

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Alen Bajnoci

Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na
kondiciju dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u Bistrini

DIPLOMSKI RAD

Dubrovnik, 2014.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU
ODJEL ZA AKVAKULTURU
DIPLOMSKI STUDIJ MARIKULTURA

Alen Bajnoci

Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na
kondiciju dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u Bistrini

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

prof. dr. sc. Ivan Katavić

Dubrovnik, 2014.

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. Praktični dio rada izveden je u Tehnološkom i poslovno inovacijskom centru- MARIBIC na Bistrini, te u prostorijama Sveučilišta u Dubrovniku.

ZAHVALA

Želio bih zahvaliti svom mentoru, prof. dr. sc. Ivanu Kataviću na savjetima i stručnoj pomoći tijekom izrade ovog rada, te na razumijevanju i susretljivosti u vezi izrade rada.

Ovim putem, želim zahvaliti i dr. sc. Ani Gavrilović, koja je pokazala da je spremna pomoći u svakom trenutku i koja je pomogla u mnogim stvarima vezanim za izradu rada.

Veliko hvala i mag. ing. maricult. Ani Ljubičić na pomoći prilikom uzorkovanja i obrade uzoraka i na savjetima koji su olakšali izradu rada, te mag. ing. maricult. Vedranu Kunici na pomoći pri uzorkovanju.

Zahvaljujem se i dr. sc. Alexis Conidesu na statističkoj obradi podataka.

Hvala i gospodinu Matu Franušiću, malostonskom uzgajivaču koji je dopustio uzorkovanje dagnji sa njegovih uzgojnih parkova.

Želio bih se zahvaliti i kolegama Maru Donatoviću, Ivani Konjevod, Ivani Letici, Nikši Matkoviću i Danijeli Ogresti, koji su samoinicijativno pristali pomoći pri obradi uzoraka i time mi neopisivo pomogli i skratili obradu uzoraka. Kolege, hvala vam.

Hvala i svim kolegama s kojima sam dijelio studentske dane, uz koje je vrijeme brže prolazilo.

Za kraj, hvala mojoj obitelji koja me je podržavala tijekom ovih 5 godina fakulteta.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1. Malostonski zaljev	1
1.2. Mediteranska dagnja, <i>Mytilus galloprovincialis</i> (Lamarck, 1819)	2
1.2.1. Biološke značajke mediteranske dagnje.....	2
1.2.2. Rast mediteranske dagnje	3
1.2.3. Razmnožavanje mediteranske dagnje.....	3
1.2.4. Rasprostranjenost mediteranske dagnje.....	4
1.3. Integrirani sustavi u akvakulturi	4
1.3.1. IMTA	4
1.3.2. Prednosti i nedostaci IMTA sustava	5
1.3.3. Primjeri i dosadašnji rezultati uzgoja u IMTA sustavima u svijetu.....	6
1.3.4. Primjeri i dosadašnji rezultati uzgoja u IMTA sustavima u Hrvatskoj.....	7
2. MATERIJALI I METODE.....	9
2.1. Uzorkovanje i analiza partikularne tvari.....	9
2.2. Mjerenje hidrografskih podataka	11
2.3. Uzorkovanje i obrada uzoraka dagnji	12
2.4. Određivanje indeksa kondicije i indeksa mesa dagnji	12
2.5. Statistička analiza	13
3. REZULTATI	14
3.1. Temperatura, salinitet, O ₂ , pH	14
3.2. Analiza partikularne tvari	15
3.3. Dužina.....	17
3.4. Širina.....	18
3.5. Visina.....	19
3.6. Indeks kondicije.....	20
3.7. Indeks mesa.....	21
3.8. Sličnost među postajama u odnosu na izmjerenu dužinu, širinu, visinu, IC i IM te okolišne čimbenike.....	22
4. RASPRAVA	27
5. ZAKLJUČAK.....	29
6. LITERATURA.....	30

SAŽETAK

Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u Bistrini

U ovom radu istraživana je utjecaj organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na indeks kondicije mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis* Linnaeus, 1758. Istraživanje je provedeno u Malostonskom zaljevu, na tri različite postaje, kroz razdoblje od tri mjeseca.

Postaje su odabrane zbog različitih udaljenosti od kaveza s ribom, kako bi se procjenio utjecaj blizine kaveza s ribom na indeks kondicije dagnji. Rađeno je i uzorkovanje morske vode za analizu partikularne tvari, a određivane su i temperatura, salinitet, koncentracija otopljenog O₂ i pH.

Dobiveni rezultati pokazali su da najveći indeks kondicije, koji je i statistički značajan pokazuju dagnje uzgajane na najvećoj udaljenosti od kaveza s ribom.

Prema ovim podacima može se zaključiti da ovakav način uzgoja ne bi poboljšao rast i indeks kondicije dagnje, no treba istaknuti kako se radi o dijelu sezone kada je koncentracija hranjivih tvari povećana, a u obzir treba uzeti i kompleksnost samog zaljeva.

KLJUČNE RIJEČI: *Mytilus galloprovincialis*/ organski unos/ kavezni uzgoj ribe/ indeks kondicije/ Malostonski zaljev

ABSTRACT

Impact of organic matter from fish cage farming on condition index of mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in Bay of Bistrina

This research studied impact of fish cage farming on condition index of Mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis* Linnaeus, 1758. Research was conducted in area of Mali Ston Bay, at three different stations, over a period of three months.

Stations were chosen due to their different distances from fish cage farm, so impact of fish cage farming on mussel condition index could be assessed. Sampling of sea water was conducted so particulate matter could be analysed and measurements of temperature, salinity, dissolved O₂ concentrations and pH were also conducted.

Results showed that highest condition index was measured at station that was at greatest distance from fish cages, and it showed statistically significant differences.

According to this data, it can be concluded that this type of mussel farming will not have benefits on mussel growth and condition index, but it should be noted that research was conducted during the part of the season when nutrient concentrations are high and complexity of Mali Ston Bay should be taken into account.

KEY WORDS: *Mytilus galloprovincialis*/ organic matter input/ fish cage farming/ condition index/ Mali Ston Bay

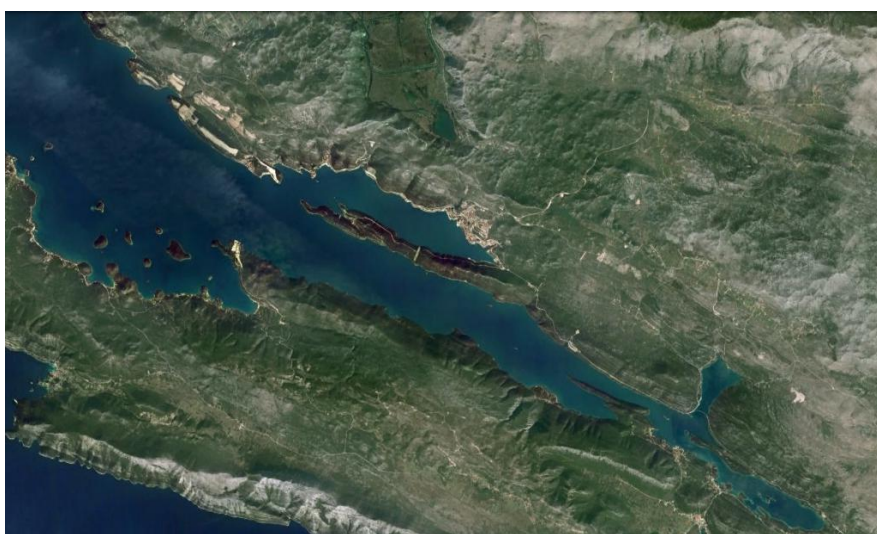
1. UVOD

Akvakultura predstavlja najbrže rastući prehrambeni sektor u svijetu. 57% (39 mil. tona), od ukupne proizvodnje otpada na uzgoj u morskom okolišu, od čega 40% otpada na uzgoj mekušaca, a 13% na uzgoj karnivorne ribe (FAO, 2010). S obzirom da daljnjim razvojem sektora, posebno razvojem uzgoja ribe dolazi do većeg unosa organske tvari u okoliš, postoji zabrinutost kako će doći do potencijalnog negativnog učinka na okoliš (Braaten, 2007). Kako bi se ovo spriječilo potrebno je razvijati nove uzgojne sustave u kojima će doći do smanjenja ovog utjecaja.

Ovaj se rad bavi tematikom potencijalnog uzgoja dagnje (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819.), u blizini kaveza s lubinom (*Dicentrarchus labrax* Linnaeus, 1758). Istraživanje je provedeno s ciljem pokazivanja utjecaja kaveznog uzgoja ribe na indeks kondicije dagnje, s obzirom na različite udaljenosti od kaveza s ribom. Jedna od mogućnosti ovakvog načina uzgoja je i razvijanje integrirane multi-trofičke akvakulture (IMTA), koja se temelji na uzgoju dviju ili više vrsta različitih razina ishrane, a koja može imati pozitivan utjecaj na uklanjanje štetnih proizvoda kaveznog uzgoja ribe (Barrington i sur., 2009).

1.1. Malostonski zaljev

Malostonski zaljev (Slika 1.), duboko je uvučen plitki zaljev između poluotoka Pelješca i kopna, koji se na sjeverozapadnom dijelu spaja sa neretvanskim kanalom s kojim je povezan morem (Čalić i sur., 2013).



Slika 1. Malostonski zaljev (<http://www.arkod.hr/>)

Najvažniji čimbenici koji utječu na ekološke značajke zaljeva su dotoci slatke vode, dijelom iz rijeke Neretve, a dijelom putem podvodnih izvora u unutarnjem dijelu zaljeva (Balenović, 1981; Viličić i sur., 1998; Milanović 2006). Uz Limski kanal i još nekoliko lokacija, jedina je zona u kojoj je predviđen uzgoj školjkaša i ribe na istom uzgojnom području (Župan i sur., 2012). Uzgoj dagnje u zaljevu započeo je početkom 20. stoljeća (Benović, 1997), a temelji se na prikupljanju ličinki iz prirode (Gavrilović i sur., 2011).

1.2. Mediteranska dagnja, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

1.2.1. Biološke značajke mediteranske dagnje

Mediteransku dagnju taksonomski svrstavamo u (<http://www.marbef.org/data/erms.php>):

CARSTVO: Animalia

KOLJENO: Mollusca

RAZRED: Bivalvia

PODRAZRED: Pteriomorphia

RED: Mytiloidea

PORODICA: Mytilidae

ROD: *Mytilus*

VRSTA: *Mytilus galloprovincialis*

Dagnja je školjkaš tamno modre do crne boje ljuštore (Slika 2.). Prosječna veličina do koje jedinke narastu iznosi 5 cm, a može narasti i do maksimalnih 12 cm (Picker & Griffiths, 2011).



Slika 2. Vanjski izgled mediteranske dagnje (*M. galloprovincialis*)

S obzirom na sposobnost tolerancije okolišnih čimbenika, visoko je tolerantna vrsta i može podnijeti široki raspon okolišnih uvjeta. Ipak, ekstremne vrijednosti fizikalnih svojstava okoline mogu izazvati visoke stope smrtnosti (Seed i Suchanek, 1992). Kao najvažniji pojedinačni uzrok smrtnosti, pokazala se predacija (Karayücel i Karayücel, 1999ab). Ipak, prema Emmett i sur. (1987) i Tremblay i sur. (1998) visoke stope smrtnosti mogu se pripisati i povišenom stresu organizma uzrokovanog mriješćenjem jedinke.

Jedinke se hrane filtriranjem morske vode, pri čemu im služe ktenidije- škrge koje svojim radom uzrokuju strujanje morske vode (Gosling, 1992).

1.2.2. Rast mediteranske dagnje

Na rast školjkaša utječu razni okolišni čimbenici. Najbitniji od njih su temperatura morske vode i dostupnost hrane (fitoplanktona) (Jones and Iwama, 1991; Karayücel and Karayücel, 1999; Manoj Nair and Appuktan, 2003; Ren and Ross, 2005). Prema Bayne-u (1976), kada je temperatura mora preko 10° C i kada je hrana dostupna stopa rasta dagnji je visoka, a opada kada je temperatura i koncentracija hrane niža (Widdows i sur., 1979; Rodhouse i sur., 1984a, Bayne, 1987; Garen i sur., 2004).

