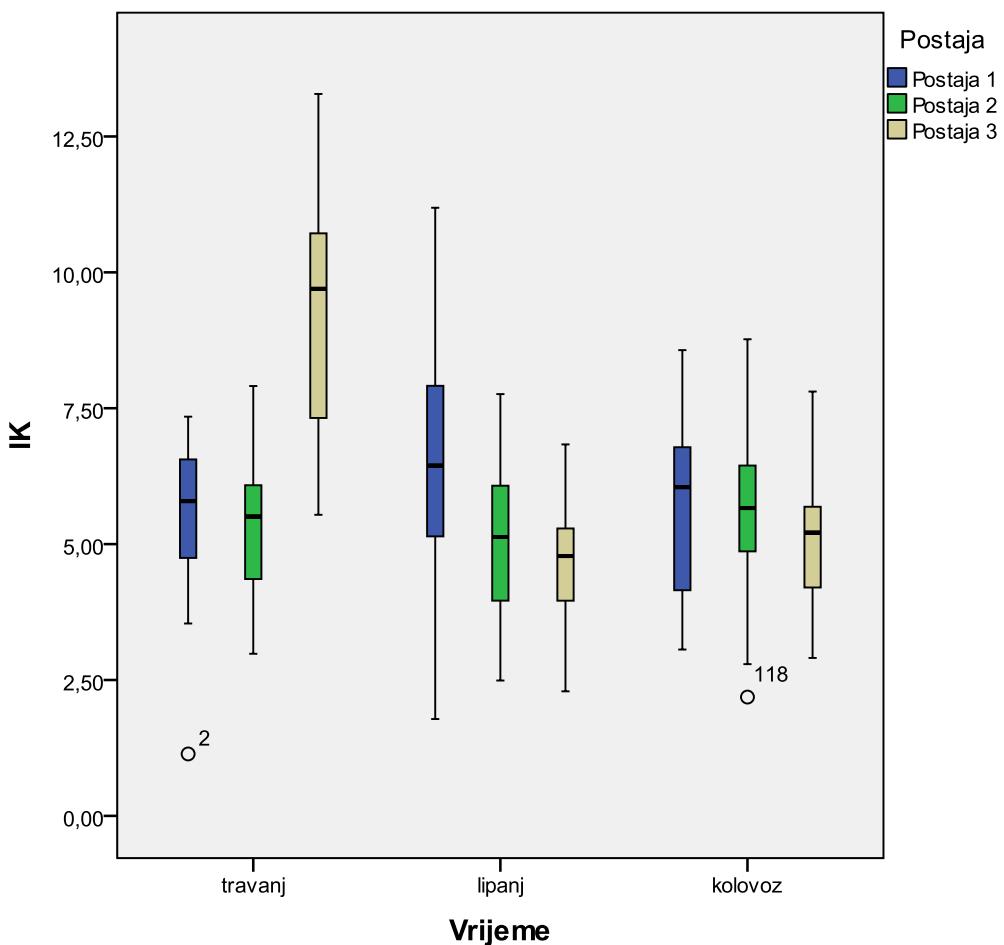
Tablica 11. Višestruka analiza razlika u varijancama (višestruka komparacija) za mjesec kolovoz

Ovisne varijable	(I) Postaja	(J) Postaja	Srednjak razlika (I-J)	Std. Pogreška	Značajnost
IK	Postaja 1	Postaja 2	0,09163	0,45965	0,980
		Postaja 3	0,68553	0,45965	0,336
	Postaja 2	Postaja 1	-0,09163	0,45965	0,980
		Postaja 3	0,59390	0,45965	0,439
	Postaja 3	Postaja 1	-0,68553	0,45965	0,336
		Postaja 2	-0,59390	0,45965	0,439

U kolovozu ne postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije kamenica između postaja (značajnost = 0,980; 0,336; 0,439).

3.4. Rezultati indeksa kondicije kamenica za svako uzorkovanje i sve postaje

Sve prije navedene razlike u indeksu kondicije kamenica po postajama i mjesecima (travanj, lipanj i kolovoz) su prikazane u slijedećim grafikonima (Slika 17. i Slika 18.).

