

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Anika Marinović

**Utjecaj ekoloških čimbenika na sezonske promjene indeksa kondicije
uzgojnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u
Malostonskom zaljevu**

DIPLOMSKI RAD

Mentor:
doc. dr. sc. Jurica Jug-Dujaković

Dubrovnik, 2010.

Ovaj diplomski rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Jurice Jug-Dujakovića, u sklopu diplomskog studija Marikultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku. Rad je izведен u prostorima Sveučilišta u Dubrovniku i Tehnološko i poslovno inovacijskog centra za marikulturu - MARIBIC, Bistrina, Ston.

Zahvaljujem svom mentoru, doc. dr. sc. Jurici Jug-Dujakoviću na ostvarenju svih uvjeta potrebnih za izvedbu ovog diplomskog rada.

Posebno se zahvaljujem mr. sc. Ani Gavrilović na savjetima i velikoj pomoći tijekom teorijskog i praktičnog dijela izrade rada, te svim zaposlenicima MARIBIC-a.

Nadalje se zahvaljujem dr. sc. Alexisu Conidesu za pomoć pri statističkoj obradi podataka, dr. sc. Bošku Skaramuci i dr. sc. Jakši Bolotinu na korisnim savjetima.

Zahvaljujem se Dubrovačko-neretvanskoj županiji, koja je financiranjem projekta MARIBIC-a "Značajke uzgojnih lokaliteta mušule i kamenice, na osnovu praćenja rasta, indeksa kondicije, zdravstvenog statusa i spolnog sazrijevanja uzgojnih populacija na području Malostonskog zaljeva" omogućila izradu ovog rada.

Na kraju se moram zahvaliti svojoj obitelj i kolegama koji su mi bili potpora tijekom studiranja, a posebno Krunu Bonačiću. Njima posvećujem ovaj rad.

Sadržaj

1.	Uvod	1
1.1.	Povijest uzgoja školjkaša u Malostonskom zaljevu	1
1.2.	Ekološke značajke Malostonskog zaljeva	2
1.3.	Biološke karakteristike mediteranske dagnje	3
1.4.	Tehnologija uzgoja	6
1.5.	Indeks kondicije.....	11
1.6.	Ciljevi rada	11
2.	Materijali i metode.....	12
2.1.	Obrada uzoraka dagnje	13
2.2.	Obrada uzoraka morske vode	13
2.3.	Statistička analiza	14
3.	Rezultati.....	15
3.1.	Sutvid.....	15
3.2.	Brijesta.....	17
3.3.	Duba.....	19
3.4.	Banja.....	21
3.5.	Bistrina.....	23
3.6.	Soca	25
3.7.	Kuta	27
4.	Rasprava	29
5.	Zaključci	37
6.	Literatura	38

Sažetak

Utjecaj ekoloških čimbenika na sezonske promjene indeksa kondicije uzgojnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Malostonskom zaljevu

U ovom radu su istraživane promjene srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) na sedam različitih postaja u području Malostonskog zaljeva, te njihov odnos s promjenom srednjih mjesecnih vrijednosti ekoloških čimbenika (slanost, temperatura, ukupna, organska i anorganska partikularna tvari). Najniže i najviše vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM) izmjerene su u različitim razdobljima na različitim postajama i dubinama uzorkovanja. Rezultati usporedbe srednjih mjesecnih vrijednosti IC i IM s obzirom na dubinu po pojedinim postajama su pokazali postojanje statistički značajnih razlika, osim za vrijednosti IM na postaji Kuta. Na dubini od 1 m najveći indeks kondicije zabilježen je u listopadu na postaji Duba (147,89), a najniži u veljači na postaji Sutvid (61,91). Najveća vrijednost IM dagnji na ovoj dubini utvrđena je u lipnju na postaji Brijesta (25,61), a najmanja u veljači na postaji Sutvid (10,65). Na dubini od 4 m najveći IC zabilježen je u travnju na postaji Banja (139,84), a najniži u veljači na postaji Kuta (61,23). Na ovoj dubini je najveća vrijednost IM zabilježena u Brijesti u prosincu (25,04), a najmanja u veljači na postaji Banja (10,5).

Srednje mjesecne vrijednosti indeksa kondicije dagnji na svim istraživanim postajama pokazale su statistički značajne prostorne i vremenske varijacije. Najveći utjecaj na vrijednost indeksa kondicije na svim istraživanim postajama imale su koncentracije organske i anorganske partikularne tvari.

Ključne riječi: dagna / *Mytilus galloprovincialis* / indeks kondicije / ekološki čimbenici / slanost / temperatura

Abstract

The effect of ecological factors on the seasonal changes in the condition index of cultivated black mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) populations in Mali Ston Bay

In this study, changes of average monthly values of the condition index of the black mussel *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), as well as their relationship with average monthly values of ecological parameters (salinity, temperature, total, organic and inorganic particulate matter) were investigated at seven different locations in the area of Mali Ston Bay (Sutvid, Brijesta, Duba, Banja, Bistrina, Soca, Kuta). The lowest and the highest values of the condition index (IC) and meat index (IM) were measured in different periods at different locations and at different sampling depths. A significant statistical difference was recorded between the results of average monthly values of IC and IM with the regard to the depth at different locations, with the exception for the values of IM in Kuta. At a depth of 1 m, the highest IC was recorded in October in Duba (147,89) and the lowest in February in Sutvid (61,91). The highest value of IM of mussels at this depth was recorded in June in Brijesta (25,61), and the lowest in February in Sutvid (10,65). At depth of 4 m, the highest IC was recorded in April in Banja (139,84), and the lowest in February in Kuta (61,23). The highest value of IM at this depth, was recorded in Brijesta in December (25,04), and the lowest in February in Banja (10,5).

Mean monthly values of condition index of mussels at all locations showed statistically significant spatial and temporal variations. Organic and inorganic particulate matter concentrations showed the highest influence on condition index of mussels at all locations.

Keywords: mussel / *Mytilus galloprovincialis* / condition index / ecological parameters / salinity / temperature

1. Uvod

1.1. Povijest uzgoja školjkaša u Malostonskom zaljevu

Malostonski zaljev je poznat po uzgoju školjkaša još iz rimskog doba. Prvobitno se na ovom prostoru uzgajala samo europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758), a početkom 20. stoljeća započeo je i uzgoj mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) (Basioli, 1981; Benović, 1997). Važnost zaljeva za uzgoj školjkaša uvidjela je i Dubrovačka republika, unajmivši 1333. godine od Bana Stjepana Kotromanića uvalu Bistrina, koju je poslije njegove smrti kupila prenoseći pravo na ribolov i uzgoj u Malostonskom zaljevu na stonskog kneza. Uvala se dijelila na nekoliko parcela, a knez je davao koncesije na iskorištavanje onome koji se obvezao da će proizvoditi i određeni dio davati državi na raspolaganje, tj. njezinom predstavniku u Stonu (D'Erco, 1862). Prvi pristupačan zapis o izlovljavanju kamenica iz prirodnih staništa i njihov daljnji uzgoj u Malostonskom zaljevu datira iz 1573. godine (Vekarić, 1960). Prema arhivskim podacima može se zaključiti da je tijekom 16. i 17. stoljeća uzgoj školjkaša bio već uhodan, ali je početkom 18. stoljeća gotovo propao. Poduzimanjem mjera obnove, dubrovački Senat uspio je sačuvati uzgoj kamenice od potpune propasti (D'Erco, 1862). Tehnologija uzgoja u ovom razvoju bila je vrlo primitivna i malo se mijenjala.

Nakon pada Dubrovačke republike te dolaska Francuske, a potom i Austro-Ugarske, sva uzgajališta u Malostonskom zaljevu prešla su u privatno vlasništvo. U Drugom svjetskom ratu propala su gotovo sva uzgajališta. Nakon rata u Bistrini je osnovano državno uzgajalište morskih beskralješnjaka «Kamenica» za proizvodnju kamenica i dagnji, koje je 1973. godine pripojeno solani «I. M. Crni». U međuvremenu je osnovana Ribarstvena stanica na Otoku života, čija je zadaća bila rad na unaprijeđenju tehnologije uzgoja školjkaša (Basioli, 1968; 1981). Nova tehnologija uzgoja dagnji u mrežastim najlon čarapama prihvaćena je i u ostalim našim uzgajalištima (Kapetanović, 1970). Osamdesetih godina prošlog stoljeća količina uzgojenih dagnji i kamenica u Malostonskom zaljevu iznosila je oko 90% proizvodnje Jugoslavije (Benović, 1980a). U

to vrijeme (1984. godine), društvena uzgajališta u zaljevu preuzima Saponija-Osijek, OUR «Dalmacijabilje» iz Dubrovnika (Bolotin, 1988). Usporedno s povećanjem proizvodnje i moderniziranjem procesa uzgoja, započelo je i konzerviranje mesa dagnji dubokim zamrzavanjem (Skaramuca i Đukić, 1981; Benović i sur., 1983).

Najveća proizvodnja dagnji u Malostonskom zaljevu zabilježena je krajem 80-ih i početkom 90-ih godina 20. stoljeća. Količina školjkaša na tržištu dosezala je više od 3 000 tona, što je još uvijek bilo oko 10 puta manje od procjene stručnjaka o mogućnostima uzgoja u ovom području. Nakon Domovinskog rata, količina proizvedenih dagnji se višestruko smanjila (Peharda i sur., 2000). Usprkos strateškom cilju hrvatske marikulture da se godišnja proizvodnja do 2010. godine poveća na 20 000 tona školjkaša (Katavić, 2004), danas se proizvodnja dagnji procjenjuje na 6 000 tona, a kamenice na preko tri milijuna komada (Jug-Dujaković, 2008).

1.2. Ekološke značajke Malostonskog zaljeva

Malostonski zaljev pruža se između kopna i poluotoka Pelješca u smjeru sjeverozapad-jugoistok i prirodni je nastavak Neretvanskog kanala. Izduženog je oblika i razgranat u brojne uvale (Roglić, 1981). Obuhvaća područje od uvale Kuta do spojnica rta Rat na Pelješcu i rta Rivine na kopnu. Navedeno područje je odlukama Skupština općina Dubrovnik i Metković 1983. godine, te odlukom Skupštine Dubrovačko-neretvanske županije 2002. godine zaštićeno i proglašeno posebnim morskim rezervatom. Dužina zaljeva je 28 km, najveća širina na spojnici luka Drače uvala Soline 6,1 km, dok je širina na spojnici rt Rat - rt Rivine 4,5 km. Uz samu obalu morsko dno je hridinasto i postupno prelazi u muljevito. Cijeli zaljev je plitak s najvećom dubinom od 29 m. U krajnjem dijelu zaljeva dubina ne prelazi 10 m (IOR, 2003).

Obale su građene od vodopropusnog vapnenca, što se bitno odražava na ekosustav cijelog zaljeva. Gotovo sva cirkulacija oborinske vode se odvija podzemno, te se zajedno s vodom iz zaleđa (Popovo polje) uljeva u zaljev u obliku podvodnih izvora-vrulja (Bahun, 1981). Vode podzemnih izvora bitno utječu na ekološke prilike u zaljevu i to naročito na temperaturu i slanost (Meštrović i Požar-Domac, 1981). Zbog izrazitog utjecaja slatkih voda, zabilježene su dosta visoke vrijednosti koncentracije hranjivih soli, što

uzrokuje visoku fitoplanktonsku i zooplanktonsku produkciju. Međutim, nigdje u zaljevu se ne osjeća veće gomilanje mineralnih soli što inače ukazuje na eutrofikaciju (Buljan i sur., 1973). Značajan je utjecaj rijeke Neretve na vanjski dio zaljeva, pogotovo za vrijeme njenog visokog vodostaja te za vrijeme jačih zapadnih vjetrova koji intezivnije pušu u ljetnom razdoblju (IOR, 2003).

Godišnje vrijednosti temperature jako variraju, a ekstremne vrijednosti se javljaju u površinskom sloju. Tako na postaji Usko temperatura varira od 9,5°C u siječnju do preko 26°C u srpnju. Od lipnja do rujna jače je izražena termička stratifikacija vodenog stupca. Naglo hlađenje površinskog sloja započinje u listopadu, a izotermija se uspostavlja u studenom. U vanjskom dijelu zaljeva površinska temperatura je rijetko ispod 10°C, međutim za vrijeme jakih zima u plitkim dijelovima unutrašnjeg dijela zaljeva površinska temperatura može se približiti vrijednosti od 0°C (IOR, 2003).

Također je prisutno veliko kolebanje u vrijednostima slanosti kroz godinu. Niske površinske vrijednosti slanosti indirektno dokazuju na pojačan dotok oborinskih voda i slatke vode vruljama i rijekom Neretvom. Na lokalitetima koji su pod većim utjecajem dotoka slatke vode, slanost u površinskom sloju zna pasti i do 15 psu (uvala Brijesta). U ljetnim mjesecima površinske vrijednosti slanosti rastu, pa je tako u uvali Brijesta zabilježeno godišnje kolebanje od 22,23 psu, a u uvali Kuta 10,9 psu. Najviša slanost s malim godišnjim kolebanjem je ispod 10 m dubine. U vanjskom dijelu zaljeva pridnene vrijednosti slanosti dosežu i do 38,83 psu (IOR, 2003).

1.3. Biološke karakteristike mediteranske dagnje

Dagnja *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) taksonomski se svrstava u :

Koljeno: *Mollusca*

Razred: *Bivalvia*

Red: *Filibranchia*

Porodica: *Mytilidae*

Rod: *Mytilus*

Rod *Mytilus* sastoji se od više vrsta od kojih se u Europi kao ekonomski važne izdvajaju: *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758) i *Mytilus galloprovincialis*. Atlantska dagnja *M. edulis* široko je rasprostranjena na sjevernoj hemisferi. U Europi je nalazimo od Bijelog mora na sjeveru do južne obale Francuske (Seed, 1972, 1978; McDonald i sur., 1991). Istraživanjem na temelju genetičkih markera uz istočnu obalu Jadrana (od Boke Kotorske do Limskog kanala) nije utvrđena prisutnost *M. edulis* (Skaramuca i sur., 2007). Vrsta *M. galloprovincialis* rasprostranjena je u Mediteranu, Crnom moru, na atlanskoj obali Španjolske, Portugala i Francuske i sjeverno do Velike Britanije (Gosling, 1992). U Hrvatskoj je nalazimo duž cijele obale Jadranskog mora. Najviše je prisutna u Novigradskom i Karinskom moru, Šibenskom zaljevu i kanalu, Malostonskom i Pulskom zaljevu. Najgušća naselja dagnji su u pojasu plime i oseke. Takva je rasprostranjenost rezultat bioloških faktora predacije i kompeticije, pa mogu uspjevati i na većim dubinama (Gosling, 1992).