Također, studije pokazuju kako jedinke rastu brže u proljeće i ljeto, te da mlađe jedinke rastu brže (Karayücel i sur., 2010). Do tržišne veličine jedinke narastu od 1.5 do 3 godine, u ovisnosti od lokacije uzgajališta. Prema Hrs-Brenko i Filić (1973) i Benović (1997), dagnje na istočnoj obali Jadrana tržišnu veličinu postižu od 1.5 do 2 godine. No, Picker & Griffiths (2011), navode da na povoljnim lokacijama jedinke dužinu od 70 mm dosežu unutar prve godine.

Najbolje novačenje i rast pokazuju jedinke koje rastu na umjereno izloženijim lokacijama, za razliku od potpuno zaklonjenih ili lokacija potpuno izloženih udarima valova (Steffani and Branch, 2003). Bolji rast i kondicija na umjereno izloženim lokacijama može se pripisati većoj dostupnosti hrane. Nadalje, većim protokom mora povećava se i prostorna raspodjela ličinki, no s druge strane na potpuno izloženim lokacijama može doći do smanjenja prihvata ličinki (Branch & Steffani, 2004).

1.2.3. Razmnožavanje mediteranske dagnje

Mediteranska dagnja je gonohorist. Gonade se nalaze duž unutarnjeg dijela ljuštare. Bijele boje su kod mužjaka, dok su ružičaste u ženki. Nakon mriješćenja iz oplodjenih jajnih stanica razvijaju se slobodno plivajuće ličinke (Picker & Griffiths 2011).

Početak i trajanje gametogeneze i mriješćenja roda *Mytilus* može imati velike vremenske i prostorne razlike (Seed and Suchanek, 1992).

Kod dagnji, kamenica i kapica razmnožavanje je pod utjecajem egzogenih i endogenih čimbenika (Seed, 1976; Devauchelle and Mingant, 1991; Robinson, 1992; Seed and Suchanek, 1992; Couturier, 1994).

Najvažniji egzogeni čimbenici su temperatura, salinitet, fotoperiod i dostupnost hrane, dok kod endogenih čimbenika to su: zalihe hranjivih tvari, hormonalni ciklus i genotip, a upravo ova značajka može biti uzrok prostornih i vremenskih razlika u početku i trajanju razmnožavanja (Cáceres-Martinez & Figueras, 1998).

1.2.4. Rasprostranjenost mediteranske dagnje

Jedinke nalazimo na zaklonjenim i umjereno izloženim stijenama i općenito ih ne nalazimo na visoko zamućenim i pjeskovitim područjima. Prevladava u području izmjene plime i oseke, a u većim dubinama u prirodi je ne nalazimo, iako vrlo dobro raste i na većim dubinama, ali u uzgojnim parkovima (Hockey & van Erkom Schurink, 1992; Branch & Steffani, 2004).

Za supstrat se prihvaća bisusnim nitima koje luči pokretno stopalo (Hammond & Griffiths, 2004).

Autohtona je vrsta za obale Sredozemnog, Crnog i Jadranskog mora, a kao invazivna vrsta unešena je u vode južne Afrike, istočne i zapadne vode Sjeverne Amerike, te u vode sjeveroistoka Azije (Branch & Steffani, 2004).

1.3. Integrirani sustavi u akvakulturi

1.3.1. IMTA- Integrirana multi-trofička akvakultura

Trenutno, postoji rastuća zabrinutost koja se odnosi na potencijalne negativne učinke koje akvakulturni otpad može imati po okoliš (Amberg and Hall, 2008; Braaten, 2007; FAO, 2009; Tett, 2008). Uzgoj ribe može imati negativne posljedice po okoliš zbog činjenice da dolazi do otpuštanja velikih količina organske tvari, od kojih dio ostaje suspendirana u stupcu morske vode, a dio pada na dno kao detritus (Karakassis i sur., 2000; Mazzola and Sarà, 2001).

Glavnina ove tvari sastoji se od nepojedene hrane i proizvoda metabolizma uzgajanih riba (Cheshuk i sur., 2003; Hall i sur., 1992; Holby and Hall, 1991). Veći dio otpadnih tvari koje padnu na morsko dno akumulira se u blizini kaveza, gdje uzrokuju brojne promjene

fizičkih i kemijskih značajki bentosa (Diaz, 2001; Karakassis i sur., 2000; Rosenberg i sur., 2001; Sanz-Lázaro & Marin, 2008).

Kako bi se ovaj problem rješio, a ispuštanje otpadnih tvari s ribljih farmi smanjilo, razvijene su brojne strategije među kojima su: korištenje bolje formulirane hrane (bolja probavljivost), stalni nadzor i unaprijeđeni režim hranjenja, neprestana izmjena lokacije uzgajališta (kaveza) i smanjenje nasadne gustoće u kavezima (Cheshuk i sur., 2003; Lucas and Southgate, 2003).

Jedno od mogućih rješenja ovog problema može biti i integrirana multi-trofička akvakultura (IMTA). Za razliku od ostalih rješenja, IMTA se fokusira na pretvorbu: otpadni proizvodi nastali uzgojem riba postaju hranjive tvari za druge organizme koji se hrane na nižim trofičkim razinama, poput školjkaša i algi. Uz to, jedan od ciljeva IMTA-e je i povećanje učinkovitosti proizvodnje uvodeći druge vrste u uzgoj (Troell i sur., 2003). Naziv se multi-trofička odnosi na uključivanje vrsta različitih trofičkih ili nutritivnih razina u istu uzgojnu sredinu (Chopin and Robinson, 2004; Chopin, 2006).

Utjecaj ovakvog načina uzgoja na rast dagnji pokazao se specifičnim za lokaciju uzgoja. Tako jedne studije pokazuju poboljšanje rasta (Stirling and Okumus, 1995; Gao i sur., 2006; Peharda i sur., 2007), dok druge nisu (Taylor i sur., 1992; Troell and Norberg, 1998; Cheshuk i sur., 2003).

1.3.2. Prednosti i nedostaci integriranih multi-trofičkih akvakulturnih sustava

Glavna prednost IMTA sustava je smanjenje utjecaja na okoliš, dok se u isto vrijeme uzgaja još jedna ili više ekonomsko isplativih vrsta (Barrington i sur., 2009). Također isti autor navodi kako prilikom ovakvog načina uzgoja u dagnjama nisu pronađeni terapeutici koji se daju ribama prilikom uzgoja. Lander i sur., (2004), navode kako okusni test između jedinki uzgojenih u IMTA sustavu i uzgojenih u klasičnom načinu uzgoja nema primjetnih razlika. Ovi podaci ukazuju da su proizvodi iz IMTA sustava sigurni za ljudsku konzumaciju (Haya i sur., 2004). Također, pomno izabrane vrste i postavljanje integriranog uzgoja može imati pozitivne učinke glede kontrole i suzbijanja bolesti riba (Skar i Mortensen, 2007). IMTA sustavi smanjuju rizik koji je prisutan u uzgoju jedne vrste. Ova činjenica se temelji na tome da ukoliko dođe do loše godine za jednu vrstu, nastale štete su smanjene zbog ekonomske isplativosti druge vrste (Barrington i sur., 2009).

Glavni nedostatak ovakvog načina uzgoja proizlazi iz činjenice da do sada nije primjenjen u većoj komercijalnoj skali, već su sve studije proizašle iz manjih

eksperimentalnih sustava (Barrington i sur., 2009). Nadalje, kako u svojoj studiji navode (Barrington i sur., 2010), jedan od problema integrirane akvakulture je i neprepoznatljivost ove metode u javnosti, a prema Katrandis i sur., (2003), negativna percepcija u javnosti može dovesti do ugrožavanja industrije.

1.3.3. Primjeri i dosadašnji rezultati uzgoja u integriranim sustavima u svijetu

U Kanadi, uzgoj u integriranim akvakulturim sustavima razvija se od 2001. godine, kada u zaljevu Fundy započinje projekt integriranja uzgoja lososa (*Salmo salar* Linnaeus, 1758), s dagnjama (*Mytilus edulis* Linnaeus, 1758) i algama (Chopin and Robinson, 2004), a ostvareni rezultati opravdavaju uspostavljanje integriranog uzgoja (Barrington i sur., 2009).

U SAD-u, integrirana akvakultura razvija se u cilju tretiranja otpadnih voda nastalih intenzivnim uzgojem kozica (Barrington i sur., 2009). Sandifer i Hopkins (1996), razvijaju princip integriranog uzgoja kozica sa herbivornim ciplima i kamenicama, gdje se cipli i kamenice hrane otpadnim vodama kozica te tako djeluju kao biofilteri. Također, Buttner i Leavitt (2003), u svojoj studiji pokazuju kako postoji mogućnost integriranja lova jastoga i uzgoja kamenica, gdje su tradicionalne vrše za jastoge prilagođene uzgoju kamenice, koje su u takvom sustavu preživljavale i rastle. Prema studiji provedenoj u zaljevu Puget (Rensel i sur., 2011), kamenice (*Crassostrea gigas* Thunberg, 1793) u integriranoj akvakulturi pokazuju brži rast što su bliže kavezima s ribom, dok kod dagnji (*M. galloprovincialis*) to nije bio slučaj.

Razvoj IMTA sustava u Čileu započeo je krajem 80-ih godina 20. stoljeća kada se uzgoj pastrve (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) iskoristio kao izvor hrane za uzgoj pacifičke kamenice (*C. gigas*) (Barrington i sur., 2009). Isti autor navodi kako je trenutno prisutan trend uzgoja dagnje (*Mytilus chilensis* Hupé, 1854), a uzgojni parkovi smještaju se između postojećih kaveza s uzgajanim lososom.

Francuska integrirana akvakultura također se bazira na pročišćavanju otpadnih voda nastalih uzgojem ribe (Barrington i sur., 2009). Mogućnosti integriranog uzgoja lubina (*D. labrax*) i kamenice (*C. gigas*) proveli su u svojoj studiji Lefebvre i suradnici, (2000). Oni zaključuju kako se kamenica hrani hranjivim tvarima iz otpadnih voda ribljih farmi te kako je to jedna od mogućnosti ponovnog iskorištavanja unesene organske tvari.

U Škotskoj, Stirling i Okumuş (1995), istražuju rast i proizvodnju dagnje (*M. edulis*), u integriranom uzgoju s lososom (*S. salar*). Rezultati pokazuju kako dagnje imaju bolju stopu rasta i kako se tijekom zime smanjila količina potrošenih rezervnih tvari, za razliku od dagnji

uzgajanih u klasičnom sustavu, bez uzgoja lososa. U Irskoj je krajem 2007. pokrenut projekt IMTA-e koji je uključivao 4 različite vrste na 3 trofičke razine. U ovom sustavu mikroalge bi predstavljale hranu za ribe i školjkaše, dok bi u isto vrijeme uklanjale proizvode metabolizma riba (Barrington i sur., 2009).

Prema radu koji su u Španjolskoj objavili (Navarette-Mier i sur., 2010), udaljenost od kaveza nije se pokazala značajnim čimbenikom u rastu dagnji. U Portugalu Borges i sur., (2005), razvili su manji IMTA sustav koji je uključivao integrirani uzgoj lubina i romba (*Scophthalmus maximus* Linnaeus, 1758), te kućica (*Tapes decussatus* Linnaeus, 1758) i tri vrste mikroalgi (*Isochrysis galbana* Parke, 1949., *Tetraselmis suecica* Butcher, 1959., *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin, 1897). Rezultati su pokazali kako alge dobro rastu te uklanjaju dušične tvari u vodi, a dovoljne su kao hrana za 1000 do 2000 kućica na dan.

U Italiji prema (Sara` i sur., 2009), dagnje uzgajane bliže ribljim kavezima, koje su bile pod izravnim utjecajem organske tvari, pokazale su bolje stope rasta od dagnji koje su bile udaljenije od kaveza.

Brojni primjeri integrirane akvakulture dolaze iz Norveške. Zbog naglog razvoja akvakulture 80-ih i 90-ih godina 20. stoljeća, Norvešku akvakulturu pogađaju brojne bolesti ribe. Kako bi se to spriječilo, norveška vlada počinje strogi nadzor i kontrolu uzgoja (Maroni, 2000). Glavnina Norveške akvakulture zasniva se na „off-shore“ uzgoju salmonidnih vrsta, a zbog toga se cilj istraživanja usmjerava na uvođenje IMTA sustava u „off-shore“ uzgoj (Barrington i sur., 2009). (Handa i sur., 2012), u svojoj studiji navode kako uzgoj *M. edulis* u blizini kaveza s ribom dovodi do porasta sadržaja mekog tkiva dagnje za razliku od onih uzgajanih dalje od kaveza, a posebice kroz razdoblje jeseni i zime kada je dostupnost hrane niža.