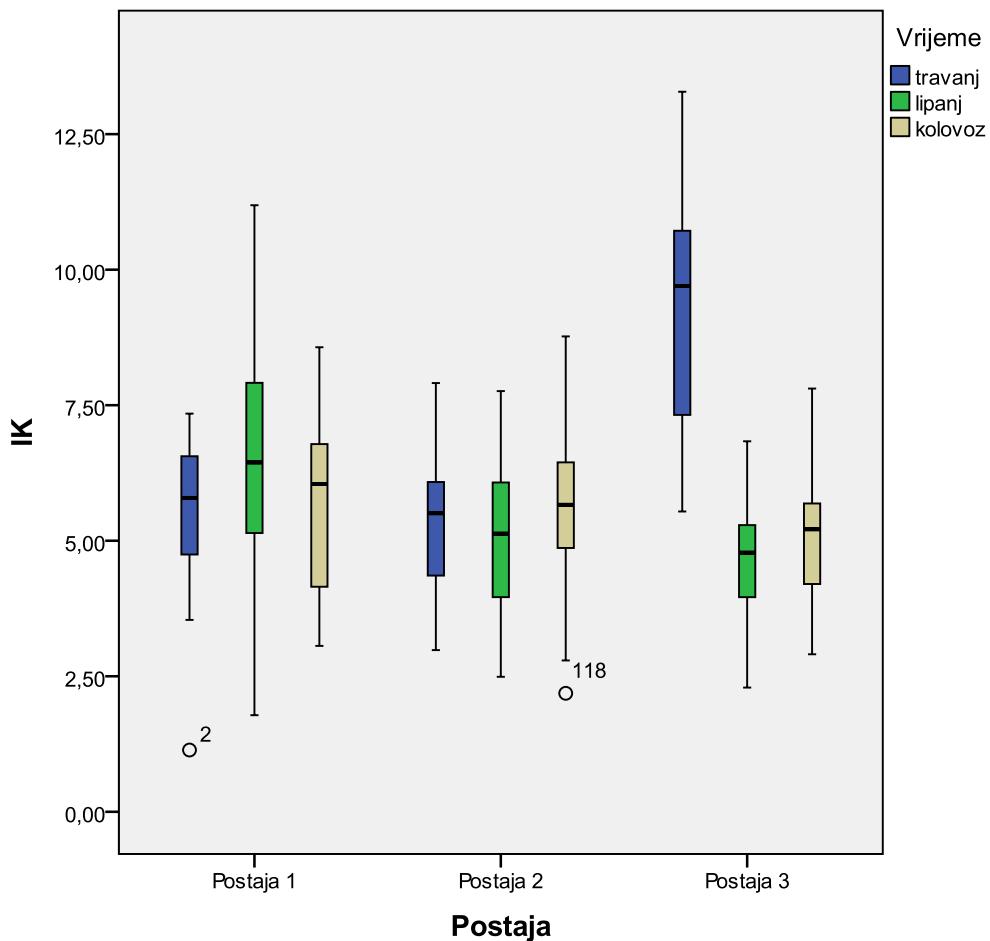


Slika 17. Prikaz vrijednosti varijable indeks kondicije i odstupanja od srednjaka ($SD+/-$) prema postajama (P1, P2, P3) u travnju, lipnju i kolovozu.

U travnju značajno veći indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 3 (otok Mala Figarola) koja se nalazi izvan utjecaja povećanog unosa organske tvari u moru kaveznim uzgojem ribe. Niži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 1 (Malenica) koje se nalaze bliže kavezima sa ribom gdje je povećan unos organske tvari u moru kaveznim uzgojem ribe, dok najniži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 2 (Nava) koje su udaljenije od kaveza sa ribom.

U lipnju najviši indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 1 (Malenica), nešto niži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 2 (Nava), dok najniži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 3 (otok Mala Figarola).

U kolovozu situacija je ista kao u lipnju. Najviši indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 1 (Malenica), nešto niži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 2 (Nava), dok najniži indeks kondicije imaju kamenice sa postaje 3 (otok Mala Figarola).

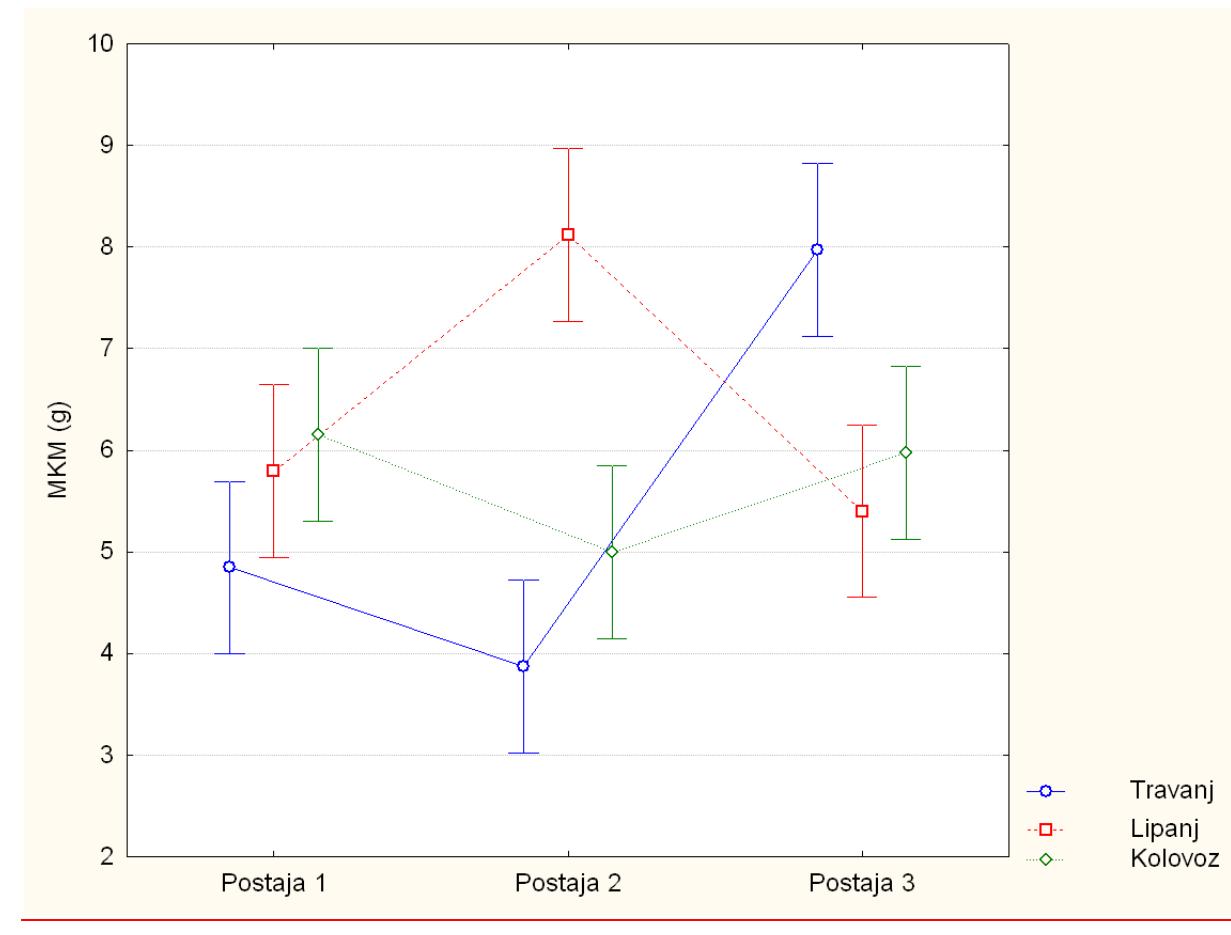


Slika 18. Prikaz vrijednosti varijable indeks kondicije prema mjesecima

Na postaji 1 (Malenica) najveći indeks kondicije kamenica je u lipnju, nešto manji u kolovozu dok je najmanji u travnju.