Pretpostavlja se da je vrsta *M. galloprovincialis* nastala od *M. edulis* kad se Sredozemno more odvojilo od Atlanskog oceana za vrijeme pleistocena, prije 1-2 milijuna godina (Barsotti i Meluzzi, 1968). Morfološke i genetske razlike kod ove dvije vrste su vrlo male pa tako na područjima gdje nalazimo obje vrste (Francuska i Irska; Gosling, 1984), prirodno se međusobno mrijeste te nastaju hibridi koji mogu proizvoditi vitalne ličinke (Dardignac-Corbel, 1990). Od pet ili šest morfoloških karakteristika koje se koriste da bi se razlikovale ove dvije vrste, najpouzdanije su se pokazale: veličina ožiljka aduktora i veličina brave, dok je oblik ljuštura najmanje pouzdan. Ostale razlike mogu biti: boja ruba plašta (žućkasto-smeđa kod *M. edulis*, tamno-ljubičasta kod *M. galloprovincialis*), longitudinalni zarezi plavkaste boje na ljušturi (nalazimo ih samo kod *M. edulis*) i druge (Gosling, 1992). Ipak, postoje iznimke za sva ova pravila i ne postoji jedinstvena morfološka karakteristika kojom možemo sa sigurnošću odrediti vrstu (Gosling, 1984; Beaumont i sur., 1989; Koehn, 1991; McDonald i sur., 1991).

Dagnja je tipičan predstavnik skupine heteromyaria. Anteriorni mišić zatvarač je vrlo reducirani te je ljuštura na tom dijelu sužena, što joj daje tipičan trokutasti oblik (Gosling, 2003). Živi pričvršćena za podlogu bisusnim nitima koje luči bisusna žlijezda u stopalu. Dagnje su gonohoristi, a razvoj gonada se odvija unutar tkiva plašta. Većina populacija sadrži približno isti broj ženskih i muških jedinki (Seed, 1976; Sunila, 1981;

Kautsky, 1982a; Brousseau, 1983; Sprung, 1983). Kod zrelih jedinki plašt koji sadrži gamete je narančasto-crvene boje kod ženki i kremasto-bijele boje kod mužjaka. Spolno sazrijevaju u prvoj godini života, a fekunditet se kreće od 7-8 milijuna jajašaca kod manjih jedinki pa do 40 milijuna jajašaca kod većih (Thompson, 1979). Oplodnja je vanjska i ličinke borave u planktonu 2-4 tjedna, nakon čega se razvija bisusna žljezda koja luči bisus kojim se prihvata za podlogu (Gosling, 2003).

Dagnje imaju ktenidije – škrge čija su vlakanca međusobno povezana s nekoliko vrsta cilija, tipičnih za skupinu Filibranchia. Osim za respiraciju, služe i kao organ za hranjenje. Čestice unesene inhalantnom vodenom strujom prihvataju lateralne, a potom frontalno-lateralne cilije svakog škržnog filamenta. Nakon izdvajanja, čestice hrane pokretima ove cilijarne skupine transportiraju se prema vršnom dijelu filamenta na kojem se nalazi hranidbeni žlijeb. Dalji transport hrane prema usnim palpima i ustima omogućavaju frontalne cilije i sluz, koju luče sluzne žljezde škržnog epitela. Usni palpi, kao i škrge, posjeduju brojne nabore i žlijebove pokrivenе cilijarnim traktovima, u kojima se razvrstavaju čestice prema veličini i kvaliteti. Selektirane čestice proslijeduju se u usta, dok se ostatak odbacuje na unutarnju površinu plašta kao pseudofeces (Gosling, 1992).

U razdoblju niske koncentracije partikularne tvari u moru, sve čestice koje dospiju do labijalnih palpi se unose u probavni sustav. Ako količina filtriranih čestica prelazi maksimalni kapacitet probavnog sustava dagnje, višak se vezuje u sluz tvoreći pseudofeces i odstranjuje iz plaštane šupljine. Količina tvari koja se unosi u probavni trakt tako ostaje konstantna, bez obzira na daljnje povećanje koncentracije partikularne tvari u okolini (Gosling, 1992). Tvari unesene u probavni sustav su podvrgнуте izvanstaničnoj probavi, te unutarstaničnoj probavi u tubulima probavne žljezde. Apsorpcija se odvija u crijevu (Hawkins i sur., 1986b), neposredno prije izbacivanja produkata u obliku fecesa (Morton, 1983).

Ktenidije dagnji mogu zadržati suspendirane bakterije manje od 1 μm s učinkovitošću od 20-30% (Kemp i sur., 1990; Langdon i Newell, 1990; Prieur i sur., 1990). Učinkovitost zadržavanja raste proporcionalno s veličinom čestica i doseže 100% za partikularnu tvar veću od 4 μm (Lucas i sur., 1987; Riisgård, 1988). Ipak, učinkovitost zadržavanja može ovisiti i o obliku, mobilnosti, gustoći i kemijskim svojstvima čestica

(Bayne i sur., 1977a; Newell i sur., 1989; Ward i Targett., 1989; Kemp i sur., 1990; Prieur i sur., 1990).

Sastav obroka u vodenoj okolini dagnje može biti različit. Iako prevladava fitoplankton, hranu ovih organizama sačinjavaju i fini organski detritus, razgrađena organska tvar, različite bakterije, mikrozooplankton i anorganske čestice. Najvažnije skupine fitoplanktona u ishrani dagnje predstavljaju: alge kremenjašice - dijatomeje (*Bacillariophyta*), jednostanični bičaši i dinoflagelati (*Dynophyta*) i morski bičaši - silikoflagelati (*Chrysophyceae*) (Jasprica, 2003).

1.4. Tehnologija uzgoja

Duž istočne Jadranske obale dagnja se mrijesti tijekom dužeg vremenskog perioda, od ljeta pa sve do kasne jeseni s nekoliko pikova mriješćenja i prihvata tijekom godine (Nikolić i Stojnić, 1963; Hrs-Brenko, 1971; Hrs-Brenko, 1973; Hrs-Brenko, 1974; Hrs-Brenko, 1980; Hrs-Brenko, 1983b; Stjepčević, 1974; Marguš i Teskeredžić, 1986; Bolotin, 1988). U Limskom kanalu, Veloj Dragi (Pula), Malostonskom zaljevu i Rijeci dubrovačkoj sezona prihvaćanja dagnji je duga, od rane jeseni do kasnog proljeća, s najvećim prihvatom u travnju i svibnju (Hrs-Brenko, 1973., 1974., 1980., Bolotin, 1988). U estuariju rijeke Krke, osim proljetnog, zabilježen je jači prihvat dagnji od srpnja do listopada (Marguš i Teskeredžić, 1986), a u Bokokotorskem zaljevu u listopadu i u studenom (Stjepčević, 1974). U Malostonskom zaljevu kolektori su se tradicionalno polagali od kraja studenog do kraja ožujka. Danas je došlo do pomaka perioda polaganja, pa danas većina uzgajivača svoje kolektore polaže od studenog do svibnja, a neki ih uzgajivači drže u moru tijekom čitave godine.

Dužina sezone i intezitet prihvaćanja mlađi razlikuju se ovisno o čimbenicima morske sredine. Temperatura, slanost mora, dostupna hrana, lokalna strujanja, te količina odraslih školjkaša važni su faktori za uspješan prihvat mlađi. Pri tome temperatura i dostupnost hrane predstavljaju glavne čimbenike od kojih ovisi brzina razvoja gonada i ličinki u planktonu. Lokalna strujanja raznose ličinke u morskoj sredini i na taj način utječe veličinu prihvata ličinki na kolektore. Brojnost ličinki na određenom prostoru ovisi o broju odraslih jedinki (Hrs-Brenko, 1990).

Kao kolektori se koriste stari istrošeni konopi promjera 3-6 cm, a način postavljanja ovisi o lokalitetu uzgoja. Na konope se stavlja uteg i takav kolektor se spušta na željenu dubinu. Na ušću rijeke Krke kolektori se postavljaju na dubinu od 2 do 12,5 m u razmaku od 0,5 m (Teskeredžić i sur., 2004). U Malostonskom zaljevu mlađ dagnje se prihvata do dubine od 5 metara, a najbolji prihvat je na površini, pa se na kolektore ne postavljaju utezi nego se konop samo učvrsti za uzgojni park (Slika 1).



Slika 1. Kolektor s prihvaćenom mlađi (foto: Anika Marinović).

Prikupljena mlađ se drži na kolektorima 5 do 6 mjeseci i kroz ovaj period postiže dužinu od oko 1 cm. Sličan rast je zabilježen kod mlađi s područja rijeke Krke gdje se mlađ također vadi 6 mjeseci nakon prihvaćanja (Marguš, 1994).

Mlađ ovakve veličine skida se s kolektora i puni u plastične pergolare promjera oka 2,5-3 cm pri čemu se koristi plastična cijev promjera 5-6 cm. Mlađ je većinom u „grozdovima“ pa samo mali postotak ispadne iz pergolara, a one koje nisu prihvачene jedna za drugu stavljuju se posebno tijekom kraćeg perioda u pličak da bi se stvorili „grozdovi“, te se postupak ponavlja. Dužina pergolara se kreće od 2 do 2,5 m, a na vrhu se stavlja konop (tzv. kapistrela, 50-100 cm) kojim se pergolar spušta do željene dubine i vezuje za uzgojni park. Ovakav pergolar obično ima do 15 kg mlađi. Pergolari se postavljaju na uzgojni park međusobno razmaknuti oko 40 cm.

Na ušću rijeke Krke nasadna gustoća mlađi dagnji iznosi od 2,5 do 3,5 kg po 1 dužnom metru pergolara, ovisno o veličini nasadne mlađi (srednja dužina 30-40 mm). Dužina mrežastog crijeva iznosi oko 3 m i sadrži od 7,5 do 10,5 kg mlađi (Marguš, 1994).



Slika 2. a) stacionarni park; b) plutajući park (foto: Anika Marinović).

U Malostonskom zaljevu se kao i duž cijele istočne obale Jadrana primjenjuje tzv. mediteranski način uzgoja, tj. uzgoj između dna i površine mora na parkovima koji mogu biti stabilni (nepokretni) ili plutajući. Stabilni se parkovi sastoje od vertikalnih drvenih ili željeznih stupova postavljenih u obliku pravokutnika. Dugački su 6-10 m (ovisno o dubini), a usađuju se u morsko dno na udaljenosti od 5 do 6 metara. Međusobno su povezani horizontalno položenim stupovima i čeličnim konopima (Gavrilović i Petrinec, 2003) (Slika 2a).

Plutajući parkovi dugački su od 50 do 100 metara. Sastoje se od plastičnih plutača koje imaju sa svake strane po jednu željeznu plastificiranu kuku za koju se veže konop. Park se sidri velikim betonskim blokovima (300-400 kg) (Gavrilović i Petrinec, 2003) (Slika 2b).

Deset mjeseci do godinu dana od nasadijanja, mlađ dagnje u Malostonskom zaljevu postiže veličinu 2-3 cm i preraste pergolar potpuno ga obavijajući. Pri tome se jedinke dagnje drže zajedno u velikim grozdovima, koji zbog obraštaja i samog rasta dobivaju sve veću masu pa se polagano pomiču prema kraju pergolara. Krajnji grozdovi,

ukoliko su preteški, često otpadaju u more. Ovakvu mlađ potrebno je ponovno nasaditi. Pri drugom nasadijanju koristi se plastična cijev promjera 10 cm. Pri ponovnom nasadijanju, dagnje se ujedno i čiste od obraštaja, mulja i nove mlađi (Slika 3). Od jednog pergolara sa mlađi mogu se napraviti tri nova, u kojima se dagnja uzgaja do konzumne veličine (5-6 cm). Ovaj period traje narednih 5-6 mjeseci.



Slika 3. Punjenje pergolara nedoraslim dagnjama za ponovno nasadijanje (foto: Anika Marinović).

Način uzgoja na ušću rijeke Krke je nešto drugačiji. Mlađ se ne nasade dva puta, već se prvi put nasadi u nešto manjoj gustoći i tako raste do konzumne veličine. Uzgoj do konzumne veličine traje 8-9 mjeseci, tj. ukupno oko 15 mjeseci od dana prihvata mlađi. U tom periodu uzgajani školjkaši postižu konzumnu veličinu od oko 6-7 cm s prosječnom masom od oko 20 - 25 g po jedinku (Marguš i sur., 1990).

Kada dagnja postigne konzumnu veličinu vadi se iz mora i obrađuje za tržište (Slika 4). Pri tome treba voditi brigu da se školjke ne oštete i da sačuvaju dobar izgled. U slučaju proljetnog prihvata mlađi, dagnja se ubire tijekom ljetnih mjeseci kada ima i najveći indeks kondicije.



Slika 4. Dagnje na pergolarima prije obrade za tržište (foto: Anika Marinović).

Kada se školjkaši izvade iz mora, stavljuju se na sortirni stol gdje se peru mlazom morske vode i trljaju preko rešetaka koje su međusobno razmaknute 1,8-2 cm. Na ovakav način nedorasle jedinke propadaju kroz rešetke te ostaju u dalnjem procesu uzgoja do komercijalne veličine, a odrasle jedinke se čiste od obraštaja. U Malostonskom se zaljevu primjenjuje i strojni način čišćenja u improviziranim uređajima. Svaki uzbunjivač ima svoj način rada i uglavnom ručno izrađene uređaje. Školjkaši se stavljuju u cilindrični bubanj koji se okreće i skida obraštaj, a kontinuirani mlaz morske vode ga odstranjuje iz bubenja (Slika 5a i b). Nedostatak ovakvog načina pripreme za tržište je taj što može doći do oštećenja ljuštura.



Slika 5. Strojevi za čišćenje i sortiranje dagnji; **a)** na kopnu; **b)** na plovilu (foto: Anika Marinović).

1.5. Indeks kondicije

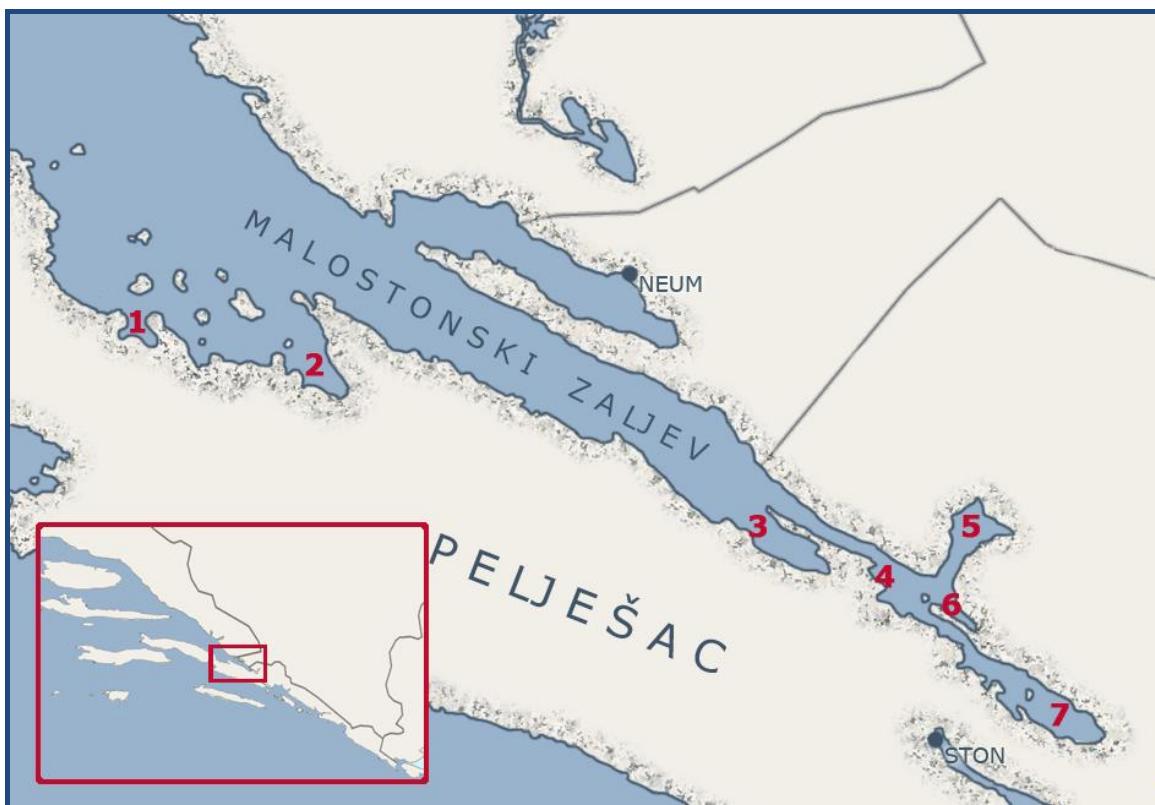
Kondicija je mogućnost organizma da podnese fizički, kemijski ili biološki stres (Bayne, 1975). Indeks kondicije školjkaša predstavlja postotak količine mesa unutar ljuštura (Mann, 1978). Praćenjem indeksa kondicije utvrđuje se dinamika promjene količine mesa školjkaša koja se ciklički mijenja tijekom godine ovisno o periodima spolne aktivnosti, prisutnosti hrane i promjenama ekoloških čimbenika sredine (Medcalf i Needler, 1941; Marinković-Roje, 1968; Timet i sur., 1969; Mitin i sur., 1971; Hrs-Brenko, 1973). Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije koje se, obzirom na parametre koji se koriste za izračunavanje, mogu podijeliti u tri osnovne skupine: volumetrijska, gravimetrijska i kombinirana (Marguš, 1985).