1.3.4. Primjeri i dosadašnji rezultati uzgoja u IMTA sustavima u Hrvatskoj

Ova tema obrađena je u manjem broju studija koje su provedene na istočnoj obali Jadrana. Prema podacima koje u diplomskom radu iznosi Župan, (2006), dagnje uzgajane na različitim udaljenostima od kaveza s ribom ne pokazuju razlike u brzini rasta. Pretpostavljeni razlog ove činjenice bilo je razdoblje provedbe eksperimenta, odnosno ljetni i jesenski period u kojem hrana nije bila limitirajući faktor. No, za razliku od prirasta, studija je pokazala kako udaljenost od kaveza ima značajan utjecaj na rast indeksa kondicije dagnji.

Isti autor u doktorskoj disertaciji iz 2012. navodi kako postignuti rezultati uzgoja dagnje u blizini uzgajališta ribe pokazuju dobar potencijal u vidu rasta i indeksa kondicije, no sam autor navodi kako je istraživanje provedeno na relativno malom broju školjkaša pa je

potrebno provesti dodatna istraživanja s ciljem ispitivanja tehnološke izvedivosti ovakvog načina uzgoja.

Prema Peharda i suradnici, (2007), uzgoj dagnji pokazuje dobre rezultate ukoliko se uključi u integralni uzgoj s kaveznim uzgojem ribe.

Uz dagnju, slični eksperimenti provedeni su i na kunjki (*Arca noae* Linnaeus, 1758). Tako Župan i suradnici, (2012), u svojoj studiji pokazuju da uzgajana u blizini kaveza s ribom, kunjka ima povećani indeks kondicije.

2. MATERIJALI I METODE

Uzorci za potrebe istraživanja prikupljeni su na tri postaje unutar Malostonskog zaljeva. Postaje se nalaze na dvije lokacije u zaljevu. Prva lokacija je uvala Bistrina, u kojoj se nalaze dvije postaje (Postaja 1 i Postaja 2), a druga lokacija je Banja, na čijem se predjelu nalazi Postaja 3. Postaje za uzorkovanje su odabrane zbog različitih udaljenosti od kaveza s ribom. Postaja 1 od kaveza je udaljena 30, Postaja 2 udaljena je 100, a Postaja 3 od kaveza je udaljena približno 900 metara (Slika 3). Dagnje su uzorkovane 4 puta, dok se uzorkovanje mora provelo 6 puta. Uzorci su prikupljeni 10.4. (dagnje i more), 30.4. (dagnje i more), 16.5. (samo more), 30.5. (dagnje i more), 13.6. (samo more) i 2.7. (dagnje i more), a uzorkovanje se obavljalo u isto doba dana (od 12 do 13 sati).



Slika 3. Lokacija postaja unutar Malostonskog zaljeva (<http://www.arkod.hr/>)

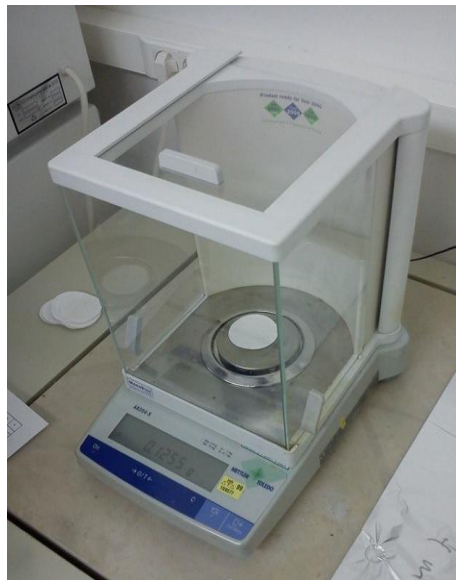
2.1. Uzorkovanje i analiza partikularne tvari

Morska voda uzorkovala se Niskinovim crpcem na dvije različite dubine (Slika 4). Prvo su uzorkovani uzorci na dubini od jednog, a potom i na dubini od četiri metra. Volumen uzorkovane morske vode iznosio je pet litara, koja je spremljena u prethodno označene spremnike, koji su zatim zamotani u crne vreće kako bi se sprječilo utjecaj svjetlosti.



Slika 4. Uzorkovanje mora Niskinovim crpcem

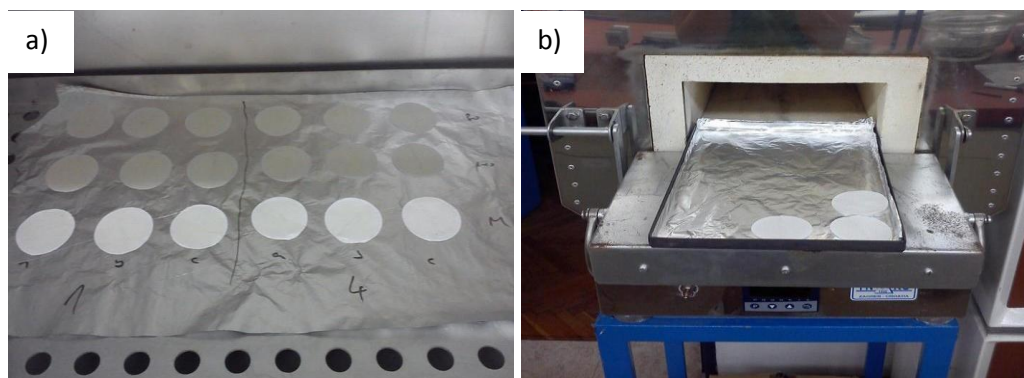
Za analizu partikularne tvari koristili su se Whatman GF/C filteri. Filteri su prethodno pripremljeni i to na način da su žareni tri sata na 450°C . Nakon žarenja filteri su pažljivo izvagani na analitičkoj vagi, preciznosti $0,0001\text{ g.}$, a potom su zamotani u označene aluminijske folije i pohranjeni do korištenja (Slika 5).



Slika 5. Vaganje filtera na analitičkoj vagi

Analiza morske vode rađena je u triplikatu, za sve dubine i postaje. Kroz svaki filter, vakuum pumpicom je profiltrirana jedna litra prethodno uzorkovane morske vode. Nakon filtriranja, filteri su pažljivo presavijeni na pola i vraćeni u odgovarajuće aluminijske folije, te pohranjeni u zamrzivač do daljnje obrade.

Kako bi se provela analiza partikularne tvari, filteri su nakon vađenja iz zamrzivača sušeni u sušioniku, 24 sata na 105° C (Slika 6a). Nakon sušenja filteri su ponovno izvagani na analitičkoj vagi, a dobivene vrijednosti su zapisane. Nakon zapisivanja vrijednosti, filteri su žareni u peći za žarenje, 5 sati na temperaturi od 450° C (Slika 6b). Nakon žarenja filteri su ponovno izvagani, a vrijednosti su upisane u tablice.



Slika 6. a) sušenje filtera u sušioniku, b) žarenje filtera u peći za žarenje

Nakon što su svi filteri izvagani pristupilo se određivanju ukupne partikularne tvari i to po sljedećoj formuli:

$$\text{TPM (ukupna partikularna tvar)} = \text{masa suhog filtera} - \text{masa čistog žarenog filtera}$$

Sljedeći korak je bilo izračunavanje anorganske partikularne tvari po sljedećoj formuli:

$$\text{PIM (anorganska partikularna tvar)} = \text{masa žarenog filtera} - \text{masa čistog žarenog filtera}$$

Nakon što su se izračunale TPM i PIM, pristupilo se računanju organske partikularne tvari (POM), po sljedećoj formuli:

$$\text{POM (organska partikularna tvar)} = \text{TPM} - \text{PIM}$$

2.2. Mjerenje hidrografskih podataka

Prilikom uzorkovanja morske vode, za svaku postaju i obje dubine mjereni su i sljedeći hidrografski podatci: temperatura, salinitet, pH i koncentracija O₂ (%).

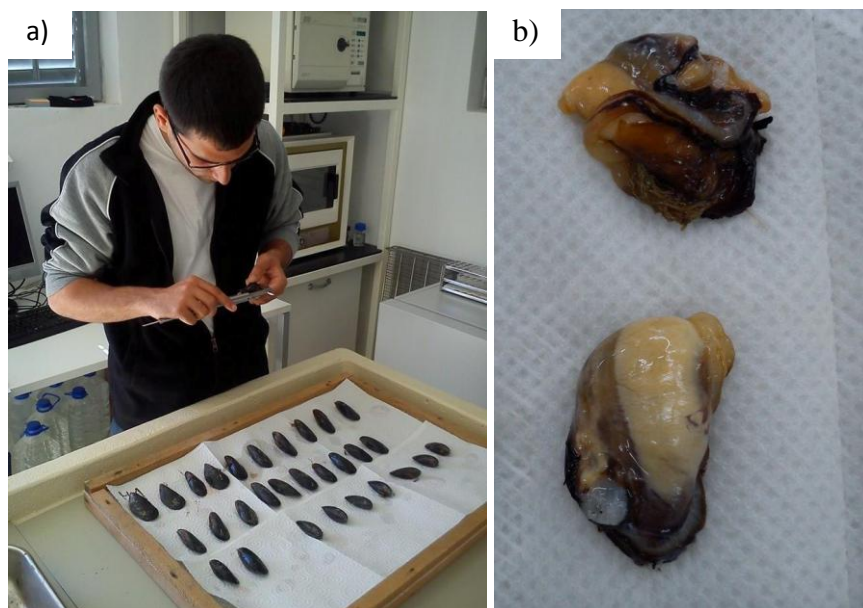
Mjerenja su se obavljala pomoću sonde za temperaturu, za salinitet, za pH i za koncentraciju O₂. Dobiveni rezultati uneseni su u tablicu.

2.3. Uzorkovanje i obrada uzoraka dagnji

Dagnje su uzorkovane prilikom uzorkovanja morske vode. Uzorkovano je po 30 jedinki sa obje dubine i sa sve tri postaje. Dagnje su po uzorkovanju spremljene u prethodno označene vrećice, sa oznakama dubine i postaje.

Prilikom obrade, jedinke su najprije očišćene od obraštaja, te su potom osušene papirnatim ručnicima. Nakon sušenja dagnje su izvagane, a pomičnim mjerilom izmjerene su im dužina, širina i visina, a vrijednosti su upisivane u tablicu (Slika 7a). Sljedeći korak je bio otvaranje i odvajanje cjelokupnog mesa od ljuštura. Nakon odvajanja uzorci su ostavljeni na papirnatim ručnicima kako bi se međuljušturna tekućina ocijedila, a meso i ljuštura prosušile (Slika 7b). Nakon sušenja, ljuštura i meso su zasebno izvagani, a rezultati su uneseni u tablice.

Sljedeći korak bio je slaganje ljuštura i mesa na označene aluminijske folije i stavljanje istih u sušionik. Uzorci su se sušili 24 sata na 105° C do suhe mase. Nakon sušenja uzorci su ponovo izvagani, a rezultati upisani u tablicu.