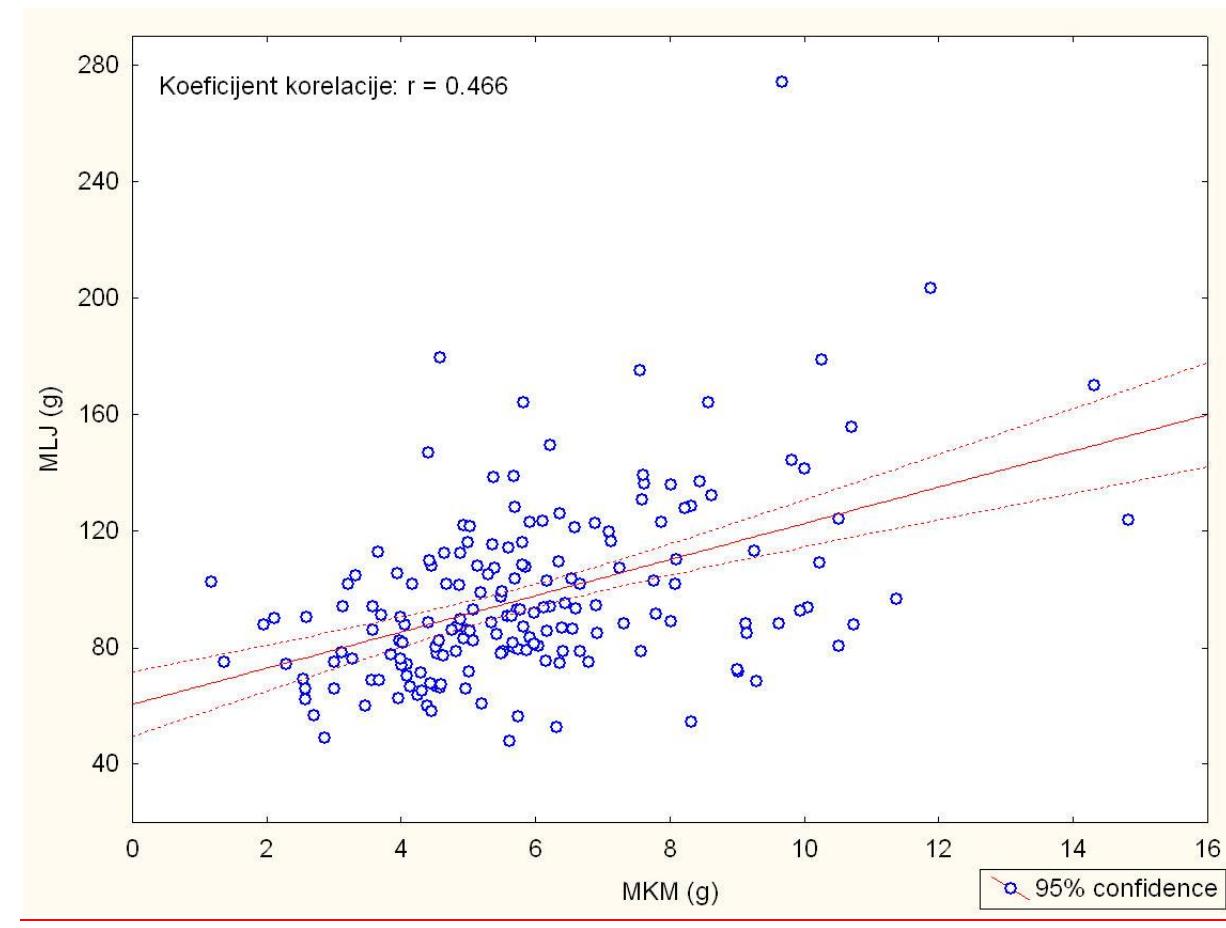
Na postaji 2 (Nava) najveći indeks kondicije kamenica je u kolovozu, manji u travnju a najmanji u lipnju, no razlika između travnja i lipnja nije značajna.

Na postaji 3 (otok Mala Figarola) izrazito visok je indeks kondicije kamenica prikupljenih iz divlje populacije. Vrijednosti MKM kroz travanj, lipanj i kolovoz na tri postaje uzorkovanja (P1, P2 i P3) prikazani na Slici 19. Na postaji 1 je vrijednost MKM prilično uniformna, dok je MKM najviše izražen tijekom lipnja na postaji 2 a tijekom kolovoza na postaji 3.