1.6. Ciljevi rada

Cilj ovog rada je bio istražiti promjene kvalitete mesa, odnosno kondicije školjkaša na dvije uzgojne dubine, u različitim razdobljima godine tijekom četrnaest mjeseci na sedam istraživanih postaja u Malostonskom zaljevu. Uz navedeno, istraženi su i ekološki čimbenici (slanost, temperatura, ukupna, organska i anorganska partikularna tvari) na svakoj postaji, te njihov odnos s mjeranim indeksima kondicije dagnji.

2. Materijali i metode

Školjkaši za istraživanje sakupljeni su na sedam postaja (Slika 6.) duž Malostonskog zaljeva od studenog 2008. do prosinca 2009. godine. Uzorci su se prikupljali sedam puta u intervalima od dva mjeseca s iznimkom uzorkovanja u 2008. godini, odnosno: 25. studenog 2008., 11. veljače 2009., 28. travnja 2009., 29. lipnja 2009., 31. kolovoza 2009., 26. listopada 2009. i 14. prosinca 2009. godine.



Slika 6. Lokacije postaja u Malostonskom zaljevu na kojima su se prikupljali uzorci (1. Sutvid, 2. Briješta, 3. Duba, 4. Banja, 5. Bistrina, 6. Soca, 7. Kuta).

Sa svake postaje uzimala su se po dva uzorka od 15 jedinki dagnje s dubine od jednog i četiri metra uz mjerjenje temperature i slanosti. Uz to uziman je i uzorak morske vode sa svake dubine za laboratorijsko određivanje vrijednosti partikularne tvari.

Školjkaši su prikupljeni s pergolara na plutajućim uzgojnim parkovima u suradnji s lokalnim uzgajivačima.

Uzorci mora s obje dubine uzimani su Niskinovim crpcem, a slanost i temperatura mjereni su sondom WTW-Cond 315/SET.

2.1. Obrada uzorka dagnje

Svaka jedinka dagnje je nakon temeljitog čišćenja od mulja i obraštajnih organizama izvagana na digitalnoj vagi preciznosti 0,01 g, nakon toga joj je pomičnim mjerilom izmjerena dužina, širina i visina ljuštura. Potom su školjkaši otvoreni i skalpelom je odvojeno tkivo od ljuštura. Na analitičkoj vagi izmjerena je masa mokre ljuštura i masa mokrog tkiva. Uzorci su zatim sušeni do konstantne suhe mase 24 sata u prethodno zagrijanoj peći za sušenje na temperaturi od 105 °C. Osušeni uzorci su ponovno izvagani da bi se dobila masa suhog mesa i masa suhe ljuštura.

Iz dobivenih vrijednosti, izračunati su indeksi kondicije. Prvi indeks kondicije (IC) izračunan je prema formuli (Mann, 1978):

$$IC = \frac{masa\ suhog\ mesa \times 1000}{masa\ suhe\ ljuštura}$$

Drugi indeks kondicije (IFREMER, 2003) u ovom radu nazvan je indeks mesa (IM), a izračunan je prema formuli:

$$IM = \frac{masa\ mokrog\ mesa \times 100}{masa\ cijelog\ školjkaša}$$

2.2. Obrada uzorka morske vode

Za određivanje partikularne tvari koristili su se prethodno žareni, izvagani i označeni Whatman GF/C filteri u triplikatu. Kroz svaki filter profiltrirano je vakum

pumpicom 1000 ml morske vode pod niskim tlakom. Filteri su sušeni u prethodno zagrijanoj peći za sušenje na 100 °C do konstantne mase (24 sata). Potom su izvagani na analitičkoj vagi (preciznost 0,0001 g).

Ukupna partikularna tvar (TPM) izračunata je prema formuli:

$$\text{TPM} = \text{masa suhog filtera} - \text{masa čistog žarenog filtera} \text{ [mg/l]}$$

Izvagani suhi filteri zatim su žareni u peći za žarenje (prethodno zagrijanoj na 450 °C) pet sati. Ohlađeni filteri su ponovno vagani na analitičkoj vagi. S dobivenim vrijednostima i navedenim formulama izračunato je sljedeće:

Anorganska partikularna tvar (PIM):

$$\text{PIM} = \text{masa žarenog filtera} - \text{masa čistog žarenog filtera} \text{ [mg/l]}$$

Organska partikularna tvar (POM):

$$\text{POM} = \text{TPM} - \text{PIM} \text{ [mg/l]}$$

Organska frakcija partikularne tvari (f):

$$f = \text{POM} / \text{TPM}$$

2.3. Statistička analiza

Odnos između IC, IM i mjernih ekoloških parametara prikazan je u obliku jednadžbi dobivenih na osnovi rezultata višestruke linearne regresije.

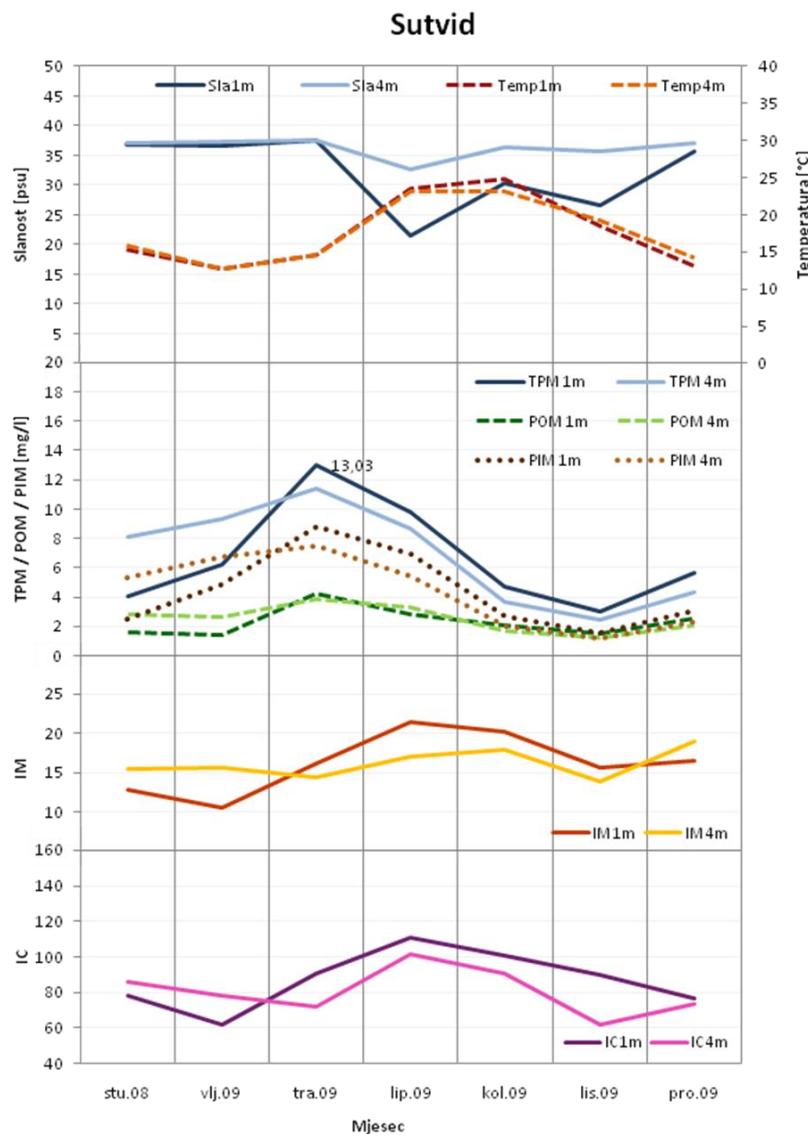
Za statističku usporedbu vrijednosti IC i IM na jedan i četiri metra dubine na svakoj istraživanoj postaji korišten je Hi kvadrat test.

3. Rezultati

Na slikama 7 – 13 prikazane su promjene srednjih mjesecnih vrijednosti IC I IM, te mjerjenih ekoloških čimbenika (temperatura; slanost; koncentracija ukupne, organske i anorganske partikularne tvari) na jedan i četiri metra dubine na istraživanim postajama.

3.1. Sutvid

Na postaji “Sutvid” u ljetnim mjesecima se vidi porast indeksa kondicije i indeksa mesa na obje dubine (Slika 7).



Slika 7. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji “Sutvid”.

Najviši IC zabilježen je u lipnju na dubini od 1 m i iznosi 111,06 pri temperaturi od 23,5 °C. Najmanji IC zabilježen je u veljači na dubini od 1 m (61,9) i u listopadu na dubini od 4 m (61,81). Vrijednosti IM prate vrijednosti IC, pa tako maksimum dostiže također u lipnju na dubini od 1 m (21,42), a minimum u veljači na dubini od 1 m (10,65) (Slika 7).

Temperatura znatnije ne odstupa od uobičajenih sezonskih vrijednosti, dok se kod slanosti tijekom ljetnih mjeseci primjećuju značajne razlike na dvije dubine. Slanost na 4 m dubine je konstantna tijekom cijele godine, dok u lipnju na dubini od 1 m pada na 21,6 psu (Slika 7).

TPM dostiže svoju najveću vrijednost od 13 mg/l na 1 m i 11,4 mg/l na 4 m dubine u travnju, nakon čega počinje opadati sve do listopada kada poprima svoju najmanju vrijednost od 3 mg/l na 1 m i 2,4 mg/l na 4 m dubine. PIM i POM prate ovaj trend, a POM sa znatno manjom oscilacijom između maksimalne i minimalne vrijednosti. Tako PIM u travnju na dubini od 1 m iznosi 8,8 mg/l, a na dubini od 4 m 7,5 mg/l, a vrijednosti POM su bile 4,3 mg/l na 1 m i 3,9 mg/l na 4 m dubine. U listopadu vrijednosti i PIM i POM na 1m padaju do 1,6 mg/l, a na 4 m do 1,2 mg/l. Vrijednosti IC su najviše u lipnju, što je dva mjeseca nakon najviše vrijednosti TPM i POM u travnju (Slika 7).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

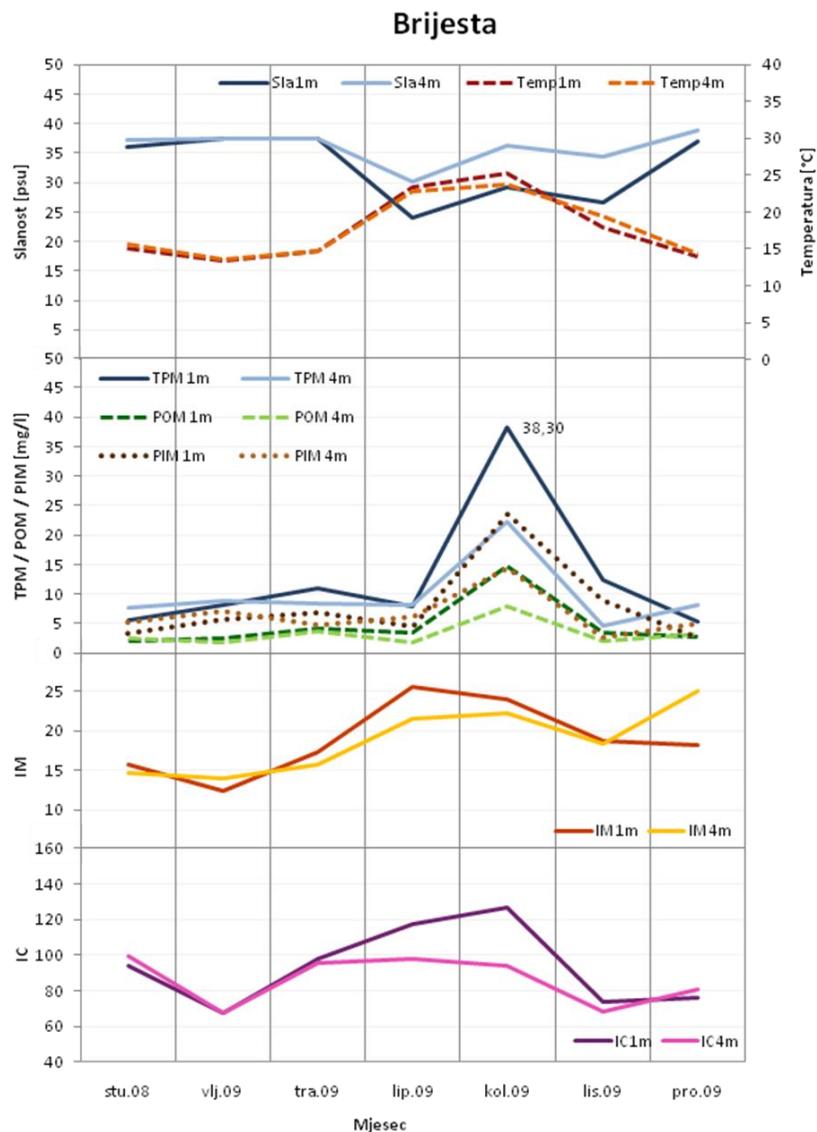
$$\text{IC} = 248.423 - 1.709 * \text{Date} - 200.382 * F - 12494.429 * \text{PIM} + 22394.573 * \text{POM} - 2.738 * \text{Sal} + 1.136 * \text{Temp} \quad r^2=0.919$$

$$\text{IM} = 47.161 + 0.528 * \text{Date} - 55.908 * F - 3185.973 * \text{PIM} + 4962.080 * \text{POM} - 0.317 * \text{Sal} + 0.165 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti (21,439 > 1,635 i 4,401 > 1,635), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.2. Brijesta

Na postaji "Brijesta" najveći IC je zabilježen u lipnju (117,38) i kolovozu (126,64) na dubini od 1 m, a na dubini od 4 m u studenom (99,49) i lipnju (97,89). Najniže vrijednosti zabilježene su tijekom zimskih mjeseci kada su i vrijednosti temperature najniže. Slanost je najviša tijekom zimskih mjeseci, a tijekom ljetnih je niža. IM na dubini od 1 m je najveći u lipnju (25,61). Na dubini od 4 m najviša vrijednost je zabilježena u prosincu (25,04) kad je i vrijednost slanosti najviša (38,9 psu) (Slika 8).