Slika 7. a) obrada uzoraka dagnje (mjerjenje pomičnim mjerilom), b) sušenje mesa dagnji na papirnatim ručnicima

2.4. Određivanje indeksa kondicije i indeksa mesa dagnji

Nakon obrade uzoraka pristupilo se izračunavanju indeksa kondicije i to prema sljedećoj formuli (Mann, 1978):

$$IK = \text{masa suhog mesa} / \text{masa suhe ljuštura} \times 1000$$

Indeks mesa računao se po sljedećoj formuli (IFREMER, 2003.):

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

2.5. Statistička analiza

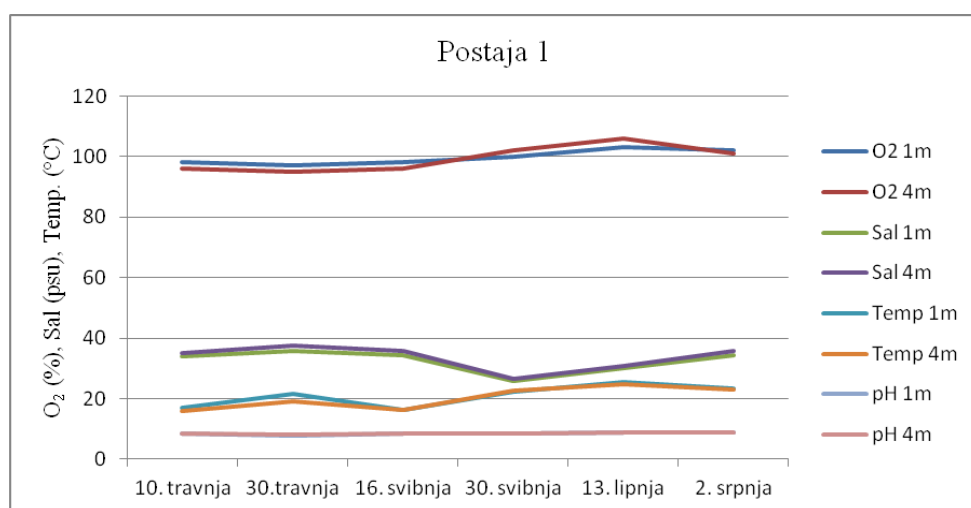
Za određivanje sličnosti među postajama s obzirom na određene parametre korištena je PCA metoda analize podataka.

Korištenjem metode analize kovarijance (ANCOVA), utvrđivana je statistička razlika među podacima dobivenim uzorkovanjem, sa intervalom pouzdanosti od 95%.

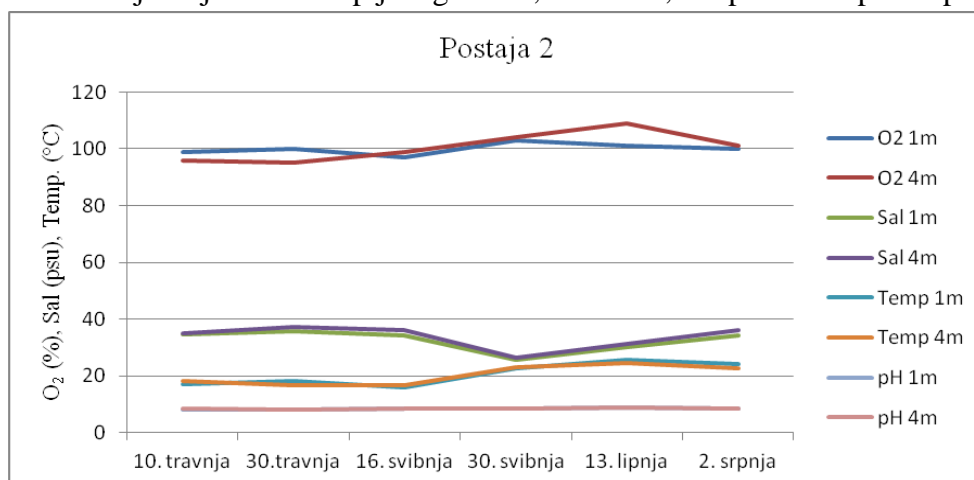
3. REZULTATI

3.1. Temperatura, salinitet, O₂, pH

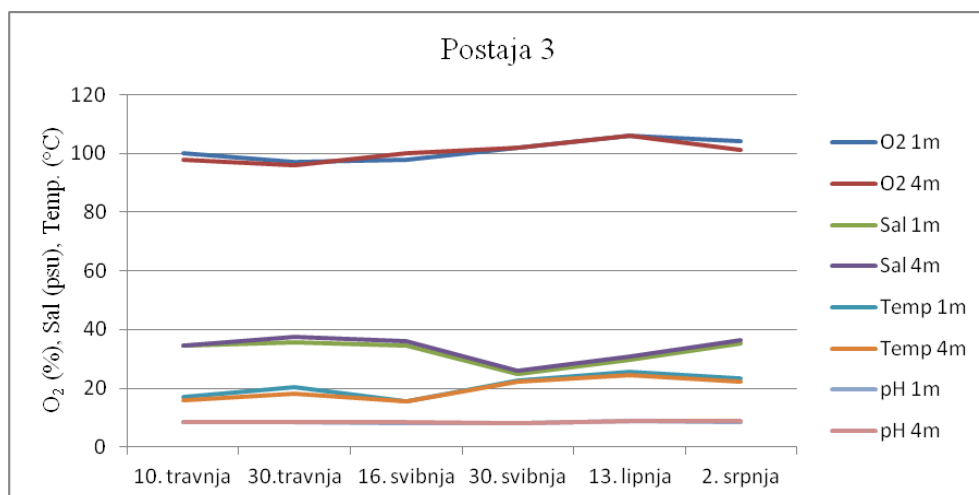
Tijekom uzorkovanja minimalna izmjerena temperatura iznosila je 16° C, a izmjerena je 10. travnja na dvije različite postaje (Postaja 1 i Postaja 3) na četiri metra dubine. Minimalne vrijednosti saliniteta od 24,7psu izmjerene su 30. svibnja na postaji 3 na jedan metar dubine, dok je maksimalna vrijednost od 37,7psu izmjerena 30. travnja na istoj postaji na dubini od četiri metra. Minimalna vrijednost otopljenog O₂ u (%) izmjerena je 30. travnja na četiri metra dubine na postajama 1 i 2, a iznosila je 95%, dok je maksimalna vrijednost od 109% izmjerena 13. lipnja na postaji 2 na dubini od četiri metra. Minimalna i maksimalna vrijednost pH izmjerena je 30. travnja i 13. lipnja na postaji 1 na dubini od jednog metra. Minimalna vrijednost iznosila je 7,78, a maksimalna 8,82. Kretanje navedenih vrijednosti prikazano je na sljedećim slikama (8-10).



Slika 8. Kretanje vrijednosti otopljenog kisika, saliniteta, temperature i pH na postaji 1

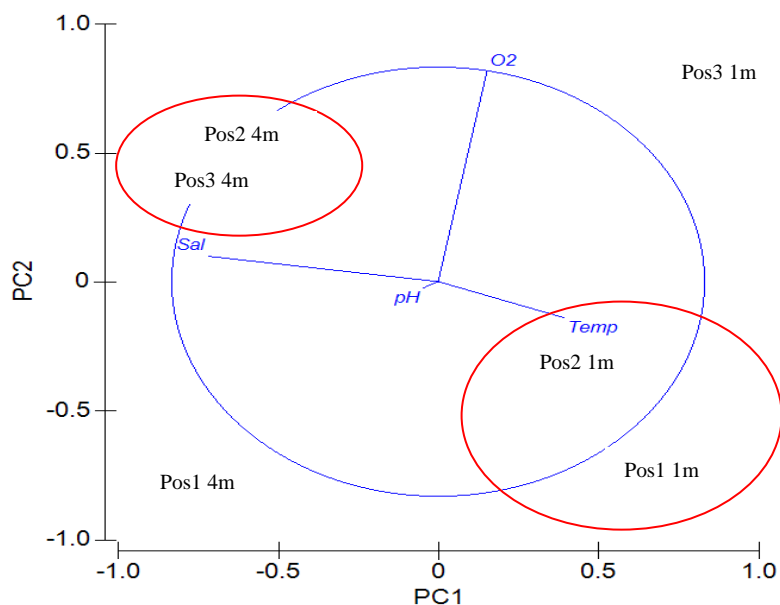


Slika 9. Kretanje vrijednosti otopljenog kisika, saliniteta, temperature i pH na postaji 2



Slika 10. Kretanje vrijednosti otopljenog kisika, saliniteta, temperature i pH na postaji 1

Korištenjem PCA metode, određena je sličnost postaja po gore navedenim ekološkim parametrima. Sličnost je prikazana na slici (Slika 11.), gdje je postaja 1 označena oznakom Pos1, postaja 2 označena oznakom Pos2, a postaja 3 označena oznakom Pos3. Iz prikazanog je vidljivo da su postaja 2 (1m) i postaja 1 (1m) slične po vrijednostima temperature, dok su postaja 2 (4m) i postaja 3 (4m) slične po vrijednostima saliniteta i otopljenog kisika, dok vrijednosti pH neznatno utječu na podatke.

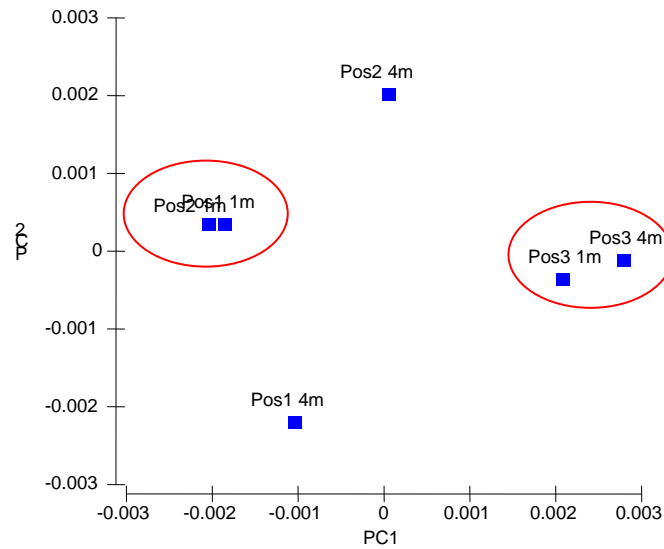


Slika 11. Sličnost postaja prema vrijednostima temperature, saliniteta, otopljenog kisika i pH

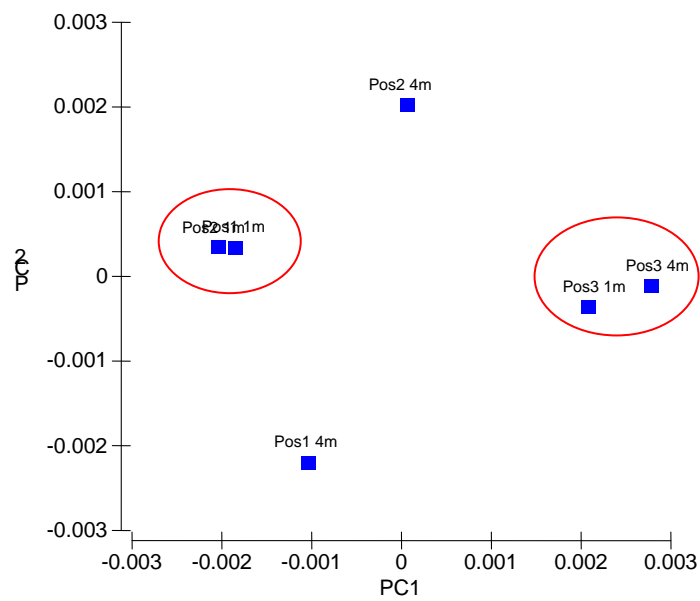
3.2. Analiza partikularne tvari

Kao dio istraživanja radila se i analiza partikularne tvari u moru, i to ukupne partikularne tvari (TPM), organske partikularne tvari (POM) i anorganske partikularne tvari

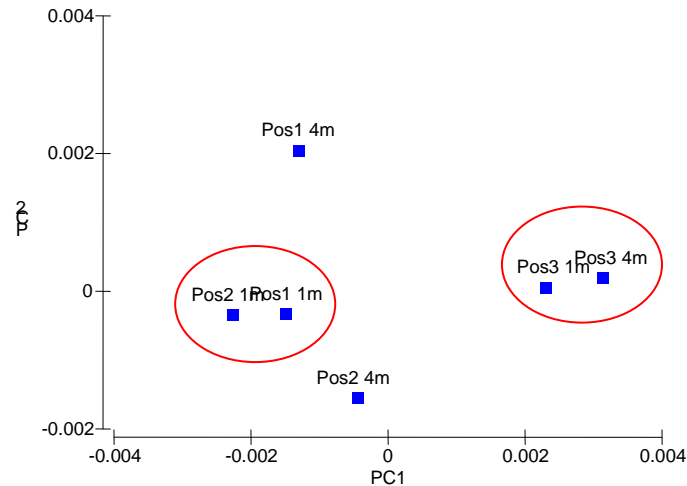
(PIM). PCA je metodom utvrđeno da za TPM, POM i PIM postoje sličnosti među postajama što je vidljivo na sljedećim slikama (Slike 12., 13., 14.).