Slika 19. Masa kuhanog mesa kamenice *O. edulis* (MKM) uzorkovane na uzgajalištima školjkaša Malenica (Postaja 1) i Nava (Postaja 2) te referentnoj lokaciji (Postaja 3) u vremenskom razdoblju travnja, lipnja i kolovoza

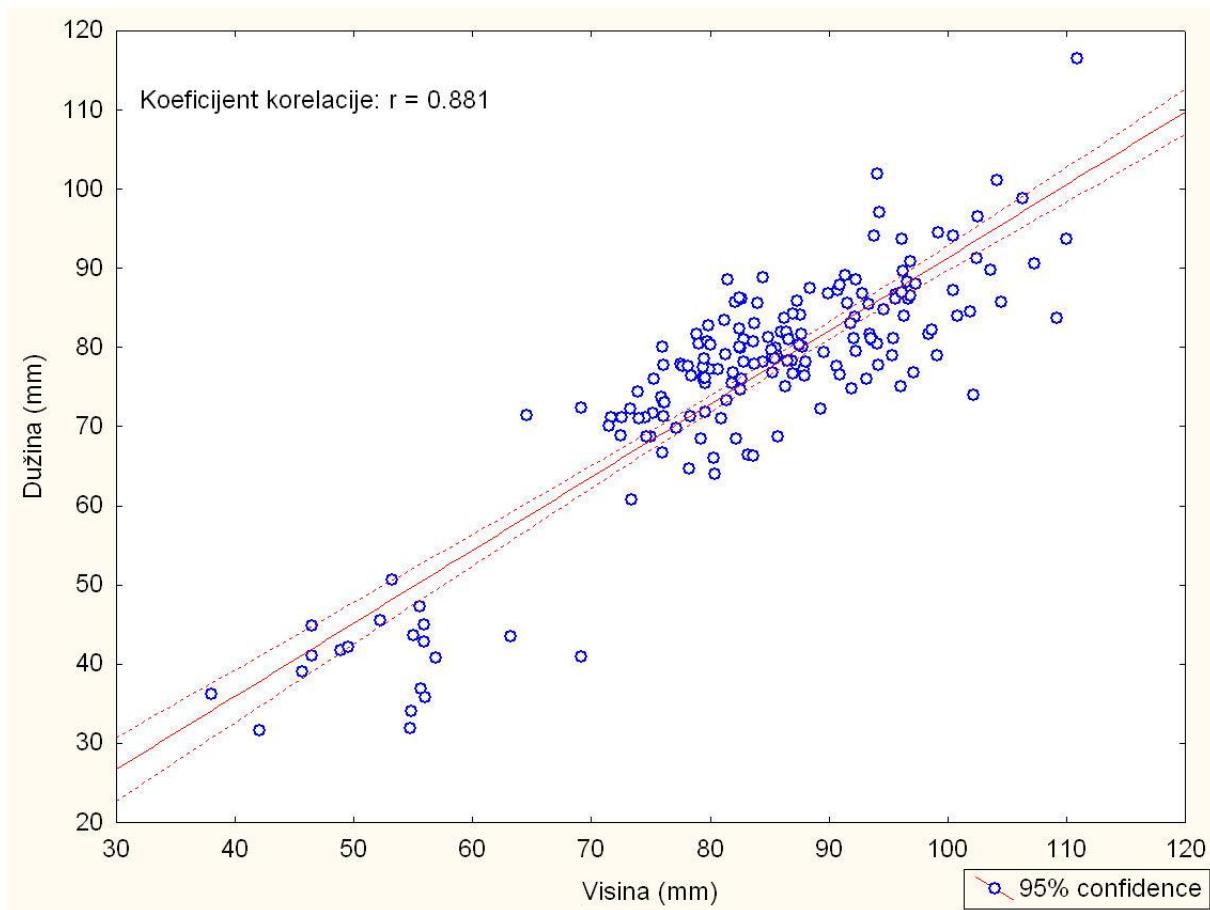
Izvršena korelacija na cijelokupnom uzorku kamenice *O. edulis* na odnosima MKM i MLJ je umjerena (0,466) (Slika 20.).



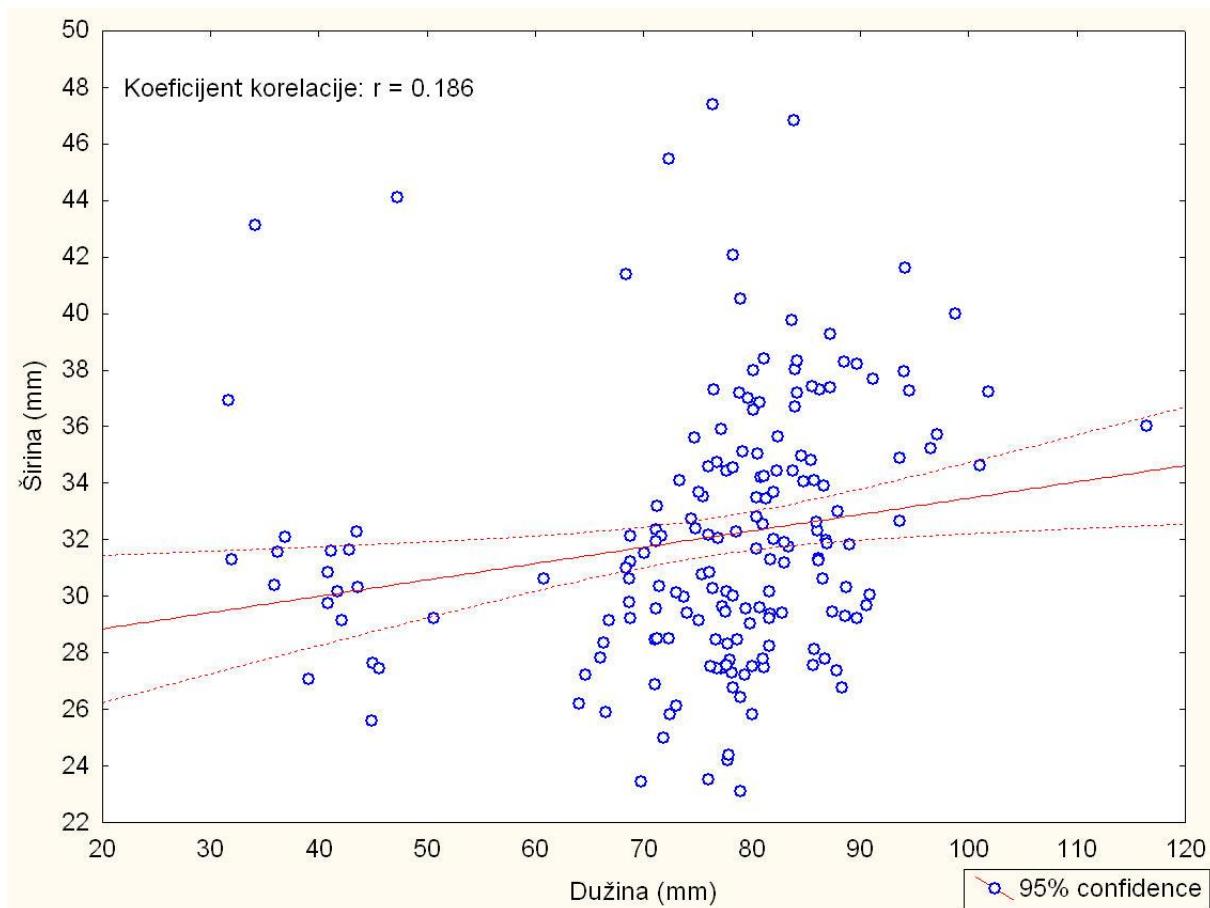
Slika 20. Odnos mase kuhanog mesa (MKM) i masa ljuštare (MLJ) kamenica *O. edulis* s naznačenom vrijednošću koeficijenta korelacije