Slika 8. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Brijesta".

TPM, PIM i POM ne variraju mnogo tijekom godine, no u kolovozu dolazi do naglog porasta, pri čemu TPM dostiže vrijednost od 38,3 mg/l na 1 m i 22,2 mg/l na 4 m dubine, PIM 23,5 mg/l na 1 m i 14,3 mg/l i POM 14,8 mg/l na 1 m i 8 mg/l na 4 m dubine. Tijekom ostalih mjeseci, vrijednosti TPM ne prelaze 12,4 mg/l na 1 m i 8,8 mg/l na 4 m dubine, a vrijednosti POM ne prelaze 4 mg/l na 1 m i 3,7 mg/l na 4 m dubine. IC dostiže najvišu vrijednost u kolovozu kada su i vrijednosti TPM i POM najviše. Vrijednosti IM su također najviše u lipnju i kolovozu (Slika 8).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

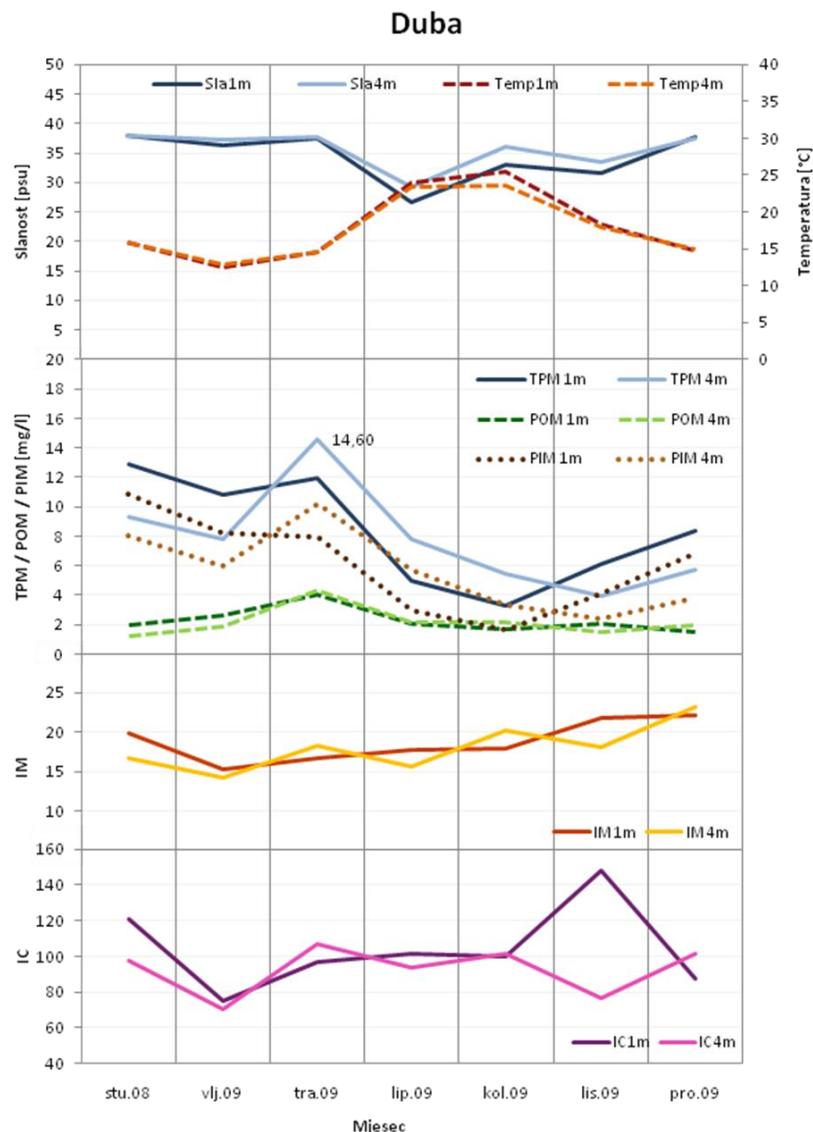
$$\text{IC} = -105.812 - 4.044 * \text{Date} - 109.535 * F - 12757.058 * \text{PIM} + 17755.114 * \text{POM} + 4.073 * \text{Sal} + 7.630 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

$$\text{IM} = 423.175 + 11.354 * \text{Date} - 1091.004 * F - 48636.107 * \text{PIM} + 82926.739 * \text{POM} + 1.394 * \text{Sal} + 0.232 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti ($14,419 > 1,635$ i $14,134 > 1,635$), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.3. Duba

Na postaji "Duba" je u listopadu zabilježen najviši IC na dubini od 1 m (147,89) i ujedno jako nizak na dubini od 4 m (76,76). Najniže vrijednosti IC zabilježene su u veljači, kada je i temperatura najniža. IM je također najniži u veljači (na 1 m 15,25, na 4 m 14,23), a najviši u prosincu (na 1 m 22,2, na 4 m 23,09). Vrijednosti temperature se sezonski mijenjaju i nema značajnijih odstupanja. Slanost je nešto niža u ljetnim mjesecima (Slika 9).



Slika 9. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Duba".

TPM, PIM i POM prate trend viših vrijednosti u proljeće koje opadaju prema kraju ljeta s iznimkom TPM i PIM na 1 m dubine koji postižu najviše vrijednosti u studenom (TPM iznosi 12,9 mg/l, a PIM 10,9). Najveća vrijednost TPM na 4 m javlja se u travnju i iznosi 14,6 mg/l, dok je najniža vrijednost za 1 m dubine u listopadu (6,1 mg/l), a za 4 m dubine u kolovozu (5,5 mg/l). Vrijednosti PIM na 4 m dubine su također najviše u travnju (10,2 mg/l), a najniže u kolovozu (1,6 mg/l na dubini od 1 m) i listopadu (2,4 mg/l na dubini od 4 m). Vrijednosti POM za obje dubine su jednolične tijekom cijele godine (oko 2 mg/l) s izuzetkom porasta vrijednosti u travnju kada POM na 1 m dubine iznosi 4 mg/l, a na 4 m dubine 4,4 mg/l. Trend TPM, PIM i POM prate vrijednosti IC na 4 m dubine, dok vrijednosti na 1 m dubine odstupaju zbog naglog povećanja u listopadu. IM, uz manje oscilacije, polagano raste od veljače prema kraju godine (Slika 9).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

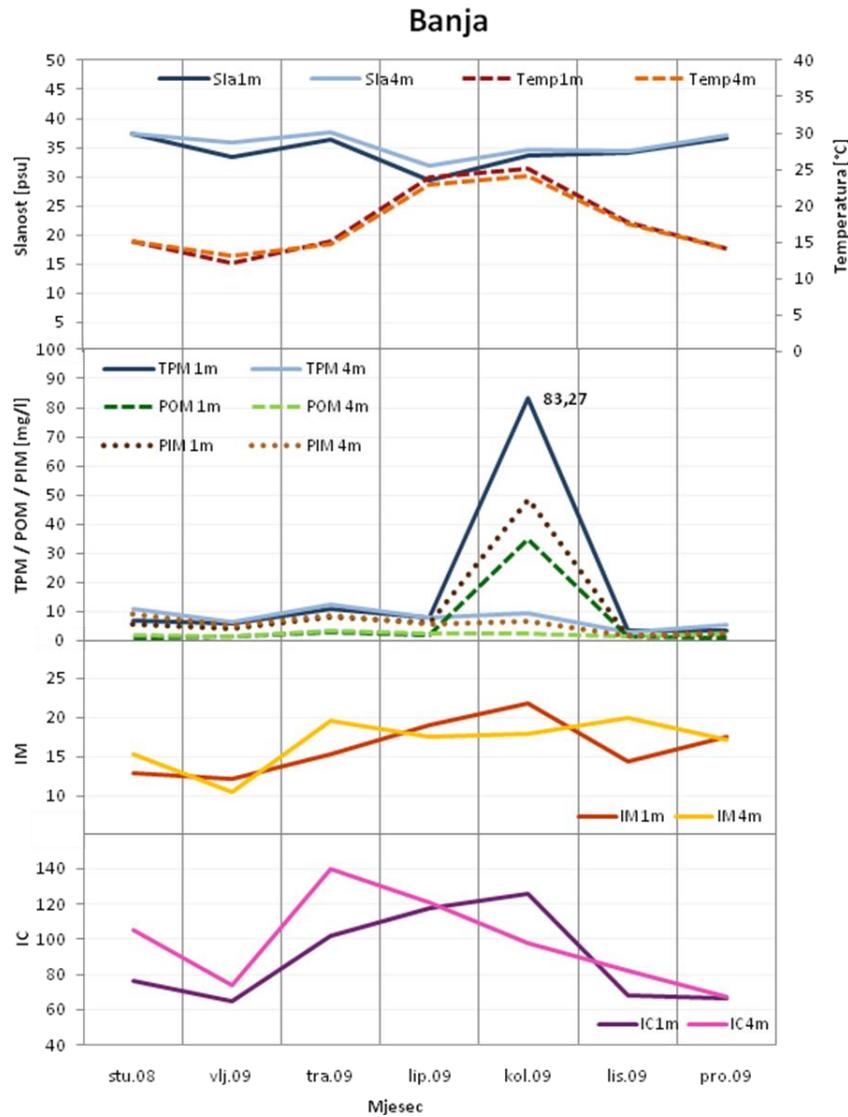
$$\text{IC} = -26.034 + 2.681 * \text{Date} + 676.968 * F + 31251.856 * \text{PIM} - 44936.144 * \text{POM} - 5.176 * \text{Sal} - 0.038 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

$$\text{IM} = -3.237 + 1.610 * \text{Date} + 20.852 * F + 1879.647 * \text{PIM} - 2482.467 * \text{POM} - 0.029 * \text{Sal} + 0.244 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti ($54,077 > 1,635$ i $2,068 > 1,635$), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.4. Banja

Na postaji "Banja" najviša vrijednost IC je zabilježena u travnju na 4 m dubine (139,83), a na 1 m u kolovozu (125,74). Najniža vrijednost na 1 m dubine zabilježena je u veljači (64,84), dok je na dubini od 4 m u prosincu (67,3). IM je najviši u kolovozu na dubini od 1 m (21,75), a najniži u veljači na obje dubine (na 1 m 12,17, na 4 m 10,5) (Slika 10).



Slika 10. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Banja".

Temperatura se sezonski mijenja bez značajnijih promjena, a slanost je tijekom cijele godine na obje dubine uravnotežena s nešto manjim vrijednostima u ljetnim mjesecima (Slika 10).

Vrijednosti TPM, PIM i POM su jednolične tijekom cijele godine s izuzetkom naglog porasta sve tri vrijednosti u kolovozu, ali samo na 1 m dubine, gdje TPM iznosi 83,3 mg/l, PIM 48,6 mg/l, a POM 34,6 mg/l. U ostalim mjesecima, vrijednosti na obje dubine se usko prate, te za TPM ne prelaze 12,1 mg/l (na 4 m u travnju), za PIM ne prelaze 9,2 mg/l (na 4 m u studenom), a za POM ne prelaze 3,3 mg/l (na 4 m u travnju). Izrazito visoke vrijednosti TPM, PIM i POM na 1 m dubine u kolovozu odgovaraju visokom IC i IM na 1 m u istom mjesecu. Na 4 m dubine, vrijednosti IC prate trend povećanja u travnju, te ponovnog opadanja prema kraju godine, dok su vrijednosti IM visoke u travnju, ali i listopadu (Slika10).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

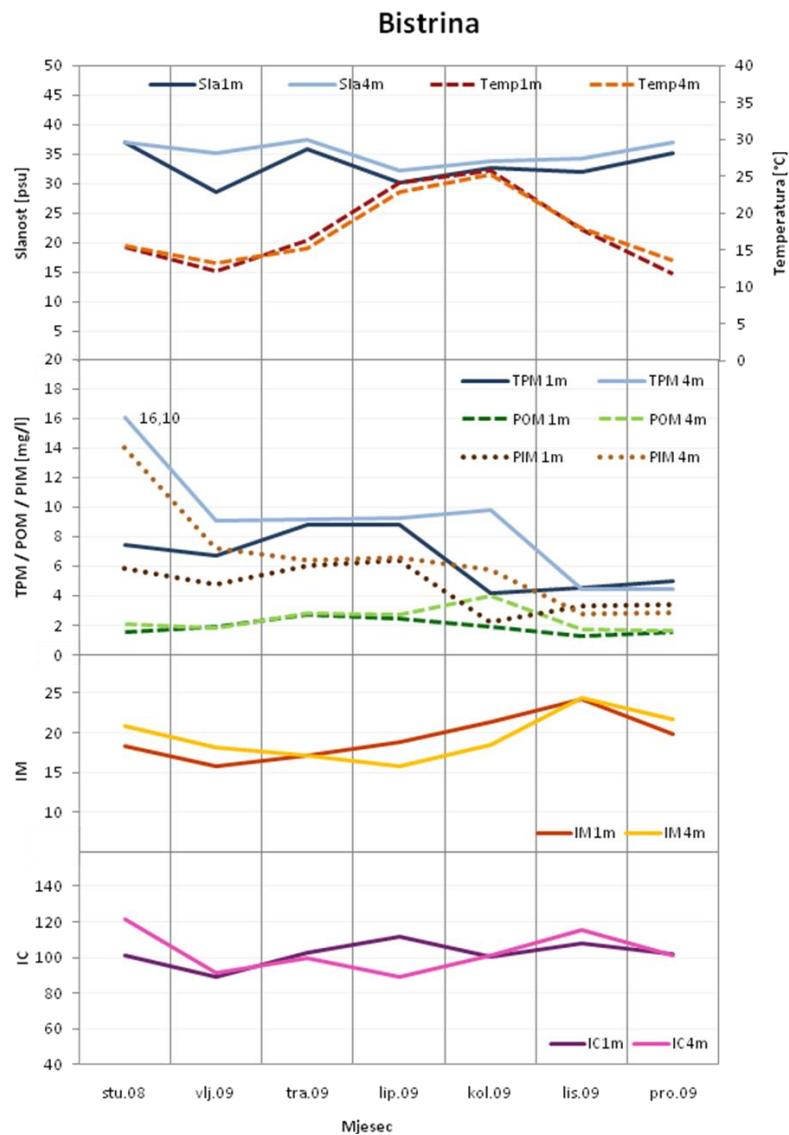
$$\text{IC} = 10.595 + 3.237 * \text{Date} + 212.180 * F + 17079.448 * \text{PIM} - 33051.113 * \text{POM} - 1.0479 * \text{Sal} + 0.172 * \text{Temp} \quad r^2=0.943$$

$$\text{IM} = -17.238 + 1.038 * \text{Date} + 13.814 * F + 1027.615 * \text{PIM} - 2064.689 * \text{POM} + 0.463 * \text{Sal} + 0.407 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti (32,266 > 1,635 i 4,466 > 1,635), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.5. Bistrina

Na postaji "Bistrina" IC je najviši u studenom na dubini od 4 m (121,38), a najniži u veljači na dubini od 1 m (88,83). Na ovoj postaji IC znatno ne varira tijekom godine kao na drugim postajama. Najniži IM je 15 (na dubini od 1 m u veljači i na dubini od 4 m u lipnju), a najviši 24 u listopadu na obje dubine (Slika 11).