Slika 12. Sličnost postaja prema vrijednostima dobivenim analizom TPM



Slika 13. Sličnost postaja prema vrijednostima dobivenim analizom POM



Slika 14. Sličnost postaja prema vrijednostima dobivenim analizom PIM

Iz prethodnih slika i PCA analize vidljivo je da su postaja 1 (1m) i postaja 2 (1m) slične prema vrijednostima TPM, POM i PIM, a isto je potvrđeno i za postaju 3 (1m i 4m), dok postaja 1 (4m) i postaja 2 (4m) ne pokazuju sličnosti s ostalim postajama.

3.3. Dužina

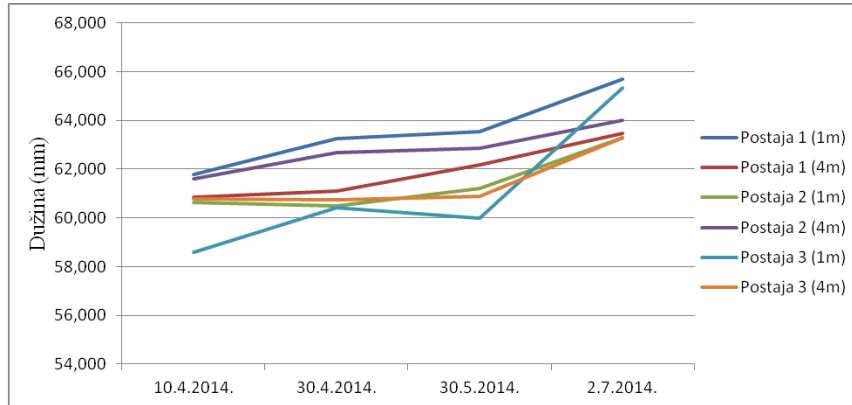
Rezultati dužinskog rasta dagnji prikazani su tablicom (Tablica 1). Iz podataka je vidljivo da tijekom 3 mjeseca najveći dužinski rast bilježe jedinke uzorkovane na postaji 3 sa jednom metru dubine, gdje prosječan rast jedinki iznosi 6,74 mm, dok je najniži prosječni rast zabilježen kod jedinki uzorkovanih sa četiri metra dubine na postaji 2, a on iznosi 2,42 mm.

n=720

Tablica 1. Prosječne vrijednosti dužine jedinki tijekom tri mjeseca, za sve tri postaje i dubine

Datum	Postaja 1 (1m)	Postaja 1 (4m)	Postaja 2 (1m)	Postaja 2 (4m)	Postaja 3 (1m)	Postaja 3 (4m)
10.4.2014.	61,796	60,853	60,638	61,588	58,604	60,787
30.4.2014.	63,249	61,113	60,476	62,688	60,417	60,739
30.5.2014.	63,547	62,174	61,222	62,849	59,979	60,902
2.7.2014.	65,706	63,466	63,298	64,014	65,343	63,305

Kretanje dužinskog rasta tijekom 3 mjeseca prikazano je sljedećim grafikonom (Slika 15.). Provođenje analize kovarijance pokazalo je da s obzirom na dužinski rast, među postajama nema statistički značajnih razlika. n=720



Slika 15. Kretanje dužinskog rasta tijekom vremena, prikazano po postajama i dubinama (nema statistički značajne razlike)

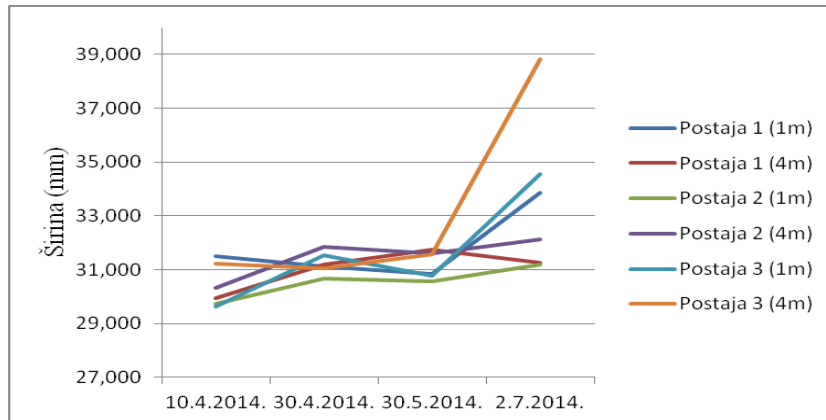
3.4. Širina

Rezultate širinskog rasta dagnji prikazuje sljedeća tablica (Tablica 2). Vidljivo je da najveći rast u širinu pokazuju jedinke uzorkovane na postaji 3 sa četiri metra dubine, a on iznosi prosječnih 7,62 mm, dok najniži širinski rast pokazuju jedinke uzorkovane na postaji 1 sa četiri metra dubine te on iznosi prosječnih 1,31 mm.

Tablica 2. Prosječne vrijednosti širine jedinki tijekom tri mjeseca, za sve tri postaje i dubine

Datum	Postaja 1 (1m)	Postaja 1 (4m)	Postaja 2 (1m)	Postaja 2 (4m)	Postaja 3 (1m)	Postaja 3 (4m)
10.4.2014.	31,500	29,941	29,734	30,316	29,643	31,212
30.4.2014.	31,112	31,201	30,685	31,859	31,545	31,063
30.5.2014.	30,838	31,735	30,559	31,617	30,774	31,570
2.7.2014.	33,860	31,255	31,178	32,124	34,571	38,834

Rast širine jedinki tijekom 3 mjeseca prikazan je sljedećom slikom (Slika 16.). Kao i u slučaju dužinskog rasta, analizom kovarijance pokazalo se da među postajama nema statistički značajnih razlika u rastu širine. $n=720$



Slika 16. Kretanje rasta širine tijekom vremena, prikazano po postajama i dubinama (nema statistički značajne razlike)

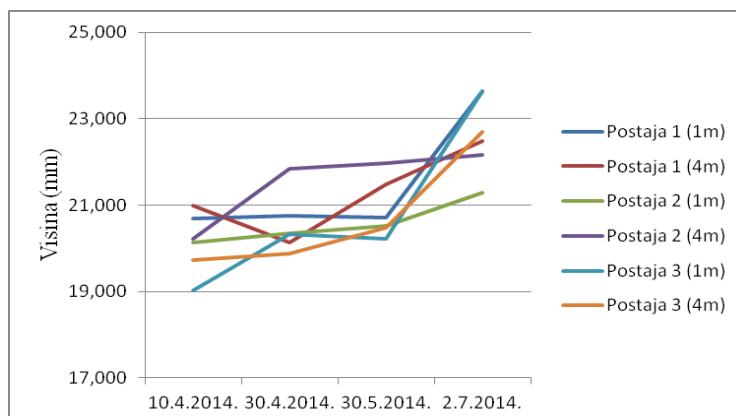
3.5. Visina

Rezultati prosječnog rasta visine kroz tri mjeseca prikazani su u tablici (Tablica 3). Najveći prosječni porast visine pokazuju jedinice sa postaje 3, uzorkovane sa jednog metra dubine te on iznosi 4,61 mm, dok su najniži visinski rast pokazale jedinice na postaji 1, uzorkovane sa četiri metra dubine.

Tablica 3. Prosječne vrijednosti visine jedinki tijekom tri mjeseca, za sve tri postaje i dubine

Datum	Postaja 1 (1m)	Postaja 1 (4m)	Postaja 2 (1m)	Postaja 2 (4m)	Postaja 3 (1m)	Postaja 3 (4m)
10.4.2014.	20,681	20,980	20,144	20,211	19,022	19,730
30.4.2014.	20,754	20,128	20,359	21,844	20,330	19,881
30.5.2014.	20,708	21,486	20,527	21,965	20,220	20,484
2.7.2014.	23,642	22,477	21,285	22,158	23,628	22,696

Kretanje rasta visine prikazano je sljedećom slikom (Slika 17.). Kao i u prethodnim slučajevima, rast visine tijekom razdoblja istraživanja ne pokazuje statistički značajne razlike po postajama. $n=720$



Slika 17. Kretanje rasta širine tijekom vremena, prikazano po postajama i dubinama (nema statistički značajne razlike)

3.6. Indeks kondicije

Indeks kondicije računao se po sljedećoj formuli:

$$IK = \text{masa suhog mesa} / \text{masa suhe ljuštore} \times 1000$$

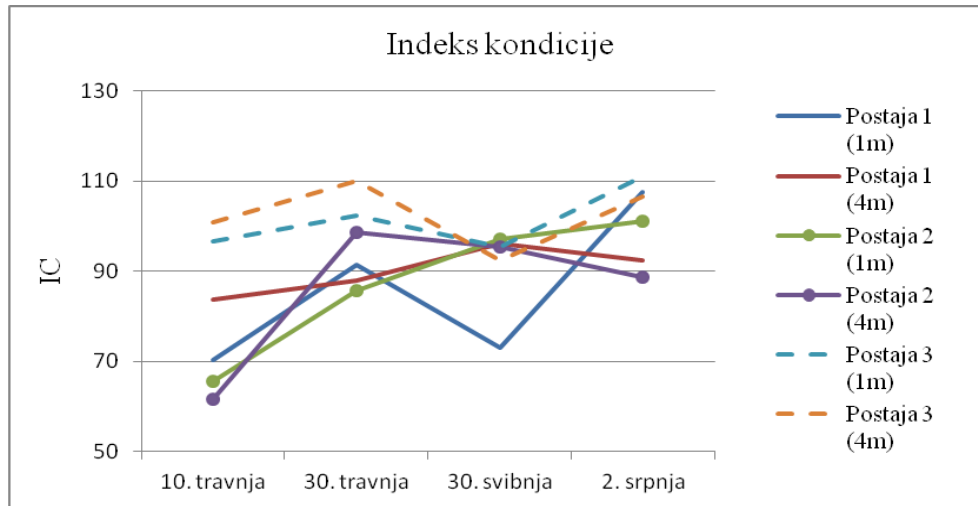
Primjenom ove formule dobivene su sljedeće vrijednosti indeksa kondicije (Tablica 4).

Tablica 4. Prosječne vrijednosti IC po postajama kroz cijelo razdoblje istraživanja (n=720)

Datum	Postaja 1 (1m)	Postaja 1 (4m)	Postaja 2 (1m)	Postaja 2 (4m)	Postaja 3 (1m)	Postaja 3 (4m)
10.4.2014.	70,221	83,702	65,525	61,659	96,550	100,778
30.4.2014.	91,458	87,909	85,675	98,588	102,228	110,121
30.5.2014.	92,054	73,081	96,115	97,195	95,247	92,334
2.7.2014.	107,598	92,310	101,000	88,548	110,960	106,548

Iz tablice je vidljivo da je najniža prosječna vrijednost (61,659) indeksa kondicije dagnji zabilježena 10. travnja na postaji 2 na dubini od četiri metra. Istog datuma, najviša prosječna vrijednost (100,778), zabilježena je na postaji 3 na dubini od četiri metra. 30. travnja, najnižu vrijednost indeksa kondicije pokazuju dagnje uzorkovane sa postaje 2, sa dubine od jednog metra, a vrijednost istoga iznosi 85,675, dok najvišu vrijednost indeksa kondicije ponovno pokazuju dagnje sa postaje 3 i četiri metra dubine, a vrijednost indeksa iznosi 110,121. 30. svibnja, najniže rezultate pokazuju dagnje sa postaje 1 i dubine od jednog metra, a vrijednost indeksa iznosila je 73,081, dok najvišu vrijednost pokazuju jedinke sa postaje 2 i dubine jednog metra, a vrijednost indeksa iznosi 97,195. Zadnjeg dana uzorkovanja, 2. srpnja, najnižu vrijednost indeksa kondicije (88,548), pokazuju jedinke sa postaje 2 i dubine četiri metra, dok je najviša vrijednost zabilježena u jedinki uzorkovanih na

postaji 3 sa jednog metra dubine, a vrijednost je iznosila 110,960. Indeks kondicije, tj. promjene njegove vrijednosti po postajama i datumima prikazan je na sljedećem grafikonu (Slika 18).