3.5. Morfometrijska obilježja kamenice *O. edulis* uzorkovane na širem području zapadne obale Istre

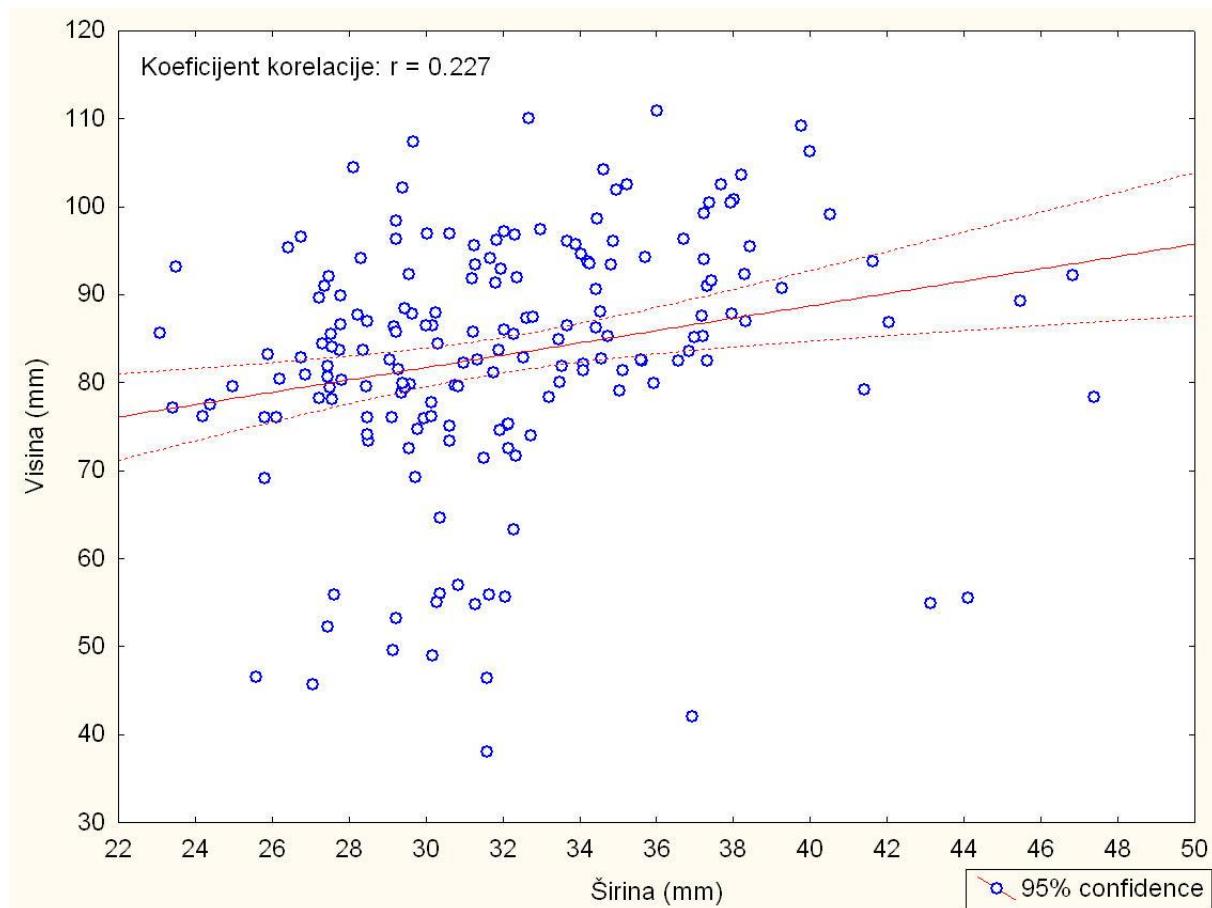
Vidljiva je jaka korelacija između dužine i visine ($r = 0,881$) (Slika 21.), ali ne između dužine i širine ljuštare kamenica ($r = 0,186$) (Slika 22.). Korelacija između visine i širine je niska ($r = 0,227$) (Slika 23.).