Slika 11. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Bistrina".

Temperatura prati sezonske varijacije, a slanost je tijekom cijele godine na obje dubine uravnotežena s nešto manjim vrijednostima u ljetnim mjesecima i iznimkom u veljači na dubini od 4 m kada opada (Slika 11).

Vrijednosti TPM, PIM i POM su dosta niske tijekom cijele godine. Najviše vrijednosti se javljaju u studenom na 4 m dubine (16,1 mg/l). Izuzev ove iznimke, TPM ne prelazi 10 mg/l, PIM 6,5 mg/l, a POM ne prelazi 4 mg/l. Vrijednosti su nešto veće na dubini od 4 m u odnosu na dubinu od 1 m i opadaju u zadnja dva mjeseca mjerena. Više vrijednosti TPM i PIM zabilježene su na obje dubine od veljače do kolovoza, a njihov pad u listopadu i prosincu. POM također prati ovaj trend, ali s nešto blažim promjenama. IC nema većih varijacija, te zadržava visoke vrijednosti i kada TPM i POM padaju, dok IM dostiže najviše vrijednosti u listopadu (Slika 11).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

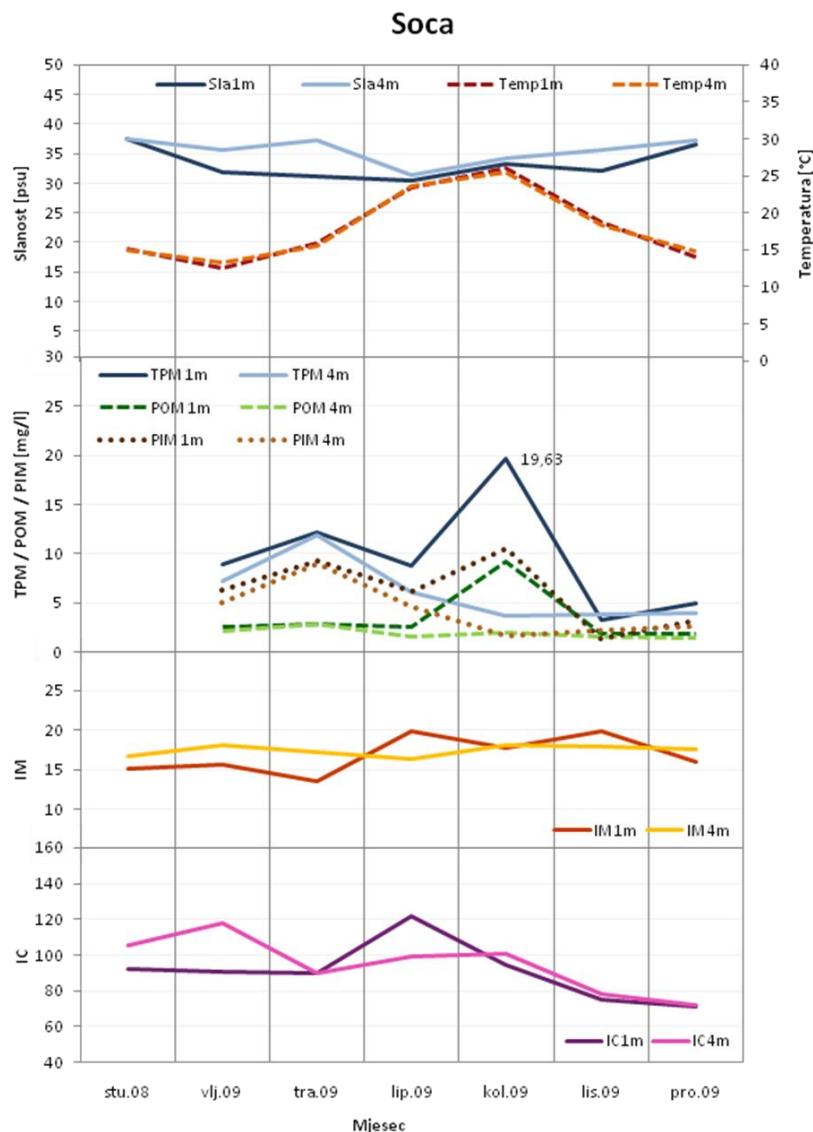
$$\text{IC} = -58.292 + 9.459 * \text{Date} + 147.556 * F + 12020.823 * \text{PIM} + 5536.226 * \text{POM} + 0.260 * \text{Sal} - 0.972 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

$$\text{IM} = -8.316 + 0.578 * \text{Date} + 36.434 * F + 1156.945 * \text{PIM} - 3146.449 * \text{POM} + 0.355 * \text{Sal} + 0.088 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti (9,363>1,635 i 1,847>1,635), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.6. Soca

Na postaji "Soca" najniže vrijednosti IC zabilježene su u prosincu na obje dubine (na dubini od 1 m 71,06, na dubini od 4 m 72,01). Najviša vrijednost izmjerena je u lipnju na dubini od 1 m (121,42). IC na dubini od 4 m najveći je u veljači (117,85), što je neuobičajeno. IM je najniži u travnju na dubini od 1 m (13,56), a na dubini od 4 m u lipnju (16,39). Istodobno, najviši IM na dubini od 1 m je zabilježen u lipnju i listopadu (19). Najviši IM na 4 m dubine izmjereni je u kolovozu (18,17) (Slika 12).



Slika 12. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Soca".

Slanost i temperatura značajnije ne variraju od vrijednosti na prijašnjim postajama (Slika 12).

Vrijednosti TPM, PIM i POM prate trend povećane vrijednosti u travnju koja opada prema kraju godine, s iznimkom uzoraka s 1 m dubine gdje je izražen nagli porast vrijednosti u kolovozu kada TPM dostiže 19,6 mg/l, PIM 10,5, a POM 9,1 mg/l. Osim kolovoza, vrijednosti s 1 m i 4 m dubine se usko prate tijekom ostatka godine, pa su tako najviše vrijednosti u travnju, kada TPM iznosi 12,1 mg/l na 1 m i 11,9 mg/l na 4 m dubine, PIM 9,2 mg/l na 1 m i 9 mg/l na 4 m, a POM iznosi 2,9 mg/l na obje dubine. Najniže vrijednosti TPM i PIM su zabilježene na 1 m dubine u listopadu (TPM 3,2 mg/l, PIM 1,4 mg/l), a na 4 m dubine u kolovozu (TPM 3,7 mg/l, PIM 1,7 mg/l). Najniža vrijednost POM na 1 m dubine zabilježena je u listopadu i prosincu (1,8 mg/l), a na 4 m dubine u prosincu (1,4 mg/l) (Slika 12). Obzirom na rezultate istraživanja u 2008. načinjena je nova organizacija uzorkovanja za 2009., pri čemu je dodana postaja Soca.

IC ima visoke vrijednosti u prvoj polovici godine (na 1 m najviše u lipnju, a na 4 m u veljači), a od kolovoza prema kraju godine opada. TPM i POM također imaju visoke vrijednosti u prvom dijelu godine, s naglašenim visokim vrijednostima u kolovozu na 1 m dubine, nakon čega opadaju. Što se tiče vrijednosti IM, nisu zabilježene veće oscilacije tijekom godine (Slika 12).

Odnos između indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

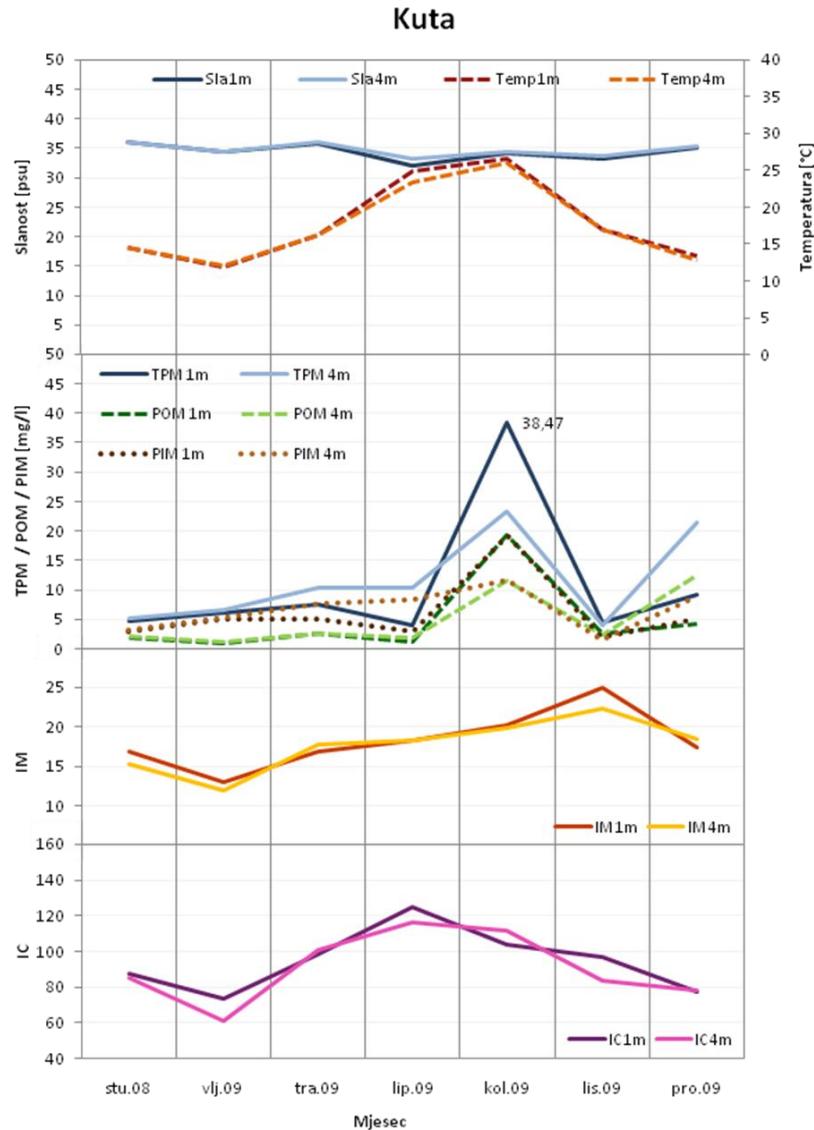
$$\text{IC} = 269.839 - 2.734 * \text{Date} - 99.547 * F - 2291.676 * \text{PIM} + 5968.819 * \text{POM} - 4.004 * \text{Sal} + 0.194 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

$$\text{IM} = 21.977 - 0.173 * \text{Date} + 6.082 * F - 173.560 * \text{PIM} - 294.507 * \text{POM} - 0.181 * \text{Sal} + 0.101 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijske vrijednosti hi kvadrata za IC i IM su bile veće od granične vrijednosti (14,036 > 1,635 i 2,435 > 1,635), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC i IM između 1 i 4 m dubine.

3.7. Kuta

Na postaji "Kuta" IC je najveći u lipnju i iznosi 124,57 na dubini od 1 m i 116,02 na dubini od 4 m. Najmanji IC za obje dubine zabilježeni su u veljači, i to 73,19 na dubini od 1 m i 61,23 na dubini od 4 m. Najmanje vrijednosti IM su također izmjerene u veljači; 13,02 na dubini od 1 m i 12 na dubini od 4 m. Najveće vrijednosti IM se javljaju u listopadu; 25 na dubini od 1 m i 22,24 na dubini od 4 m (Slika 13).



Slika 13. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti indeksa kondicije (IC) i indeksa mesa (IM), te čimbenika okoliša (slanost, temperatura, TPM, POM, PIM) na dubinama od 1 m i 4 m na postaji "Kuta".

Slanost tijekom godine malo varira između dvije dubine i uglavnom je iznad 33 psu, a samo je u lipnju bila ispod 32 psu. Vrijedosti temperature prate sezonske promjene. (Slika 13).

Porast vrijednosti TPM, PIM i POM izražen je u kolovozu. Tako TPM iznosi 38,5 mg/l na 1 m i 23,3 mg/l na 4 m dubine, PIM 19,2 1,4 mg/l na 1 m i 11,8 1,4 mg/l na 4 m, a POM iznosi 19,3 mg/l na 1 m i 11,5 mg/l na 4 m dubine. Zanimljivo je povećanje vrijednosti na 4 m dubine u prosincu, gdje TPM iznosi 21,4 mg/l, PIM 8,8 mg/l, a POM 12,6 mg/l. Tijekom ostatka godine, vrijednosti uglavnom ne prelaze 10 mg/l. IC dostiže najveće vrijednosti u lipnju, TPM, PIM i POM u kolovozu, a IM u listopadu (Slika 13).

Odnos indeksa kondicije, indeksa mesa i ekoloških parametara može se, sukladno rezultatima analize višestruke linearne regresije, prikazati sljedećim jednadžbama:

$$\text{IC} = -329.088 + 4.530 * \text{Date} - 40.665 * F - 2187.55 * \text{PIM} - 1058.733 * \text{POM} + 10.141 * \text{Sal} + 4.939 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

$$\text{IM} = 36.957 + 0.303 * \text{Date} + 37.908 * F + 1888.848 * \text{PIM} - 1708.513 * \text{POM} - 1.300 * \text{Sal} + 0.400 * \text{Temp} \quad r^2=0.999$$

Pri provođenju Hi kvadrat testa, granična vrijednost hi-kvadrata uz 6 stupnjeva slobode na razini značajnosti od 95% je 1,635. Empirijska vrijednost hi kvadrata za IC je bila veća od granične vrijednosti ($5,175 > 1,635$), odnosno utvrđena je statistički značajna razlika vrijednosti IC između 1 i 4 m dubine.

Samo u slučaju postaje „Kuta“ empirijska vrijednost hi kvadrata za IM je bila manja od granične vrijednosti ($0,679 < 1,635$), odnosno jedino na toj postoji nije bilo statistički značajne razlike između vrijednosti IM na 1 i 4 m dubine.

4. Rasprava

Dagnja kao i ostali školjkaši u vrijeme sezone mrješćenja ima lošiju tržišnu kvalitetu mesa (Barbarro i sur., 2000; Bohač i sur., 1984; Hrs-Brenko, 1967, 1973; Marguš i Teskeredžić, 1984). U Malostonskom zaljevu razdoblje mrješćenja i prihvaćanja ličinki dagnje na kolektore je jako dugo i traje od rane jeseni do kasnog proljeća, a neki uzgajivači drže kolektore u moru čak i tijekom cijele godine. Kako bi se imao bolji uvid u stanje uzgojnih populacija dagnje na ovom području, te dobila jasnija slika o tome kada ju je najbolje plasirati na tržište, u ovom su se istraživanju kroz period od 14 mjeseci mjerili indeksi kondicije dagnje i osnovni ekološki parametri na sedam lokaliteta na dubinama od jednog i četiri metra.