Slika 18. Prikaz promjene indeksa kondicije dagnji po postajama i datumima

3.7. Indeks mesa

Indeks mesa izračunavao se po formuli:

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

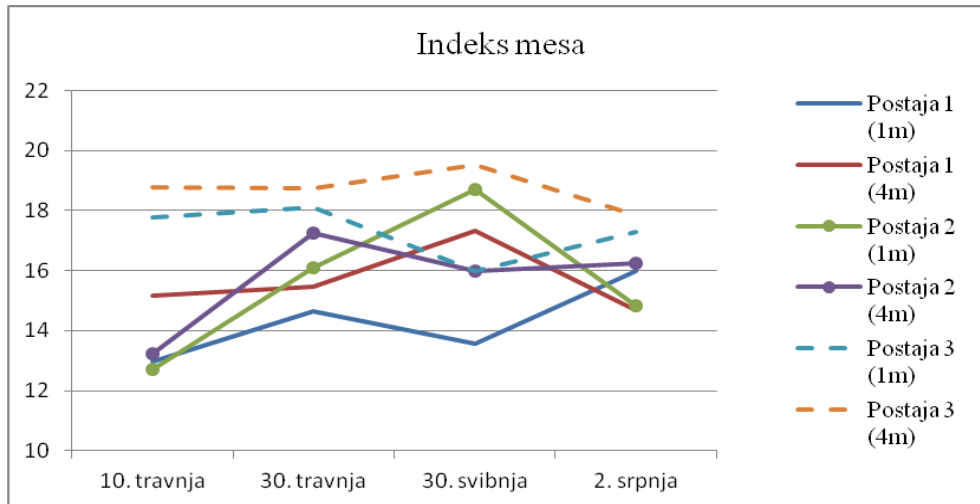
Izračunavanjem po ovoj formuli, dobivene su vrijednosti indeksa mesa, vidljive u tablici (Tablica 5).

Tablica 5. Prosječne vrijednosti IM po postajama kroz cijelo razdoblje istraživanja

Datum	Postaja 1 (1m)	Postaja 1 (4m)	Postaja 2 (1m)	Postaja 2 (4m)	Postaja 3 (1m)	Postaja 3 (4m)
10.4.2014.	12,960	15,173	12,696	13,247	17,760	18,760
30.4.2014.	14,641	15,465	16,104	17,243	18,121	18,747
30.5.2014.	14,971	13,567	17,320	18,691	16,000	19,523
2.7.2014.	15,968	14,696	14,831	16,250	17,276	17,851

Iz tablice je vidljivo da je 10. travnja najniža vrijednost indeksa mesa zabilježena na postaji 2 na dubini od jednog metra, a iznosila je 12,696, dok su istog dana najviši indeks mesa u prosječnoj vrijednosti od 18,760, imale dagnje uzorkovane na postaji 3 i dubini od četiri metra. 30. travnja, najniži indeks mesa (14,640) pokazuju jedinke uzorkovane na postaji 1 sa dubine od jednog metra, dok najviši indeks mesa ponovno imaju jedinke uzorkovane sa postaje 3 i dubine od četiri metra, u prosječnoj vrijednosti od 18,747. Ista postaja zadržava najviši indeks mesa i 30 dana poslije, te 30. svibnja on iznosi 19,523, dok najniži indeks mase

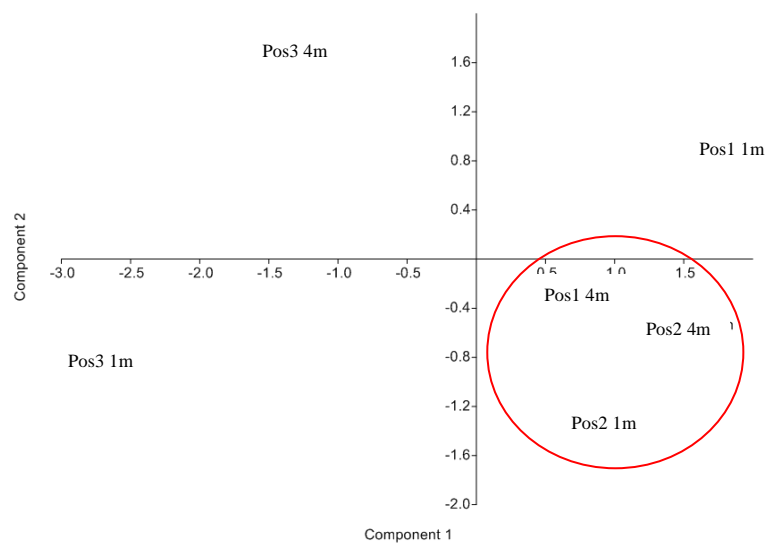
na taj datum imaju jedinke sa postaje 1 i dubine od jednog metra. 2. srpnja, najniže vrijednosti indeksa mesa, u vrijednosti od 14,831 imaju jedinke sa postaje 1 i dubine od četiri metra i jedinke sa postaje 2 i dubine od jednog metra, dok najviše vrijednosti ponovno nalazimo na postaji 3 i dubini od četiri metra. Indeks mesa, tj. promjene njegove vrijednosti po postajama i datumima prikazan je na sljedećem grafikonu (Slika 19.).



Slika 19. Prikaz promjene indeksa kondicije dagnji po postajama i datumima

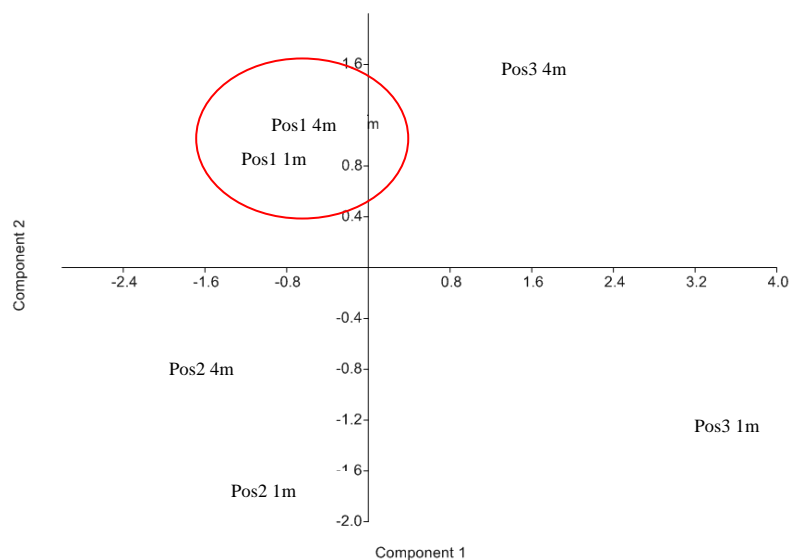
3.8. Sličnost među postajama u odnosu na izmjerenu dužinu, širinu, visinu, IC i IM te okolišne čimbenike

Kao dio statističke analize, PCA metodom za svaki je datum utvrđivana sličnost između postaja s obzirom na izmjerenu dužinu, širinu, visinu, IC, IM i okolišne čimbenike (temperatura, salinitet, koncentracija otopljenog O₂ i pH). Sljedeća slika (Slika 20.), prikazuje te sličnosti na datum 10. travnja.



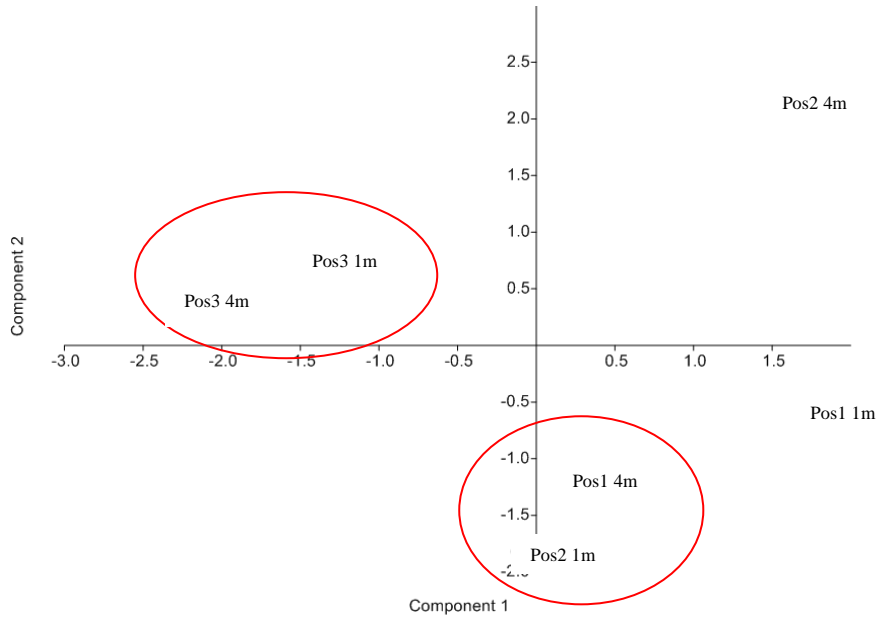
Slika 20. Sličnost između postaja na datum 10. travnja, bez uključenih okolišnih čimbenika

Iz slike je vidljivo da, bez u analizu uključenih okolišnih čimbenika, djelomičnu sličnost pokazuju postaja 1 (4m), na slici označena kao Pos1 4m, te postaja 2 (1 i 4m), na slici označena kao Pos2 1m i Pos2 4m. Kad su u analizu uključeni i okolišni čimbenici, mijenja se izgled slike te sada sličnost pokazuje samo postaja 1, na obje dubine (Pos1 1m i Pos1 4m), dok ostale postaje ne pokazuju sličnosti, što je vidljivo iz slike (Slika 21.).

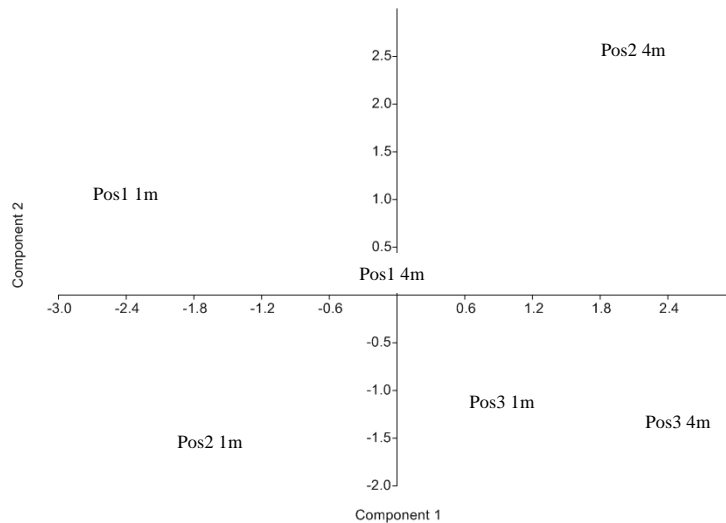


Slika 21. Sličnost između postaja na datum 10. travnja, sa uključenim okolišnim čimbenicima

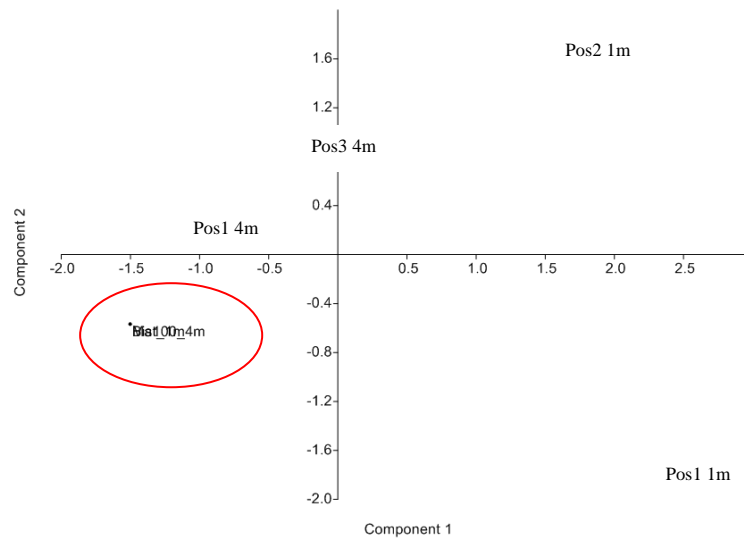
Sljedeća slika prikazuje sličnosti među postajama, bez okolišnih čimbenika na datum 30. travnja (Slika 22.). Iz slike je vidljivo da postaja 3 na obje dubine pokazuje sličnosti, dok se djelomična sličnost pojavljuje između postaje 1 (4m) i postaje 2 (1m).