Slika 21. Odnos širine i dužine ljuštura kamenice *O. edulis* s naznačenom vrijednošću koeficijenta korelacije



Slika 22. Odnos visine i širine ljuštura kamenice *O. edulis* s naznačenom vrijednošću koeficijenta korelacijske



Slika 23. Odnos visine i širine ljuštura kamenice *O. edulis* s naznačenom vrijednošću koeficijenta korelacije

4. RASPRAVA

Mjerenja indeksa kondicije koriste se već više od pola stoljeća u znanstvene ili komercijalne svrhe (Bratoš i sur., 2004). Indeks kondicije kamenica varira ovisno o veličini mekog tkiva školjkaša (Baird, 1958), sezoni (Mason, 1976; Dix i Ferguson, 1984), razini parazitskih infekcija (Kent, 1979; Thiesen, 1987) i lokalnim ekološkim čimbenicima, od kojih se najviše izdvajaju: dostupnost hrane, temperatura, slanost, dostupnost kisika, te izloženost zraku kod velikih oscilacija plime i oseke (Baird, 1958; Seed, 1980; Teskeredžić i sur., 2004; Yamada, 1989; Marušić i sur., 2009). Indeks kondicije se može izračunavati na različite načine: iz suhe mase mesa i volumena plaštene šupljine, volumena mesa i volumena unutar ljuštura, itd. (Marguš, 1985). U svrhu ovog istraživanja, korišten je indeks kondicije koji se računao iz mase kuhanog tkiva i mase ljuštura.

Kada se riblji feces i nepojedena hrana razgrade na sitnije čestice postoji mogućnost njihove apsorpcije od strane organizama koji se hrane filtracijom morske vode (Jones and Iwama, 1990; Stirling and Okumus, 1995). Na ovaj način nusprodukti uzgoja riba postaju vrijednim izvorom hrane, čijim se iskorištavanjem poboljšava ravnoteža u ekosistemu (Neori i sur. 2000).

Istražen je indeks kondicije kamenica na dvije postaje u Limskom kanalu te na jednoj postaji na otoku Mala Figarola.

Iz dobivenih rezultata zaključuje se da u travnju ne postoji statistički značajna razlika između postaje 1 (Malenica) i postaje 2 (Nava) u Limskom kanalu. Indeks kondicije je u travnju dosta nizak što ukazuje da ekološki čimbenici nisu povoljni, čime se prvenstveno misli na nižu temperaturu i manju količinu hrane u tom razdoblju. Utjecaj kavezognog uzgoja ribe na količinu organske tvari u moru nije velik pošto je temperatura morske vode u travnju još niska te količina hrane kojom se dnevno hrani riba je manja u odnosu na ljetne mjesecce. Ipak je indeks kondicije kamenica koje su prikupljene na postaji 1 (Malenica) koja se nalazi bliže kavezima sa ribom nešto veći, iako razlika nije statistički značajna. Zbog tog podatka može se pretpostaviti da iako minimalno ipak u travnju povećana količina organske tvari u moru uzrokovana kaveznim uzgojem ribe utječe na indeks kondicije kamenica. Što se tiče indeksa kondicije kamenica prikupljenih iz divlje populacije sa 4 m dubine na otoku Mala Figarola u travnju situacija je drugačija. Indeks kondicije je znatno veći od ostalih postaja.

Razlog tome može biti različita starost kamenica i drugačiji period spolnog sazrijevanja u odnosu na kamenice iz uzgoja.

U lipnju postoji statistički značajna razlika između postaje 1 (Malenica) i postaje 2 (Nava) te između postaje 1 (Malenica) i postaje 3 (otok Mala figarola). Treba napomenuti da ovoga puta kamenice sa postaje 3 su uzgojne iz Limskog kanala koje su prethodno postavljene u kašetama na 15 m dubine na ovoj postaji. U ovom mjesecu zabilježen je znatan porast indeksa kondicije kamenica sa postaje 1 (Malenica), što ukazuje na pogodne ekološke uvjete na tom području, te pretpostavka je da kavezni uzgoj ribe znatno utječe na količinu organske tvari na ovom području što se odražava na indeks kondicije kamenica. Između postaje 2 (Nava) i postaje 3 (otok Mala figarola) ne postoji statistički značajna razlika u indeksu kondicije. Na obje postaje indeks kondicije je znatno niži u odnosu na postaju 1 (Malenica) koja se nalazi u blizini kaveza sa ribom. No ipak je indeks kondicije sa postaje 2 (Nava) nešto veći što nas opet dovodi na to da postoji utjecaj kavezognog uzgoja riba. Treba napomenuti da kamenice sa postaje 2 (Nava) u lipnju su prosječno bile veće od kamenica sa ostalih postaja, što bi moglo utjecati na indeks kondicije.

U kolovozu nema statistički značajne razlike u indeksu kondicije između postaja. No još jednom je indeks kondicije kamenica sa postaje 1 (Malenica) u blizini kaveza sa ribom najveći, dok je najmanji indeks kondicije zabilježen kod kamenica sa postaje 3 (otok Mala figarola) koje su izvan utjecaja povećanog unosa organske tvari u moru kaveznim uzgojem ribe. I ovoga puta treba napomenuti da kamenice sa postaje 2 (Nava) su bile prosječno manje i samim time mlađe u odnosu na kamenice sa ostalih postaja što može utjecati na indeks kondicije. Na svim postajama kamenice su prikupljene na 15 m dubine.