Kvalitetnim školjkašima za tržište smatraju se oni s visokim sadržajem suhe tvari i malo vode u mekanom dijelu tijela, odnosno mesu, koje pritom maksimalno ispunjava prostor između ljuštura. Takve jedinke imaju visok indeks kondicije (Gavrilović i Petrinec, 2003). Poznavanje promjena indeksa kondicije dagnji važno je kako bi uzgajivači svoje proizvode plasirali na tržište u najpovoljnije vrijeme (Marušić i sur., 2009). Za izračun indeksa kondicije u ovom su se istraživanju koristile dvije gravimetrijske metode koje smo nazvali indeks kondicije (IC) i indeks mesa (IM). Prva metoda izračunava se na osnovi vrijednosti suhe mase mesa i ljuštura, a druga na osnovi vrijednosti mase mokrog mesa i ukupnog školjkaša. Budući da su kod dagnje u vrijeme intenzivnog mrješćenja zabilježeni veći postotci vode u tkivu uz istovremeno niže postotke organske tvari, prva bi metoda mjerena indeksa kondicije (IC) predstavljala precizniji pokazatelj tržišne kvalitete ovog škojkaša u odnosu na indeks mesa. Također, na preciznost ove metode ne utječe niti stupanj ocijedenosti mesa i ljuštura, što kod indeksa mesa može dovesti do značajnih razlika u rezultatima. S druge strane, mjerjenje indeksa mesa je jednostavnije i kraće, te se često koristi za rutinsku obradu velikog broja uzoraka. Nadalje, praktičnu prednost metode mjerena indeksa mesa predstavlja i mogućnost izravnog izračunavanja mase mesa u 100 g cijelih školjkaša (Bohač i sur., 1984).

Indeks kondicije dagnji roda *Mytilus* varira ovisno o veličini mekog tkiva školjkaša (Baird, 1958), sezoni (Mason, 1976; Dix i Ferguson, 1984; Rodhouse i sur.,

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, 1966; Seed, 1980; Marguš i Teskeredžić, 1984; Yamada, 1989; Fernandez-Reiriz i sur., 1996; Okumuš i Striling, 1998). Iz jednadžbi dobivenih obradom naših rezultata metodom višestruke linearne regresije, vidljivo je da od istraživanih ekoloških čimbenika (temperatura; slanost; ukupna, organska, anorganska partikularna tvar) najveći utjecaj na indeks kondicije i indeks mesa dagnji na svim istraživanim postajama u Malostonskom zaljevu imaju komponente partikularne tvari (organska i anorganska). Paterson i sur. (2003) su, slično našim rezultatima linearne višestruke regresije, uočili pozitivnu korelaciju između koncentracija TPM, PIM, POM i stope rasta kod australske kamenice, *Saccostrea glomerata* (Gould, 1850) dok su duljina ljuštura i stopa rasta imale obrnuto proporcionalnu vezu sa slanošću.

Sezonske varijacije indeksa kondicije rezultat su kompleksne interakcije ekoloških čimbenika za koje se smatra da utječu na somatski rast i spolni ciklus (Hrs-Brenko, 1973; Gosling, 1992). Prema Mason (1976) nagli se pad indeksa kondicije kod vrste *Mytilus edulis* poklapa s glavnim proljetnim razdobljem mrješćenja u Linne Mhuirich u Škotskoj. Spolna aktivnost dagnji slabi s porastom temperature mora iznad 16°C, a optimalan razvoj do veliger stadija, odnosno ličinki pred metamorfozu postiže se pri temperaturama između 15-20°C (Hrs-Brenko, 1974b; 1978; 1980). Ličinke kamenice dominiraju u planktonu u toplije ljetne doba, dok su ličinke dagnje dominantne u hladnije zimsko doba, uz iznimku dužih perioda izuzetno niskih temperatura (ispod 10°C), kada se dagnja zna intenzivno mrijestiti i do lipnja i srpnja (IOR, 2003). U našem istraživanju, prosječni raspon temperatura je imao sezonski karakter s najmanjom vrijednosti u veljači ($12,71 \pm 0,43^{\circ}\text{C}$) i najvećom u kolovozu ($25,04 \pm 0,84^{\circ}\text{C}$). Vrijednosti odgovaraju prijašnjim mjeranjima koje je na području Malostonskog zaljeva proveo IOR (2003) gdje znatnije zagrijavanje površinskog sloja započinje u svibnju, te je tijekom ljeta najbolje izraženo do dubine od oko šest metara sve do listopada kada ponovno započinje naglo hlađenje.

Slanost se kretala u rasponu od $29,66 \pm 2,26$ psu do $37,31 \pm 0,63$ psu. Tijekom čitave godine bila je iznad 30 psu na većini postaja. Iznimka su postaje Sutvid, Brijesta i

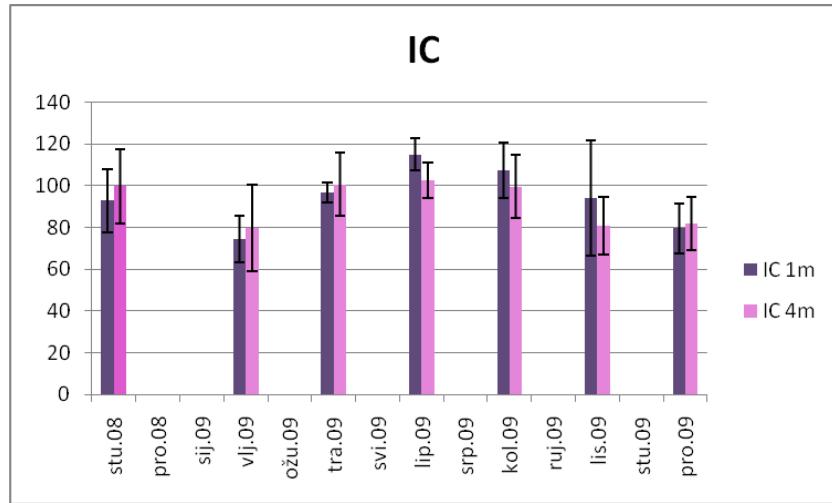
Duba gdje su zabilježene niže vrijednosti u lipnju, posebice u površinskom sloju, što je izravna posljedica položaja ovih postaja u vanjskom dijelu zaljeva koji je pod izraženijim utjecajem rijeke Neretve. Osim toga niske površinske vrijednosti (<35 psu) ukazuju i na pojačan dotok slatke vode vruljama i oborinama. Slični rezultati zabilježeni su i tijekom provođenja Studije utjecaja na okoliš od strane Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita i Dubrovnika, kada je također najviše godišnje kolebanje slanosti od čak 22,23 psu zabilježeno u uvali Brijesta, dok je u uvali Kuta to iznosilo 10,9 psu (IOR, 2003).

Količina i sastav dostupne hrane, odnosno partikularne tvari, može uvelike varirati u obalnim vodama (Bayne i Widdows, 1978; Widdows i sur., 1979; Incze i sur., 1980; Rodhouse i sur., 1984; Smaal i sur., 1986; Bayne i sur., 1987; Prins i Smaal, 1989; Bayne i Newell, 1983; Page i Hubbard, 1987; Smaal i Stralen 1990). U sezonskim vremenskim intervalima, količina ukupne partikularne tvari varira od <3 mg/l do >100 mg/l, od čega 5-80% može otpadati na njezinu organsku frakciju (Bayne i Hawkins, 1990). Dagnje su veoma prilagodljive širokom rasponu količine i kvalitete hrane (Bayne, 1998) i pokazuju kontinuirane međusobno povezane promjene u fiziologiji hranjenja koje pomažu održavanju stopi unosa nutrijenata neovisno o kratkoročnim promjenama sastava partikularne tvari (Hawkins i sur., 1996). Smanjena stopa filtracije i iskorištavanja hrane javlja se samo kada ekstremno nepovoljni ambijentalni uvjeti premaši homeostatski kapacitet dagnje (Hawkins i Bayne, 1992). Jørgensen (1990, 1996) smatra da je učinkovitost iskorištavanja hrane kod školjkaša visoko automatizirani i neregulirani proces čije se fluktuacije tijekom vremena trebaju pripisati varijaciji temperature i dostupnosti hrane (Hawkins i Bayne, 1992). Uz samu dostupnost hrane, važan je i međusobni odnos organske i anorganske komponente partikularne tvari s obzirom da predstavlja pokazatelj kvalitete hrane (Widdows i sur., 1979). Anorganska komponenta partikularne tvari, iako nema izravnu hranidbenu vrijednost, utječe na hranjenje i probavu kod školjkaša (Bayne i sur., 1987; Bayne, 1998). Navedeno potvrđuju i rezultati statističke obrade naših rezultata metodom višestruke linearne regresije na svim istraživanim postajama. Značaj anorganske partikularne tvari, kao i odnosa između organske i anorganke komponente partikularne tvari u ishrani i probavi kod dagnje utvrdili su pokusom Kiørboe i sur. (1981). Ovi su autori pokazali da dodavanje mulja u koncentracijama većim do oko 250 puta od koncentracije algi stimulira filtraciju kod

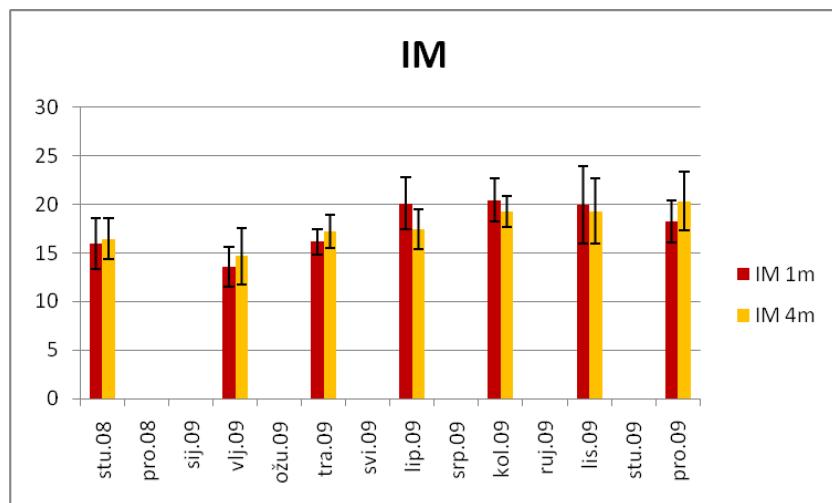
dagnje *M. edulis*. Pritom je najveći intenzitet filtracije izmjerena kada su te koncentracije bile oko 25-50 puta veće od koncentracija algi. Dagnje su, prema Kiørboe i sur. (1980) dobro prilagođene na koncentracije mulja do 55 mg/l, što premašuje najveću vrijednost iz Malostonskog zaljeva od 34,63 mg/l izmjerenu u kolovozu na jedan metar dubine na postaji Soca.

Živa fitoplanktonska komponenta POM-a ima veću hranidbenu vrijednost od komponente detritusa (Rosenberg i Loo, 1983; Navarro i Thompson, 1995), ali je organski detritus potreban dodatak ishrani organizama koji se hrane suspendiranim česticama u mnogim različitim staništima (Widdows i sur., 1979; Seiderer i Newell, 1985). U ovom istraživanju, vrijednosti ukupne (TPM) i organske partikularne tvari (POM) na postajama Sutvid i Duba prate trend povećanih vrijednosti u travnju, koje potom opadaju do kolovoza i listopada. Vrijednosti na postajama Brijesta i Kuta također prate ovaj trend, no imaju povećanu vrijednost u kolovozu na obje dubine, pri čemu je ona na dubini od jednog metra nešto veća. Postaje Banja i Soca također prate spomenuti trend, no imaju još naglašenije visoke vrijednosti u kolovozu, ali samo za uzorke s jednog metra dubine. Ovdje se ističe Banja s vrijednosti od čak 83,3 mg/l. Postaja Bistrina ima ujednačenu vrijednost tijekom godine sve do kolovoza kada dostiže svoj maksimum, a prema prosincu opada. Naši rezultati odgovaraju istraživanju IOR-a (2003), kada je na osnovi mjerena provedenih Secchijevom pločom promjera 30 cm, zabilježena minimalna prozirnost u proljeće od svega tri metra, a maksimalna zimi od 11 m, što se može povezati s količinom organskih i anorganskih suspendiranih čestica.

Uzimajući prosjek vrijednosti indeksa kondicije sa svih postaja za obje dubine, primjećeno je da IC (Slika 14), kao i IM (Slika 15) s jedan metar oscilira više nego s četiri metra dubine. Za pretpostaviti je da mogući uzrok ovoj pojavi predstavlja veća oscilacija ekoloških parametara u površinskom sloju. Tako vrijednosti slanosti izmjerene na jedan metar dubine opadaju tijekom ljetnih mjeseci, dok vrijednosti na četiri metra dubine ostaju konstantne. Vrijednosti ukupne partikularne tvari (TPM) i organske partikularne tvari (POM) kod većine postaja na jedan metar dubine također premašuju one s četiri metra dubine.



Slika 14. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti IC na istraživanim postajama pri dubini uzorkovanja od 1 i 4 m.



Slika 15. Promjena srednjih mjesecnih vrijednosti IM na istraživanim postajama pri dubini uzorkovanja od 1 i 4 m.

Bolotin (1988) je na lokalitetu Bistrina u Malostonskom zaljevu u istraživanju provedenom 1984. i 1985. godine mjerio indekse kondicije uzgajanih dagnji na dubinama od 1, 3 i 6 metara pomoću volumetrijske metode po Bairdu (1958) gdje je IC kvocijent između volumena mesa i volumena šupljine unutar ljuštura pomnožen sa 100, te kombinirane metode po Hopkinsu (1949) gdje je IC kvocijent između mase suhog mesa i volumena šupljine unutar ljuštura pomnožen sa 100. Dok je IC izračunat po Bairdu imao

najviše vrijednosti krajem jeseni i početkom zime za uzorke s 1 i 3 m, te u ožujku za uzorke sa 6 m, IC izračunat po Hopkinsu je za sve 3 dubine bio najviši u srpnju. U našem istraživanju, na postaji Bistrina, IC je na obje dubine najviši u studenom, a IM u listopadu. Iako se vrijednosti indeksa kondicije po Bairdu i Hopkinsu ne mogu direktno usporediti s našim rezultatima zbog razlika u metodologiji rada, rezultati obaju istraživanja ukazuju da su na postaji Bistrina prostorne i vremenske promjene indeksa kondicije manje izražene u usporedbi sa drugim postajama.