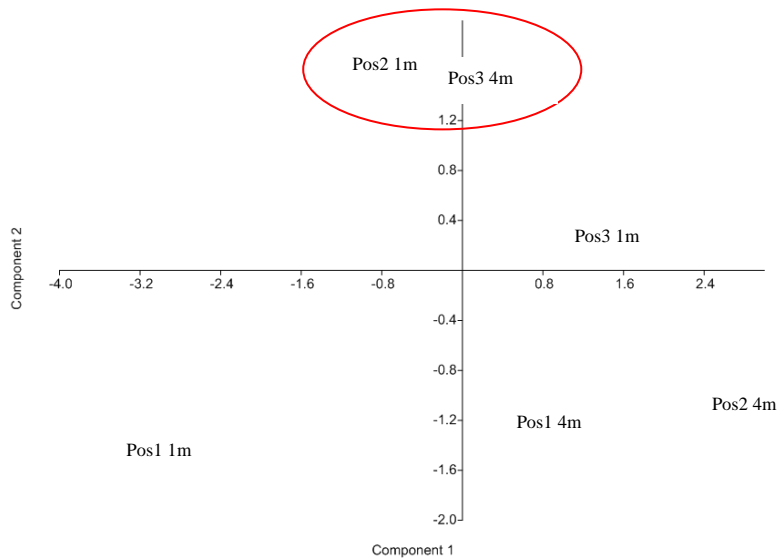
Slika 22. Sličnost između postaja na datum 30. travnja, bez uključenih okolišnih čimbenika. S okolišnim čimbenicima uključenim u analizu postaje nisu pokazale međusobno sličnost, što je i vidljivo iz slike (Slika 23.).



Slika 23. Sličnost između postaja na datum 30. travnja, sa uključenim okolišnim čimbenicima. Sljedeće slike prikazuju sličnosti među postajama na dan 30. svibnja. Vidljivo je da bez uključenih okolišnih čimbenika (Slika 24.), sličnosti prikazuju postaja 2 (4m) i postaja 3 (1m), dok kod ostalih postaja ne nalazimo sličnost u parametrima, dok s uključenim parametrima sličnost pokazuju postaja 2 (4m) i postaja 3 (1m) (Slika 25.).

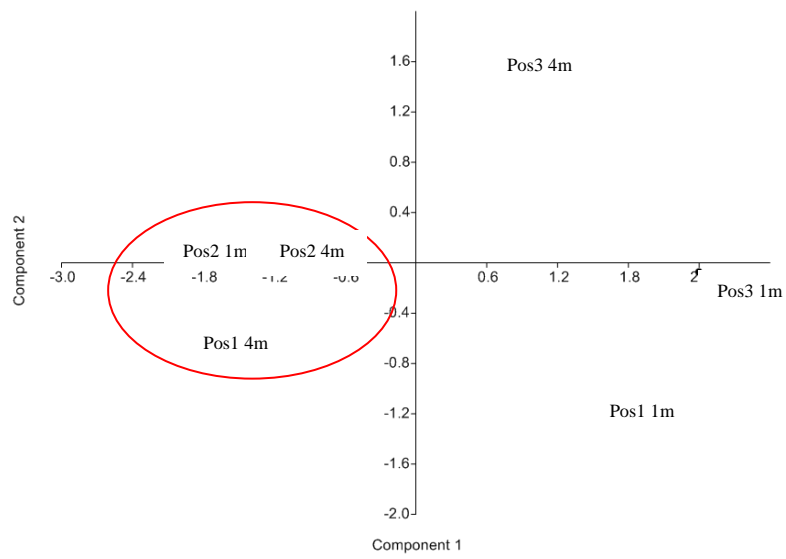


Slika 24. Sličnost između postaja na datum 30. svibnja, bez uključenih okolišnih čimbenika

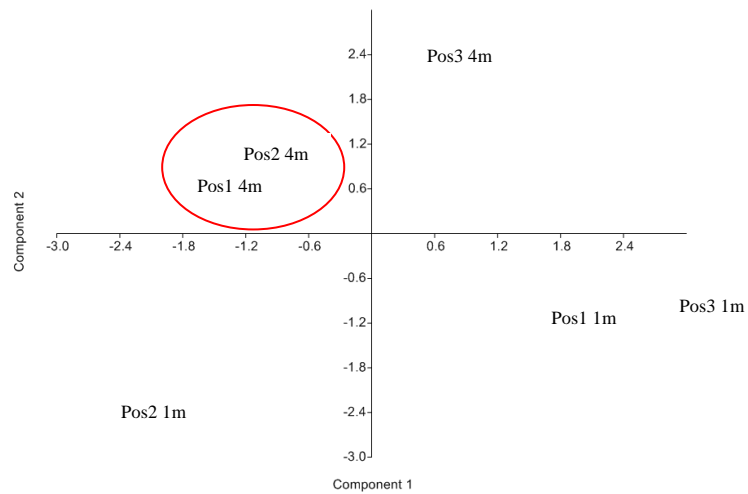


Slika 25. Sličnost između postaja na datum 30. svibnja, sa uključenim okolišnim čimbenicima

Na datum 2. srpnja, bez okolišnih čimbenika sličnost pokazuju postaja 2 (1 i 4m) i postaja 1 (4m), dok ostale postaje ne pokazuju nikakvu sličnost (Slika 26.). Uključujući i okolišne čimbenike sličnost su pokazale postaja 1 (4m) i postaja 2 (4m), dok ostale postaje ne pokazuju međusobnu sličnost (Slika 27.).



Slika 26. Sličnost između postaja na datum 2. srpnja, bez uključenih okolišnih čimbenika



Slika 27. Sličnost između postaja na datum 2. srpnja, sa uključenim okolišnim čimbenicima

4. RASPRAVA

Glavni cilj rada bilo je utvrđivanje utjecaja blizine kaveznog uzgoja riba, na indeks kondicije dagnje u Bistrini s obzirom na specifične abiotičke uvjete. Indeks se računao prema sljedećoj formuli: $IC = \text{masa suhog mesa} / \text{masa suhe ljuštore} \times 1000$ (Mann 1978). Osim indeksa kondicije određivan je i indeks mesa prema formuli: $IM = \text{masa mokrog mesa} / \text{masa cijelog školjkaša} \times 100$ (IFREMER, 2003.), mjerene su dužina, širina, visina dagnji te je rađena analiza partikularne tvari i mjereni su hidrografski podaci (temperatura, salinitet, koncentracija otopljenog O_2 te pH).

Analizom dobivenih podataka, utvrđeno je da rast dagnje u dužinu, širinu i visinu ne pokazuje statistički značajne razlike po postajama. Ovaj podatak se slaže sa onima koje je u svom diplomskom radu iznio Župan (2006), gdje dagnje postavljene bliže kavezima s ribom ne pokazuju brži rast od dagnji udaljenijih od kaveza. Također ovaj podatak se slaže sa podatkom kojeg u studiji izvedenoj u Francuskoj iznose Rensel i sur. (2011). Nadalje, Navarette-Mier i sur. (2010) navode kako dagnje ne pokazuju brži rast u blizini kaveza s ribom, iznoseći podatak da brzina rasta pokazuje slične podatke za sve postaje. Taylor i sur. (1992), također navode kako blizina kaveza s ribom ne utječe na brži rast dagnje, u ovom slučaju *M. edulis*. Cheshuk i sur. (2003), navode kako tasmanijska plava dagnja (*M. planulatus*), uzgajana na 70 i 100 metara udaljenosti od kaveza s ribom, ne pokazuje različiti rast od dagnji uzgajanih na udaljenostima od 500 i 1200 metara od kaveza. No, iako nema statistički značajnih razlika u rastu, iz rezultata je primjetno kako najveći rast u dužinu, širinu i visinu tijekom istraživanog razdoblja postižu jedinke koje su uzgajane na postaji 3, odnosno koje su bile najudaljenije od kaveza s ribom. Najniži rast dužine, širine i visine nije pronađen na određenoj postaji, već je raspoređen između postaje 1 i postaje 2, tako da najniži dužinski rast iskazuju jedinke uzorkovane na postaji 2 i dubini od 4 metra, a najniži rast širine i visine iskazuju jedinke sa postaje 1 i dubine od 4 metra.

Za razliku od prethodno navedenih studija s kojima su dobiveni rezultati podudarni, postoji i niz studija prema kojima dagnje pokazuju bolji rast s obzirom na blizinu kaveza s ribom. Tako, prema studiji koju provode Stirling i Okmuş (1995.), uzgoj dagnje *M. edulis* u integriranoj akvakulturi s lososom (*S. Salar*), pokazuje bolje stope rasta za razliku od klasičnog uzgoja. Sara` i sur. (2009), navode kako uzgoj u blizini kaveza s ribom pridonosi boljem rastu dagnji, u odnosu na kontrolni uzorak koji nije bio izložen utjecaju organskog unosa putem kaveza s ribom. Handa i sur. (2012), u studiji navode kako tijekom jeseni i zime

dagnje uzgajane bliže kavezima s lososom (*S. salar*), pokazuju brži rast, dok se tijekom proljetnih i ljetnih mjeseci rast ne razlikuje od jedinki uzgajanih na kontrolnim postajama.

Statistička analiza podataka pokazala je da za indeks kondicije i indeks mase mesa postoje statističke razlike. Tako najviše razine indeksa kondicije i indeksa mase pokazuju jedinke koje su u ovom slučaju bile najudaljenije od kaveza s ribom, odnosno jedinke uzgajane na postaji 3. Iz rezultata je vidljivo da je najveći indeks kondicije zabilježen krajem travnja na postaji 3 i dubini od 4m. Nadalje, vidljivo je da vrijednosti indeksa kondicije osciliraju, te tako na većini postaja 30. svibnja dolazi do pada vrijednosti indeksa kondicije. Slična situacija javlja se i za indeks mesa. Također, najviše vrijednosti indeksa pokazale su jedinke sa postaje 3 i 4m dubine. Kao i u slučaju indeksa kondicije, vrijednosti indeksa mase također osciliraju, no nije se pokazala ovisnost o dubini ili postaji.

Ovakve rezultate moguće je objasniti činjenicom da proljetni maksimumi nutrijenata eutrofiziraju područja za uzgoj školjkaša, dok je intenzitet hranjenja ribe u kavezima još uvijek razmjerno nizak. Hranjive tvari ispuštene kaveznim uzgojem ribe, dakle ne bi trebale imati veće značenje u ishrani dagnji pa time i ovisnost o udaljenosti od kaveza s ribom nema presudno značenje. Naprotiv, u ljetnim mjesecima kada je trofički indeks nizak (nema značajnijeg prirodnog unosa) ili u oligotrofnim područjima koja nisu pod utjecajem većih rijeka i izvora udaljenost dagnji od kaveznih uzgajališta s ribom može bitno utjecati na njihovu kondiciju (Rensel i sur., 2011.).

Također, PCA analizom dobivenih rezultata vidljivo je da ne postoji kontinuiranost u sličnosti među postajama tijekom trajanja istraživanja, već da rezultati osciliraju, a što je vidljivo iz slika (Slika 20.-27.). Ovo može biti i posljedica kompleksnosti malostonskog zaljeva, koji sadrži brojne podzemne izvore slatke vode, a i pod utjecajem je obližnje rijeke Neretve koja znatno utječe na hidrološke, a time i fizikalno kemijske uvjete zaljeva (Balenović, 1981; Viličić i sur., 1998; Milanović 2006).

5. ZAKLJUČAK

Provedenim istraživanjem pokazalo se kako za razdoblje od travnja do srpnja, blizina kaveza s ribom nije imala utjecaj na prirast i indeks kondicije dagnje. Suprotno očekivanjima bolji rast i indeks imaju jedinke koje su se nalazile najdalje od kaveza s ribom što se objašnjava specifičnim lokalnim uvjetima.

Jedan od razloga može biti i razdoblje u kojem je istraživanje provedeno. Naime, tijekom proljeća u moru postoje dovoljne količine hranjivih tvari unosom s kopna, a u isto vrijeme je je dodatni unos kavezim uzgojem ribe uslijed niskih temperatura razmjerno malen. Kako bi se ova tvrdnja provjerila, potrebno je proširiti ovakvo istraživanja na ostale sezonske aspekte.