S obzirom da je indeks kondicije određen masom kuhanog mesa (MKM) i masom ljuštare (MLJ) analizirana su morfometrijska obilježja uzorkovanih kamenica s obzirom na dužinu, širinu i visinu ljuštare, kao i odnos MKM i MLJ. Provedena analiza ukazuje na izraženu korelaciju između dužine i visine ljuštare ($r = 0.881$; Slika 21.), ali ne između dužine i širine ($r = 0.186$; Slika 22.). Jednako tako, korelacija između visine i širene ljuštare nije izražena ($r = 0.227$; Slika 23.). U cjelini, oblikom kamenice istraživanog područja ukazuju na prilično amorfnost i nestandardnost morfoloških osobina što bi moglo biti posljedica s jedne strane dobnih razlika, a s druge križanja u bliskom srodstvu (Maršić – Lučić, 1995.).

Izvršena korelacija na cjelokupnom uzorku kamenice *O. edulis* na odnosima MKM i MLJ je razmjerno slaba (0.466; Slika. 20). S obzirom da je MKM za razliku od indeksa kondicije neovisan parametar o masi ljuštare, a ova ne korelira s veličinom školjkaša uslijed niza mogućih razloga (dobna razlika, razlika u ekološkim uvjetima, nasljeđe i sl.) to bi MKM mogao biti pouzdaniji parametar utjecaja trofičkog stanja na komercijalnu korisnost kamenica. Vrijednosti MKM kroz travanj, lipanj i kolovoz na postaji 1 (neposredna na uzgajalištu) je prilično uniformna, što je možda posljedica slabog intenziteta unosa organske tvari procesom hranjenja pri niskim temperaturama. U ovakvim uvjetima dominirajući unos hranjivih tvari je s kopna i kao takav ne ovisi o blizini uzgajališta. Tijekom lipnja MKM je najviše izražen na postaji 2 (u blizini uzgajališta ribe) što je teško objasnjivo s aspekta zootehnike i antropogenog unosa nutrijenata procesom hranjenja koji podjednako utječe na kamenice sa postaje 1. Stoga bi se ova razlika prije mogla pripisati razlikama u zootehničkim uvjetima uzgoja samih kamenica na visecim pergolarima (gustoća, filtracijske mogućnosti, protok otopljenog kisika) kao i dobним razlikama uzorkovanih jedinki. Visoki udio MKM na postaji 3 tijekom kolovoza (postaja izvan uzgajališta) prije bi mogao biti posljedica razlika u dobним odnosima uzorkovanih jedinki nego povoljnosti trofičkih uvjeta koji su zacijelo povoljniji na postajama smještenim na i oko kavezniog uzgoja ribe.

Iz rezultata je vidljivo da povećani unos organske tvari u moru kaveznim uzgojem ribe pozitivno utječe na indeks kondicije kamenica.

Što se tiče korelacije između temperature i indeksa kondicije kamenica postoji statistički značajna korelacija. Povećanjem temperature se snižava indeks kondicije. No ovo nije realno stanje jer ako zanemarimo ekstremno visoki indeks kondicije kamenica prikupljenih iz divlje populacije u travnju vidimo da se indeks kondicije lagano povećava u lipnju te se opet malo snizi u kolovozu. Međutim razlike u prosječnom indeksu kondicije svih postaja između uzorkovanja su toliko male da nisu statistički značajne.

Iako je ovim istraživanjem, kao i drugim istraživanjima utvrđeni viši indeks kondicije kamenica sa postaje koja se nalazi bliže kavezima sa ribom u odnosu na ostale postaje pri svakom uzorkovanju (Mazzola and Sarà, 2001.), druga istraživanja nisu to dokazala (Navarrete-Mier i sur. 2010).

5. ZAKLJUČAK

Statističkom obradom podataka utvrđena je statistički značajna razlika u vrijednostima indeksa kondicije kamenica između postaja i između uzorkovanja. Dokazana je i korelacija između temperature i indeksa kondicije kamenica, no zanemarujući indeks kondicije kamenica prikupljenih iz divlje populacije u travnju čini se da temperatura ne utječe znatno na indeks kondicije kamenica.

Indeks kondicije kamenica je najveći na postaji 1 (Malenica) koja se nalazi bliže kavezima sa ribom (405 m). Nešto manji na postaji 2 (Nava) koja je malo udaljenija od kaveza sa ribom (740 m), dok je najmanji (zanemarujući travanj) na postaji 3 (otok Mala Figarola) koja se nalazi izvan Limskog kanala. Pokazalo se korisnim uz indeks kondicije analiza morfometrijskih relacija uzorkovanih kamenica, jednako tako i oscilacije mase kuhanog mesa (MKM) koja ne ovisi o masi ljuštare.

Provedena istraživanja sugeriraju da u Limskom kanalu ekološki čimbenici modificirani kaveznim uzgojem riba pogoduju indeksu kondicije kamenica što bi se moglo iskoristiti u budućnosti za unaprjeđenje uzgoja školjkaša u polikulturi s intenzivnim kaveznim uzgojem riba.