Marušić i sur. (2009) su mjerili indeks kondicije u uvali Budava i u zaljevu Raša tijekom osam mjeseci (od veljače do listopada) na dubini od 0,5 m i 2,5 m. Za određivanje indeksa kondicije koristili su se volumetrijskom metodom po Bairdu (1958). Autori su najviše vrijednosti indeksa kondicije zabilježili u kolovozu. U uvali Budava je tad vrijednost slanosti iznosila 29,2 psu, a temperature 27,6°C. U zaljevu Raša u kolovozu je vrijednost slanosti iznosila 31,79 psu, a temperature 26,9°C. Najniže vrijednosti indeksa kondicije zabilježene su u veljači, a potom dolazi do njihovog porasta. Pri tome je također utvrđen i porast temperature i slanosti. U našem istraživanju, najviše vrijednosti IC su na dubini od jednog metra zabilježene u lipnju i kolovozu na svim postajama osim jedne (najviša vrijednost zabilježena u listopadu), a na dubini od četiri metra najviše vrijednosti zabilježene su u veljači (na jednoj postaji), travnju (na dvije postaje), lipnju (na dvije postaje) i studenom (na dvije postaje). Najviše vrijednosti IM na jedan metar dubine su zabilježene u lipnju (na dvije postaje), kolovozu (na jednoj postaji), listopadu (na tri postaje) i prosincu (na jednoj postaji), dok su na četiri metra dubine najviše vrijednosti zabilježene u listopadu (na tri postaje), prosincu (na tri postaje) i kolovozu (na jednoj postaji). Za razliku od našeg istraživanja, indeks kondicije koji su Marušić i sur. (2009) utvrdili u uvali Budava i zaljevu Raša, nije se razlikovao s obzirom na različitu dubinu i lokaciju. Statistički značajne razlike u količini mesa dagnje (IC i IM) na istoj postaji pri različitoj dubini uzorkovanja utvrđene tijekom našeg istraživanja Hi-kvadrat testom, predstavljaju značajan ekonomski problem obzirom da uzgajivači na istom pergolaru imaju jedinke različite tržišne kakvoće. U vrijeme kada se kakvoći proizvoda na tržištu posvećuje izuzetna pozornost, a ujedno govori o izvozu i povećanju proizvodnje na ovom području, čini se potrebnim istražiti nove tehnologije uzgoja koje će na istoj proizvodnoj jedinici (pergolaru, kašeti i sl.) omogućiti ujednačeniju kvalitetu.

Slično našem istraživanju, Yildiz i sur. (2006) su proveli istraživanje u zaljevu Kilya u Dardanelima. Pri tome su također izračunavali dvije vrste indeksa kondicije dagnje *M. galloprovincialis*. Jedan način izračunavanja isti je kao i naš indeks mesa (odnos mase mokrog mesa i ukupne mase školjkaša pomnožen sa 100), dok je vrijednost drugog, izračunavanog prema metodi Crosby i Gale (1990) kao odnos mase suhog mesa i mase suhe ljuštare pomnožen sa 100, brojčano manji od našeg IC za $10\times$. Indeks mesa koji su ovi autori utvrdili bio je najveći u svibnju (32,04), a opao je za vrijeme ljeta s minimumom u srpnju. Indeks kondicije pratio je ovaj trend, pri čemu je najveća vrijednost također izmjerena u svibnju (17,23, što bi odgovaralo vrijednosti od 172,3 ukoliko se izračun obavlja prema našoj formuli). Usporedimo li ove vrijednosti s najvećim izmjerenim tijekom našeg istraživanja (najviši izmjereni IM iznosio je 25,6, a IC 147,89), vidljivo je da su ove vrijednosti u Malostonskom zaljevu niže. Temperatura je u istraživanju Yildiz i sur. (2006) varirala između $8,3^{\circ}\text{C}$ i $25,2^{\circ}\text{C}$, a slanost 19 i 25,5 psu. Temperatura je, dakle, u usporedbi s izmjerenom tijekom našeg istraživanja u Malostonskom zaljevu imala niže vrijednosti zimi, dok je slanost tijekom cijele godine bila niža. Najmanje vrijednosti klorofila su bile $0.34 \mu\text{g/l}$ u srpnju, a maksimalne $8.82 \mu\text{g/l}$ u listopadu, što se razlikuje od naših visokih vrijednosti POM koje je moguće povezati s povećanjem abundancije planktona u tom dijelu godine. Niski indeks kondicije i indeks mesa u srpnju Yildiz i sur. (2006) pripisuju intenzivnom mriješćenju dagnje na tom prostoru. Također su, slično našim rezultatima, utvrdili i značajnu korelaciju između indeksa kondicije i količine klorofila ($p<0,05$). Za razliku od niskih ljetnih vrijednosti, autori nisku kondiciju dagnje tijekom zime pripisuju ranije utvrđenom pojačanom onečišćenju mora (Yildiz, 2004). Kada se rezultati našeg istraživanja usporede s prethodno navedenim, za pretpostaviti je da su utvrđene vremenske razlike u maksimalnoj visini IC i IM na dva istraživana područja (Dardaneli i Malostonski zaljev) uzrokovane razlikom u visini ekoloških čimbenika koji utječu na sezonu mriješćenja.

Orban i sur. (2002) su evaluirali IC dagnje *M. galloprovincialis* tijekom jedne godine na plutajućim parkovima na talijanskoj obali Sjevernog Jadrana, te u slanom jezeru Sabaudia spojenom s Tirenskim morem. Temperatura mora na jadranskom lokalitetu je varirala između $6,1^{\circ}\text{C}$ u veljači i $26,5^{\circ}\text{C}$ u kolovozu, a slanost je bila 33-36 psu, dok je u jezeru Sabaudia godišnja temperatura varirala između $6-8^{\circ}\text{C}$ u siječnju i

veljači i 28-30°C u srpnju i kolovozu, a slanost iznosila 25-35 psu. Kod dagnje s oba lokaliteta IC i IM pokazuju slične trendove tijekom jedne godine. Najviše vrijednosti IC, IM i glikogena se javljaju u ožujku i lipnju, a u prosincu naglo opadaju, što upućuje na mrješćenje. Najveće vrijednosti IC i IM su ponovo uočene nešto ranije u odnosu na naše istraživanje, no to bi se moglo pripisati razlikama u ekološkim parametrima lokaliteta i to ponajviše koncentraciji TPM i POM.

Visoka hranidbena vrijednost i organoleptička svojstva mesa dagnji pripisuju se udjelima vode, proteina, lipida, minerala i glikogena (Orban i sur., 2002). Kod dagnji i drugih školjkaša glikogen se skladišti u različitim tkivima kada je prisutno izobilje hrane i kasnije se koristi kao energetski izvor za razvoj gameta (Gabbott, 1975; Bayne, 1976; Zandee i sur., 1980). Dagnja *M. edulis* skladišti velike količine glikogena posebno tijekom ljeta i jeseni. U proljeće i rano ljeto zabilježeno je naglo povećanje u koncentraciji glikogena i visoka razina se održava do kasnog ljeta. Tijekom jeseni i rane zime (od listopada do sredine siječnja) koncentracija opada i dostiže minimum od veljače do travnja. Akumulacija glikogena se poklapa s periodom povećanog rasta, a period potrošnje sa zimskim mirovanjem (Zwaan i Zandee, 1972). Gabbott i Peek (1991) su u svome istraživanju također zabilježili da se razina glikogena smanjila tijekom zime u vrijeme gametogeneze, postižući minimum u proljeće, dok se nakon mrješćenja glikogen ubrzano akumulirao. Iz navedenog se može pretpostaviti da je povećanje koncentracije glikogena u organizmu dagnje, za što je preduvjet prisutnost dovoljne količine hrane u okolišu, glavni uzrok povećanju indeksa kondicije i hranidbene vrijednosti mekog tkiva. To se može povezati s našim nalazima o utjecaju količine hrane, odnosno partikularne tvari na visinu indeksa kondicije u Malostonskom zaljevu.

5. Zaključci

1. Srednje mjesecne vrijednosti istraživanih indeksa kondicije i ekoloških čimbenika (temperature; slanosti; koncentracije ukupne, organske i anorganske partikularne tvari) pokazale su značajne sezonske varijacije tijekom razdoblja istraživanja na svih sedam istraživanih postaja u Malostonskom zaljevu.
2. Najniže i najviše vrijednosti IC i IM izmjerene su u različitim razdobljima na različitim postajama.
3. Najniže i najviše vrijednosti IC i IM izmjerene su u različitim razdobljima na različitim dubinama uzorkovanja. Rezultati usporedbe srednjih mjesecnih vrijednosti IC i IM s obzirom na dubinu po pojedinim postajama pokazali su postojanje statistički značajnih razlika, osim za vrijednosti IM na postaji Kuta.
4. Na dubini od jednog metra najveći indeks kondicije zabilježen je u listopadu na postaji Duba, a najniži u veljači na postaji Sutvid. Najveća vrijednost IM dagnji na ovoj dubini utvrđena je u lipnju na postaji Brijesta, a najmanja na postaji Sutvid u veljači.
5. Na dubini od četiri metra najveći je IC zabilježen u travnju na postaji Banja, a najniži u veljači na postaji Kuta. Na ovoj je dubini najveća vrijednost IM zabilježena u Brijesti u prosincu, a najmanja u veljači na postaji Banja.
6. Snažan utjecaj na mjesecne vrijednosti mjerjenih indeksa kondicije dagnje na svim istraživanim postajama imaju ekološki parametri okoline, od kojih su statistički najznačajnije komponente partikularne tvari (organska i anorganska).

7. Literatura

- Bahun, S., 1981. Pregledni prikaz hidrogeoloških odnosa područja Malostonskog zaljeva. Zbornik radova Savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, 22-26.
- Baird, R. H. 1958. Measurement of condition in mussels and oysters. J. Const. Int. Explor. Mer., 23, 249–257.
- Baird, R.H., 1966. Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis*). Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food, Lond., Ser II 25: 1-33.
- Barbarro, J. M. F., Fernandez-Reiriz, M. J., Labarta, U. 2000. Growth of seed mussel (*Mytilus galloprovincialis* L.): Effects of environmental parameters and seed origin. J. Shellfish Res., 19: 187-193.
- Barsotti, G. i Meluzzi, C., 1968. Osservazioni su *Mytilus edulis* L. e *Mytilus galloprovincialis* Lamarck. Conchiglie (Milan), 4: 50-58.
- Basioli, J. 1968. Uzgoj školjaka na istočnim obalama Jadrana. Pomorski zbornik, 6, 179-218.
- Basioli, J. 1981. Uzgoj školjkaša na istočnoj obali Jadranskog mora, s posebnim osvrtom na Malostonski zaljev. Zbornik radova savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, 268-281.
- 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.
- Bayne, B. L. 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. *U*: Wiley, M. (ur.) Estuarine Processes, Vol. 1. Academic Press, London, str. 432-448.
- Bayne, B. L. 1998. The physiology of suspension feeding by bivalve molluscs: an introduction to the Plymouth ‘TROPHEE’ workshop. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 219: 1–19.
- Bayne, B. L., Widdows, J. 1978. The physiological ecology of two populations of *Mytilus edulis* L. Oecologia, 37: 137-162.

- Bayne, B. L., Newell, R. C. 1983. Physiological energetics of marine molluscs. *U: Saleuddin, A. S. M., Wilbur, K. M. (ur.) The Mollusca, Physiology, Part 1, Vol 4, Academic Press, New York, str. 407–515.*
- Bayne, B. L., Hawkins, A. S. J. 1990. Filter-feeding in bivalve molluscs: controls on energy balance. *U: Mellinger, J. (ur.) Animal nutrition and transport processes, Vol. 1. Nutrition in wild and domestic animals. Karger, Basel, str. 70-83.*
- Bayne, B. L., Widdows, J. i Newell, R. I. E., 1977a. Physiological measurements on estuarine bivalve molluscs in the field. B. F. Keegan, P. O Céidigh and P. S. Boaden (Editors), proc. 11th Eur. Mar. Biol. Symp., Galway, ireland, 1976. Pergamon Press, London, str. 57-68.
- Bayne, B. L., Hawkins, A. J. S., Navarro, E. 1987. Feeding and digestion by the mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia: Mollusca) in mixtures of silt and algal cells at low concentrations. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 111: 1–22.
- Beaumont, A.R., Seed, R. i Garcia-Martinez, P., 1989. Electrophoretic and morphometric criteria for the identification of the mussels *Mytilus edulis* and *M. galloprovincialis*. J. Ryland i P.A. Tyler (Editors), Proc. 23rd Eur. Mar. Biol. Symp., Swansea, U.K., 1988. Olsen and Olsen, Fredensborg, Denmark, str. 251-258.
- Benović, A., 1997. The History, Present condition, and Future of the Molluscan Fisheries of Croatia, NOAA Tech. Rep. NMFS, 129. str. 217-226.
- Benović, A., 1980a. Razvoj marikulture u Kanalu Malog Stona. Morsko ribarstvo, 32(1), 26-28.
- Benović, A., Bolotin, J. i Skaramuca, B. 1983. Prilog uzgoju školjaka u Malostonskom zaljevu. Morsko ribarstvo, 35(4), 124-126.
- Bolotin, J., 1988. Prilog uzgoju dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) u dubrovačkom području. Magistarski rad. Sveučilište Zagreb, str. 1-59.
- Bohač, M., Hrs-Brenko, M., Labura, Ž., Filić, Ž. 1984. Rast i kvaliteta dagnji, *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck u Limskom kanalu u 1983. godini. Biletin Društva ekologa Bosne i Hercegovine, Serija B, 2, 321–325.

- Brousseau, D.J., 1983. Aspects of reproduction of the blue mussel *Mytilus edulis* (Pelecypoda, Mytilidae) in Long Island Sound. Fish. Bull., 81: 733-739.
- Buljan, M., Hure, J., Pucher-Petković, T., 1973. Hidrografske i produkcione prilike u Malostonskom zaljevu. Acta. Adriat., 15(2): 1-60.
- Crosby, M. P., Gale, D. L. 1990. A review and evaluation of bivalve condition index methodologies with a suggested standard method. J. Shellfish Res., 9: 233-237.
- Dardignac-Corbel, M.J., 1990. Traditional mussel culture, Aquaculture, Vol.1, J. Moll.Stud.(1987), S3, 293-297.
- D'Erco, R., 1862. Sulla coltura delle ostriche e sulle asterie o stelle di mare. Coi tipi di Colombo Coen, Trieste, str. 44.
- 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.
- Fernandez-Reiriz, M. J., Labarta, U., Babarro, J. M. F., 1996. Comparative allometries in growth and chemical composition of mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) cultured in two zones in the Ria sada (Galicia, NW Spain). Journal of Shellfish Research, 15(2): 349-353.
- Fleury, P.G., Simonne, C., Claude, S., Palvadeau, H., Guilpain, F., D'Amico, F., Le Gall, P., Vercelli, C. i S. Pien 2003. Réseau Mollusques des Rendements Aquacoles (huître creuse) (REMORA); Résultats des stations nationales, année 2002. Rapport IFREMER DRV/RA-/RST/ 2003-04, str. 49.
- Freeman, K. R. 1974. Growth, mortality and seasonal cycle of *Mytilus edulis* in two Nova Scotian embayments, Technical Report No. 500, Department of the enviroment, Fisheries and Marine Service, Canada, str. 112.
- Gabbot, P. A. 1975. Storage cycles in marine bivalve molluscs: a hypothesis concerning the relationship between glycogen metabolism and gametogenesis. U: Barnes, H. (ur.) Proceedings of the Ninth European Marine Biology Symposium. Aberdeen University Press, Aberdeen, str. 191-211.
- Gabbott, P. A., Peek, K. 1991. Cellular biochemistry of the mantle tissue of the mussel *Mytilus edulis* L. Aquaculture 94, str. 165-176.
- Gavrilović, A. i Petrinec, Z., 2003. Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenica *O. edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. Vet. stn. 34(1): 5-11.

- Gosling, E., 1984. The systematic status of *Mytilus galloprovincialis* in western Europe: a review. *Malacologia*, 25(2): 551-568.
- Gosling, E., 1992. Developments in aquaculture and fisheries science. Vol. 25, The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture, (Ed) Elsevier, Amsterdam-London-New York-Tokyo, 1-589.
- Gosling, E., 2003. Bivalve Molluscs. Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books, Oxford, str. 589.
- Hawkins, A. J. S., Bayne, B. L. 1992. Physiological processes and the regulation of production. U: Gosling, E. (ur.). The mussel *Mytilus*: ecology, physiology, genetics, and culture, Elsevier Science, Amsterdam, str. 171–222.
- Hawkins, A. J. S., Bayne, B. L., Mantoura, R. F. C., Llewellyn, C. A. i Navarro, E., 1986b. Chlorophyll degradation and absorption throughout the digestive system of the blue mussel *Mytilus edulis* L. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 96: 213-223.
- Hawkins, A. J. S., Smith, R. F. M., Bayne, B. L., He'ral, M. 1996. Novel observations underlying the fast growth of suspensionfeeding shellfish in turbid environments: *Mytilus edulis*. *Marine Ecology Progress Series* 131: 179–190.
- Hrs-Brenko, M. 1967. Index of condition in cultured mussels on the Adriatic coast. *Thalassia Jugosl.*, 3: 173-181.
- Hrs-Brenko, M., 1971. The reproductive cycle of the *Mytilus galloprovincialis* Lamk. in the nothern Adriatic Sea and *Mytilus edulis* L. at the Long Island Sound. *Thalassia Jugoslav.* 7: 533-542.
- Hrs-Brenko, M., 1973. The study of the mussel larvae and their settlement in Vela Draga Bay (Pula, the nothern adriatic Sea). *Aquaculture* 2. Amsterdam, str. 173-172.
- Hrs-Brenko, M., 1974a. The settlement of mussel larvae (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) in Limski kanal in the nothern Adriatic Sea. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* Monaco, 6: 51-52.
- Hrs-Brenko, M., 1974b. Temperaturno-salinitetne potrebe embrionalnog razvoja dagnje *Mytilus galloprovincialis* Lmk. *Thalassia Jugosl.*, 10(1-2): 131-138.
- Hrs-Brenko, M., 1978. The relationship of temperature and salinity to larval development in mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck). Proceedings of the 12th European Symposium on Marine Biology Stirling, Scotland, September 1977, 359-365.

- Hrs-Brenko, M., 1980. The settlement of mussels and oysters in the nothern Adriatic Sea. Nova Thalassia. Trieste, str. 67- 85.
- Hrs-Brenko, M., 1983b. Prilog poznavanju obnavljanja populacija dagnji u uvali Kukuljina – Tivatski zaljev. Stud. Mar. 13-14: 267-273.
- Hrs-Brenko, M., 1990. Sakupljanje mlađi ekonomski važnih školjaka na Jadranu. Pomorski zbornik. Rijeka, 23(1): 643-653.
- IOR, 2003. Studija utjecaja na okoliš zahvata marikulture na području Malostonskog zaljeva i Malog mora (strateška procjena utjecaja na okoliš). Voditelj: Benović, A., Institut za oceanografiju i ribarstvo Split-Dubrovnik, str 173.
- Incze, L. A., Lutz, R. A., Watling, L. 1980. Relationships between effects of environmental temperature and seston on growth and mortality of *Mytilus edulis* in a temperate northern estuary. Mar. Biol. 57: 147-156.
- Jasprica, N., 2003. Prva hrana svijeta, Biseri Jadrana, br. 4, 66-72.
- Jørgenson, C. B. 1990. Bivalve filter feeding: hydrodynamics, bioenergetics, physiology, and ecology. Olsen and Olsen, Fredensborg, str. 140.
- Jørgenson, C.B. 1996. Bivalve filter feeding revisited. Mar Ecol Prog Ser 142: 287-302.
- Jug-Dujaković, J. 2008. Marine aquaculture production. National fisheries strategy and COM project – PHARE 2005 – EUROPEAID/123609/D/SER/HR.
- Kapetanović, M., 1970. Program produciranja kamenica i dagnji 1970-1973. Elaborat-Pula, str. 89.
- Katavić, I., 2004. Strateške smjernice za razvitak Hrvatske marikulture, Naše more, 51, (1-2), 6 – 11.
- Kautsky, N., 1982a. Quantitative studies on the gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. Mar. Biol., 68: 143-160.
- Kemp, P. F., Newell, S. Y., Krambeck, C., 1990. Effects of filter-feeding by the ribbed mussel *Geukensia demissa* on the water-column microbiota of a *Spartina alterniflora* saltmarsh. Mar. Ecol. Prog. Ser., 59: 119-131.
- 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.

- Kiørboe, T., Møhlenberg, F., Nøhr, O. 1980. Feeding, particle selection, and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. *Ophelia* 19, str. 193–205.
- Kiørboe, T., Møhlenberg, F., Nøhr, O. 1981. Effect of suspended bottom material on growth and energetics in *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 61, 283-288.
- Koehn, R.K., 1991. The genetics and taxonomy of species in the genus *Mytilus*. *Aquaculture*, 94 (2/3): 125-145.
- Langdon, C. J. i Newell, R. I. E., 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Gaukensis demissa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 58: 299-310.
- Lucas, M. I., Newell, R. C., Shumway, S. E., Seiderer, L. J. i Bally, R., 1987. Particle clearance and yield in relation to bacterioplankton and suspended particulate availability in estuarine and open coasts populations of the mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 36: 215-224.
- Mann, R., 1978. A comparison of morphometric, biochemical and physiological index of condition in marine Bivalve Molluscs. Energy and environmental stress in aquatic systems, str. 484-497.
- Marguš, D., 1985. Komparativne metode izračunavanja indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). Centar za istraživanje mora, Zagreb, Institut "Rudjer Bošković", Ichthyologia, 17(1): 59-67.
- Marguš, D. 1994. Pectinid settlement on collectors in the Krka River Estuary. *Acta Adriatica*, 35, (1/2), 27 – 35.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. 1983. Uzgoj dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Martinska. Morsko ribarstvo, 3: 86-92.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. 1984. Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u estuariju rijeke Krke. Morsko ribarstvo, 1: 17-20.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. 1986. Settlement of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) on rope collectors in the estuary of the River Krka, Yugoslavia. *Aquaculture*. Amsterdam, 55: 285-296.

- Marguš, D., Teskeredžić i Modrušan, Z., 1990. Mogućnosti kontroliranog uzgoja dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) u dubljim vodenim slojevima ušća rijeke Krke. Morsko ribarstvo, 4: 133 – 137.
- Marinković-Roje, M. 1968. Sezonske varijacije kemijskog sastava dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) iz Limskog kanala. Thalassia Jugosl. 4, str. 69-86.
- 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.
- McDonald, J.H., Seed, R. i Koehn, R.K., 1991. Allozyme and morphometric characters of three species of *Mytilus* in the Northern and Southern hemispheres. Mar. Biol., 111: 323-335.
- Medcof, J. C. i Needler, A. W. H., 1941. The influence of temperature and salinity on the condition of oysters (*Ostrea virginica*). J. Fish. Res. Board of Canada, 5, (3): 253-257.
- Meštrov, M. i Požar-Domac, A., 1981. Bitna svojstva ekosistema Malostonskog zaljeva i zaštita. Zbornik radova Savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, 370-376.
- Mitin, V., Herak, m. i Emanović, D., 1971. Biokemijska i biološka istraživanja dagnji. Elaborat, Zagreb, Veterinarski fakultet, 1-63.
- Morton, B. S., 1983. Feeding and digestion in Bivalvia. A. S. M. Saleuddin and K. M. Wilbur (Editors), The Mollusca, Vol. 5. Physiology, Part 2. Academic Press, New York, str. 65-147.
- Navarro, J. M., Thompson, R. J. 1995. Seasonal fluctuations in the size spectra, biochemical composition and nutritive value of the seston available to a suspension feeding bivalve in a subarctic environment. Marine Ecology Progress Series 125, str. 95–106.
- Newell, C. R., Shumway, S. E., Cucci, T. L. i Selvin, R., 1989. The effects of natural seston particle size and type on feeding rates, feeding selectivity and food resource availability for the mussel *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758 at the bottom culture sites in Maine. J. Shellfish Res., 8: 187-196.

- Nikolić, M. i Stojnić, I., 1963. A system of mussel culture. Proc. Gen. Fish. Counc. Medit. (7): 251-255.
- Okumuş, I., Striling, H.P, 1998. Seasonal variations in the meat weight, condition index and biochemical composition of mussels (*Mytilus edulis* L.) in suspended culture in two Scottish sea lochs. Aquaculture 159: 249-261.
- Orban, E., Di Lena, G., Nevigato, T., Casini, I., Marzetti, A. i Caproni, R. 2002. Seasonal changes in meat content, condition index and chemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) cultured in two different Italian sites. Food chemistry 77: 57-65.
- Page, H. M., Hubbard, D. M. 1987. Temporal and spatial patterns of growth in mussels *Mytilus edulis* on an offshore platform: relationships to water temperature and food availability. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 111: 159–170.
- Paterson, K. J., Schreider, M. J., Zimmerman, K. D. 2003. Anthropogenic effects on seston quality and quantity and the growth and survival of Sydney rock oyster (*Saccostrea glomerata*) in two estuaries in NSW, Australia. Aquaculture, 221: 407-426.
- Peharda, M., Bolotin, J., Onofri, V. i Benović, A., 2000. Školjkarstvo i zaštita Malostonskog zaljeva. Dubrovnik, časopis za književnost i znanost, nova sekcija, 11(1-2): 227-231.
- Prieur, D., Mevel, H., Nicolas, J. L., Plusquellec, A. i Vigneulle, M., 1990. Interactions between bivalve molluscs and bacteria in the marine environment. Oceangr. Mar. Biol. Annu. Rev., 28: 277-352.
- Prins, T. C., Smaal, A. C. 1989. Carbon and nitrogen budgets of the mussel *Mytilus edulis* L. and the cockle *Cerastoderma edule* (L.) in relation to food quality. Scient. Mar., 53: 477-482.
- Riisgård, H. U., 1988. Efficency of particle retention and filtration rate in 6 species of the northeast American bivalves. Mar. Ecol. Prog. Ser., 45: 217-223.
- Rodhouse, P.G., Roden, C.M., Burnell, G.M., Hensey, M.P., McMahon, T., Ottway, B., Ryan, T.H. 1984. Food resource, gametogenesis and growth of *Mytilus edulis* on the shore and in suspended culture: Killary Harbour, Ireland. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 64: 513-529.

- Roglić, J., 1981. Geografski aspekt Malostonskog zaljeva. Zbornik radova Savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, 13-21.
- Rosenberg, R., Loo, L. 1983. Energy-flow in a *Mytilus edulis* culture in western Sweden. Aquaculture 35, str. 151–161.
- Seed, R., 1972. Morphological variations in *Mytilus* from the French coasts in relation to the occurrence and distribution of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.). Cah. Biol. Mar., 13: 357-384.
- Seed, R., 1976. Ecology. In: B.L. Bayne (Editor), Marine Mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press. Cambridge, str. 13-65.
- Seed, R., 1978. The systematics and evolution of *Mytilus galloprovincialis* (Lmk.). B. Battaglia and J.A. Beardmore (Editors), Marine Organisms: Genetics, Ecology and Evolution. Plenum Press, London, str. 447-468.
- 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.
- Seiderer, L. J., Newell, R. C. 1985. Relative significance of phytoplankton, bacteria and plant detritus as carbon and nitrogen resources for the kelp bed filter feeder *Choromytilus meridionalis*. Marine Ecology Progress Series 22, str. 127–139.
- Skaramuca, B. i Đukić, M. 1981. Sadašnja proizvodnja i perspektive uzgoja školjkaša (dagnja i kamenica) u Malostonskom zaljevu. Zbornik radova Savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, 300-309.
- Skaramuca, D., Antolović, N., Glavić, N., Bolotin, J., Tutman, P., Brautović, I., Skaramuca, B. 2007. Status of *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819, in the southeastern Adriatic confirmed by genetic markers. U: Briand, F. (ur.). Rapport du 38e Congres de la CIESM. Istambul, 600-600.
- Smaal, A. C., van Stralen, M. R. 1990. Annual average growth and condition of mussels as a function of food source. Hydrobiologia 195: 179–188.
- Smaal, A. C., Verhagen, J. H. G., Coosen, J., Haas, H. A. 1986. Interaction between seston quantity and quality and benthic suspensions feeders in the Oosterschelde, The Netherlands. Ophelia, 26: 385-399.

- Sprung, M., 1983. Reproduction and fecundity of the mussel *Mytilus edulis* at Helgoland (North Sea). *Helgolander Wiss. Meeresunters.*, 36: 243-255.
- Stjepčević, J., 1974. Ekologija dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) u gajilištima Bokokotorskog zaliva. *Studia marina*. Kotor, 7: 3-164.
- Sunila, I., 1981. Reproduction of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) in a brackish water area, the Gulf of Finland. *Ann. Zool. Fenn.*, 48: 121-128.
- Teskeredžić, E., Teskeredžić Z., Legović, T., Branica, M., Kwokal, Ž., Picer, M., Raspor, B., Picer, N., Klarić, D., Ahel, M., terzić, S., Čosović B. i Bačić I., 2004. Studija utjecaja na okoliš za objekte akvakulture u zoni ušća rijeke Krke. Zagreb, 32 – 46, 59 – 74, 114 – 136.
- Theisen, B.F., 1987. Infestation of *Mytilus edulis* by *Mytilicola intestinalis*. *Ophelia*, 10: 49-55.
- Thompson, R. J. 1979. Fecundity and reproductive effort of the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and the snow crab (*Chionectes opilio*) from populations in Nova Scotia and Newfoundland. *J. Fish. Res. Board Can.*, 36: 955-964.
- Timet, D., Mitin, V., Herak, M. i Emanović, D., 1969. Investigations in the biochemistry of the oysters (*Ostrea edulis* L.) from the Lim Channel. *Thalassia Jugosl.* 5, str. 395-420.
- Vekarić, S. 1960. Pelješki jedrenjaci. U: Basioli, J. (ur.). *Uzgoj školjaka na istočnim obalama Jadrana*. Pomorski zbornik, 6, 179-218.
- Ward, J. E. i Targett, N. M., 1989. Influence of the marine microalgal metabolites on the feeding behaviour of the blue mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.*, 101: 313-321.
- Widdows, J., Fieth, P., Worrall, C. M. 1979. Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. *Mar. Biol.* 50: 195-207.
- Yamada, S.B., 1989. *Mytilus californianus*, a new aquaculture species. *Aquaculture*, 81: 275-284.

- Yıldız, H. 2004. Çanakkale Boğazında midye (*Mytilus galloprovincialis* L.) kültürü üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Sayfa, str. 137.
- Yildiz, H., Palaz, M., Bulut, M. 2006. Condition Indices of Mediterranean Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) Growing on Susspended Ropes in Dardanelles. J. Food Tech., 4(3): 221–224.
- Zandee, D. I., Kluitmans, J. H., Zurburg, W., Pieters, H. 1980. Seasonal variations in biochemical composition of *Mytilus edulis* with reference to energy metabolism and gametogenesis. Neth. J. Sea Res., 14: 1-29.
- Zwaan De, A., Zandee, D. I. 1972. Body distribution and seasonal changes in the glycogen content of the common sea mussel *Mytilus edulis*. Comp. Biochem. Physiol., Vol. 43A, str. 53-58.