6. LITERATURA

- Baird, R. H. 1958. Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Const. Int. Explor. Mer.*, 23, 249–257.
- Bayne, B. L., 1975. Aspects of Physiological Condition in *Mytilus edulis* (L.), with Special Reference to the Effects of Oxygen Tension and Salinity, *U: Proceeding of the Ninth European Marine Biology Symposium*, H. Barnes (Ed.), str. 213-238, Aberdeen University Press, Aberdeen, Scotland.
- Bratoš A., Glamuzina B. i Benović A. 2004. Hrvatsko školjkarstvo-prednosti i ograničenja. *Naše more* 51(1-2): 59-62.
- Davenport and Chen, 1987. A comparison of methods for the assessment of condition int he mussel (*Mytilus edulis* L.). Animal Biology Group, Marine Science Laboratories, University College of North Wales, Menay Bridge, Gwynedd, North Wales, LL 59 5 EH. *J. Moll. Stud.* (1987). 53, 293 – 297.
- Dix, T.G., Ferguson, A., 1984. Cycles of reproduction and condition intasmanian blue mussels *Mytilus edulis planulatus*. *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 35: 307-313.
- Gavrilović, A., Petrinec, Z. 2003. Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenice *Ostrea edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. *Veterinarska stanica* 34 (1), 7-9.
- Gosling, E., 2003. Bivalve Molluscs. Biology, ecology and culture. Blackweel science, str. 23-37.
- Hamer B., Jakšić Ž., Pavičić-Hamer D., Perić L., Medaković D., Ivanković D., Pavičić J., Zilberberg C., Schröder H.C., Müller W.E.G., Smoldlaka N., Batel R. 2008. Effect of hypoosmotic stress by low salinity acclimation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* on biological parameters used for pollution assessment. *Aquatic Toxicology* 89(3): 137-151.
- Hrs-Brenko, M. 1968. Biometrical analyses of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) along the Eastern coast of the Adriatic. *Thalassia Jugoslavica* 4: 19-30.

- Jaziri H., 1990. Variations génétiques et structuration biogéographique chez un bivalve marin: l'huître plate *Ostrea edulis* L. (PhD dissertation). Montpellier, France: University of Montpellier II.
- Jones, T.O. & G.K. Iwama. 1991. Polyculture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (thurnberg), with Chinook salmon, *Onchorynchus tshawytscha*. *Aquaculture*, 92: 313–322.
- Kent, R.M.L., 1979. The influence of heavy infestations of *Polydora ciliata* on the flesh content of *Mytilus edulis*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 59: 289-297.
- Landau, M. 1992. Introduction to aquaculture. John Wiley& Sons. New York. 440 pp.
- Langton, R. W., Gabbott, P.A. 1974. The tidal rhythm of extracellular digestion and the response to feeding in *Ostrea edulis*. *Mar. Biol.*, 24: 87-181.
- Mann, R., 1978. A comparison of morphometric, biochemical and physiological index of condition in marine Bivalve Molluscs. Energy and environmental stress in aquatic systems, 484-497.
- Marguš D. 1985. Komparativne metode izračunavanja indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). *Ichthyologia* 17(1): 59-67.
- Maršić – Lučić J. 1995. Genetska struktura prirodnih i uzgojnih populacija kamenice *Ostrea edulis*, L. u Jadranu.
- Marušić N., Vidaček S., Medić H., Petrak T. 2009. Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budava i u zaljevu Raša. *Ribarstvo* 67(3): 91-99.
- Mason, J. 1976. Cultivation. U: Bayne, B.L. (ur.) Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, str. 385-410.
- Mazzola, A. & G. Sarà G. 2001. The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (Geata Gulf, Central Tyrrhenian, MED): stable carbon isotopic analysis. *Aquaculture*, 192: 367–379.
- Navarrete-Mier, F., C. Sanz-Lázaro & A. Marin. 2010. Does bivalve mollusc polyculture reduce marine fin fish farming environmental impact? *Aquaculture*, 306:101–107.

- Neori, A., M. Shpigel & D. Ben-Ezra. 2000. A sustainable integrated system for culture of fish, seaweed and abalone. *Aquaculture*, 186: 279 - 291.
- Newell, R.I.E., Langdon, C.J. 1996. Mechanism and physiology of larval and adult feeding, u: V.S. Kennedy, R.I.E. Newell, A.F. Elbe (ur). The Eastern Oyster *Crassostrea virginica*. Maryland Sea Grant College, College Park Maryland, str. 185-229.
- Purchon, R.D. 1957. The stomach int he Filibranchia and Pseudolamellibranchia. *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 129: 27-60.
- Reid, R.G.B. 1968. The distribution of digestive tract enzymes in lamellibranchiate bivalves *Comp. Biochem. Physiol.*, 24: 27-44.
- Seed, R., 1980. Shell growth and form in the Bivalvia. U: Rhoads, D.C., Lutz, R.A. (ur.) *Skeletal Growth of Aquatic organisms*. Plenum Press, New York, str. 23-67.
- Stirling, H.P. & I. Okomus. 1995. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms at two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 134: 193–210.
- Swift, D.R. 1993. Aquaculture Training Manual. Fishing NewsBook. Oxford, England, 158 pp.
- Teskeredžić E., Teskeredžić Z., Legović T., Branica M., Kwokal Ž., Picer M., Raspor B., Picer N., Klarić D., Ahel M., Terzić S., Čosović B., Bačić I. 2004. Studija utjecaja na okoliš za objekte akvakulture u zoni ušća rijeke Krke. Zagreb 2004. 32-46, 59-74, 114-136.
- Theisen, B.F., 1987. Infestation of *Mytilus edulis* by *Mytilicola intestinalis*. *Ophelia*, 10: 49-55.
- Vercaemer B., Spence K., Herbinger C., Lapègue S. and Kenchington E. (2006). Genetic diversity of the European oyster (*Ostrea edulis*) in Nova Scotia: assessment and implications for broodstock management. *J. Shell. Res.*, 25: 543-551.
- Yamada, S.B., 1989. *Mytilus californianus*, a new aquaculture species. *Aquaculture*, 81: 275-284.

Younge, C.M. 1926. Structure of the digestive tubule oft he eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin 1791). J. Shellfish res., 14: 97-103.