Nadalje, jedan od razloga ovakvih rezultata može biti i u specifičnim ekološkim uvjetima Malostonskog zaljeva. Naime, u zaljevu postoje mnogi podzemni izvori slatke vode, koji mogu biti dodatni izvor hranjivih tvari. Osim toga, zaljev je i pod utjecajem rijeke Neretve, kojom se u zaljev unose dodatne količine hranjivih tvari.

6. LITERATURA

- Amberg, S.M., Hall, T.E., 2008. Communicating risks and benefits of aquaculture: a content analysis of US newsprint representations of farmed salmon. *Journal of the World Aquaculture Society* 39, 143–157
- Balenović, R. 1981. Hidrografske prilike u Malostonskom zaljevu i Malom moru. In J. Roglić & M. Meštrov (Eds.), *Zbornik radova savjetovanja Malostonski zaljev — prirodna podloga i društveno valoriziranje* (pp. 66–76). Dubrovnik: JAZU
- Barrington, K., Chopin, T., Robinson, S. M. C., 2009. Integrated multitrophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. In: D. Soto, (Ed.), *Integrated mariculture: A global review*, Vol. 529. FAO Fisheries and Aquaculture Technical paper, Rome Italy
- Barrington, K., Ridler, N., Chopin, T., Robinson, S., Robinson, B. 2010. Social aspects of the sustainability of integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult. Int.* 18:201-211
- Bayne, B.L., Widdows, J. and Thompson, R.J. *Physiology: I.*, 1976. In: B.L. Bayne, (Ed.), *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*, Cambridge University Press, Cambridge, str. 122-159
- Bayne, B.L., Hawkins, D.W. and Navarro, E. 1987. Feeding and Digestion by Mussel *Mytilus edulis* L.(Bivalvia, Mollusca) in Mixtures of Silt and Algal Cells at Low Concentrations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 111: 1-22
- Benović, A. 1997. The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of Croatia. In: C.L. Mackenzie Jr., V.G. Burrell Jr., A. Rosenfield and W.L. Hobart (Eds.), *The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe*. NOAA Technical Report NMFS, U.S. Department of Commerce, Washington, DC, USA., 3: 217–226
- Borges, M.T., Silva, P., Moreira, L. & Soares, R. 2005. Integration of consumer-targeted microalgal production with marine fish effluent biofiltration – a strategy for mariculture sustainability. *Journal of Applied Phycology* 17: 187-197.
- Branch, G.M. & Steffani, N.C., 2004. Can we predict the effects of alien species? A case-history of the invasion of South Africa by *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300: 189– 215
- Braaten, B.R., 2007. Cage aquaculture and environmental impacts. In: Bergheim, A. (Ed.), *Aquacultural Engineering and Environment: Research Signpost*, str. 49–91.

- Buttner, J. & Leavitt, D. 2003. Augmenting the lobster catch: Oyster aquaculture in modified lobster traps. *Journal of Shellfish Research* 22: 290-291.
- Cáceres-Martínez, J., Figueras, A., 1998. Distribution and abundance of mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) larvae and post-larvae in the Ria de Vigo (NW Spain) *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 229, 277–287
- Cheshuk, B.W., Purser, G.J., Quintana, R., 2003. Integrated open-water mussel (*Mytilus planulatus*) and Atlantic salmon (*Salmo salar*) culture in Tasmania, Australia. *Aquaculture*, 218: 357–378.
- Chopin, T. 2006. Integrated Multi-Trophic Aquaculture. What it is and why you should care... and don't confuse it with polyculture. *Northern Aquaculture* 12 (4): 4.
- Chopin, T. & Robinson, S. 2004. Defining the appropriate regulatory and policy framework for the development of integrated multi-trophic aquaculture practices: introduction to the workshop and positioning of the issues. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 4-10.
- Couturier, C., 1994. Spawning in sea scallops, *Placopecten magellanicus*. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences 1994: 9th International Pectinid Workshop, Nanaimo, British Columbia, Canada, April 22–27, 1993, str. 138–146
- Čalić, M., Carić, M., Kršinić, F., Jasprica, N., Pečarević M. 2013. Controlling factors of phytoplankton seasonal succession in oligotrophic Mali Ston Bay (south-eastern Adriatic) *Environmental Monitoring and Assessment*, 185, str. 7543-7563
- Devauchelle, N., Mingant, C., 1991. The conditioning of scallop spawners: practical aspects. *Aquaculture and the Environment. Spec. Publ. Eur. Aquacult. Soc.*, No. 14, p. 89
- Diaz, R.J., 2001. Overview of hypoxia around the world. *Journal of Environmental Quality* 30, 275–281.
- Emmet, B., Thompson, K., Popham, J. D., 1987. The reproductive and energy storage cycles of two populations of *Mytilus edulis* (Linne) from British Columbia. *J Shellfish Res* 6: 29-36
- FAO, 2009. Fisheries and Aquaculture Department. The State of the World Fisheries and Aquaculture 2008.
- FAO. 2010. *The state of world Fisheries and Aquaculture*. FAO, Rome, Italy

- Gao, Q., Shin, P. K. S., Lin, G., Chen, S., Cheung, S. G., 2006. Stable isotope and fatty acid evidence for uptake of organic waste by green-lipped mussels *Perna viridis* in a polyculture fish farm system. *Marine Ecology progress series*. 317: 273 - 283.
- Garen, P., Robert, S. and Bougrier, S. 2004. Comparison of growth of mussel, *Mytilus edulis*, on longline, pole and bottom culture sites in the Pertuis Breton, France. *Aquaculture*, 232: 511-524
- Gavrilović, A., Jug-Dujaković, J., Marinović-Bonačić, A., Conides, A., Bonačić, K., Ljubičić, A., Van Gorder, S. 2011. The influence of environmental parameters on the growth and meat quality of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*(Mollusca: Bivalvia). AACL BIOFLUX (Aquaculture, Aquarium, Conservation and legislation). *Int. J. Bio. Soc.* Vol. 4.
- 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.
- Hall, P.O.J., Holby, O., Kollberg, S., Samuelsson, M.O., 1992. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. IV. Nitrogen. *Marine Ecology Progress Series* 89, 81–91.
- Hammond, W. & Griffiths, C.L. 2004. Influence of wave exposure on South African mussel beds and their associated infaunal communities. *Marine Biology* 144: 547–552.
- Handå, A., Min, H., Wang, X., Jacob Broch, O., Inge Reitan, K., Reinertsen, H., Olsen, Y., 2012. Incorporation of fish feed and growth of blue mussels (*Mytilus edulis*) in close proximity to salmon (*Salmo salar*) aquaculture: Implications for integrated multi-trophic aquaculture in Norwegian coastal waters. *Aquaculture*, 356–357: 328–341
- Haya, K., Sephton, D.H., Martin, J.L. & Chopin, T. 2004. Monitoring of therapeutants and phycotoxins in kelps and mussels co-cultured with Atlantic salmon in an integrated multi-trophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 29-34.
- Hockey, P.A.R. & van Erkom Schurink, C. 1992. The invasive biology of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on the southern African coast. *Transactions of the Royal Society of South Africa* 48: 123–139.
- Holby, O., Hall, P.O.J., 1991. Chemical fluxes and mass balances in a marine fish cage farm. II. Phosphorus. *Marine Ecology Progress Series*, 70: 263–272.

- Hrs-Brenko, M. and Filić, Z. 1973. The growth of oyster (*Ostrea edulis* L.) and mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) in cultured beds in the northern Adriatic Sea. General Fisheries Council for the Mediterranean, 52: 35-45
- Jones, T.O. and Iwama, G.K. 1991. Polyculture of the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Thunberg), with chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*. Aquaculture, 92: 313-322
- Karakassis, I., Tsapakis, M., Hatziyanni, E., Papadopoulou, K.-N., Plaiti, W., 2000. Impact of cage farming of fish on the seabed in three Mediterranean coastal areas. ICES Journal of Marine Science 57, 1462–1471.
- Karayücel, S., Karayücel, İ., 1999a. Growth and mortality of mussels (*Mytilus edulis* L.) reared in lantern nets in Loch Kishorn, Scotland. Tr J Vet Anim Sci 23:397–402
- Karayücel S., Karayücel İ., 1999b. Growth, production and biomass in raft cultivated blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in two Scottish Sea lochs. The Israeli Journal of Aquaculture-Bamidgeh 51(1):65-73
- Karayücel, S., Yeşim Çelik, M., Karayücel, I., Erik, G., 2010. Growth and Production of Raft Cultivated Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Sinop, Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 10: 09-17
- Katranidis, S., Nitsi, E., Vakrou, A. 2003. Social Acceptability of Aquaculture Development in Coastal Areas: The Case of Two Greek Islands. Coastal Management, 01/2003; 31(1)
- Lander, T.R., Barrington, K.A., Robinson, S.M.C., MacDonald, B.A. & Martin, J.D. 2004. Dynamics of the blue mussel as an extractive organism in an integrated multitrophic aquaculture system. *Bulletin of the Aquaculture Association of Canada* 104 (3): 19-28.
- Lefebvre, S., Barillé, L. & Clerc, M. 2000. Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) feeding responses to a fish-farm effluent. *Aquaculture* 187: 185-198.
- Lucas, J. S., Southgate, P. C., 2003. Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. Wiley-Blackwell.
- 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.
- Manoj Nair, R. and Appukuttan, K.K. 2003. Effect of temperature on the development, growth, survival and settlement of green mussel *Perna viridis* (Linnaeus, 1758). Aquaculture Research, 34: 1037-1045

- Maroni, K., 2000. Monitoring and regulation of marine aquaculture in Norway. *Journal of Applied Ichthyology*, 16: 192-195.
- Mazzola, A., Sarà, G., 2001. The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (Gaeta Gulf, Central Tyrrhenian, MED): stable carbon isotopic analysis. *Aquaculture*, 192: 361–379.
- Milanović, P. Karst istočne Hercegovine i dubrovačkog priobalja. Beograd: Zuhra. 2006.
- Navarette-Mier, F., Sanz-Lázaro, C., Márin, A., 2010. Does bivalve mollusc polyculture reduce marine fin fish farming environmental impact? *Aquaculture*, 306: 101–107
- Peharda, M., Župan, I., Bavcevic, L., Frankic, A., Klanjscek, T., 2007. Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture. *Aquaculture Research*. 38: 1714-1720.
- Picker, M.D. & Griffiths, C.L. 2011. Alien and Invasive Animals – A South African Perspective. Randomhouse/Struik Cape Town. 240 str.
- Ren, J.S. and Ross, A.H. 2005. Environmental influence on mussel growth: A dynamic energy budget model and its application to the greenshell mussel *Perna canaliculus*, *Ecoogy Model.*, 189: 347–362
- Rensel, J.E., K. Bright and Z. Siegrist. 2011. Integrated fish-shellfish mariculture in Puget Sound. NOAA Award – NA080AR4170860. NOAA National Marine Aquaculture Initiative. Rensel Associates, Arlington Washington in association with American Gold Seafoods and Taylor Shellfish. 82 str.
- Robinson, A., 1992. Gonadal cycle of *Crassostrea gigas* kumamoto _Thunberg. In Yaquina Bay, Oregon and optimum conditions for broodstock oysters and larval culture. *Aquaculture*, 106: 89- 97.
- Rodhouse, P.G., Roden, C.M. and Ryan, T.H. 1984a. Resource allocation in *Mytilus edulis* on shore and in suspended culture. *Marine Biology*, 84: 27-34
- Rosenberg, R., Nilsson, H.C., Diaz, R.J., 2001. Response of benthic fauna and changing sediment redox profiles over a hypoxic gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 53, 343–350.
- Sandifer, P.A. & Hopkins, J.S. 1996. Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. *Aquacultural Engineering* 15: 41-52.
- Sara` G., Zenone, A., Tomasello, A., 2009. Growth of *Mytilus galloprovincialis* (mollusca, bivalvia) close to fish farms: a case of integrated multi-trophic aquaculture within the Tyrrhenian Sea. *Hydrobiologia*, Volume 636, Number 1, Pages 129-136

- Sanz-Lázaro, C., Marín, A. 2008. Assessment of finfish aquaculture impact on the benthic communities in the Mediterranean Sea. *Dynamic Biochemistry, Process Biotechnology and Molecular Biology 2*. Ed Global Science Books. (Special Issue I), str. 21–32.
- Seed, R. 1976. Ecology. In: Bayne, B.L. _Ed., In *Marine Mussels: Their Ecology and Physiology*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, str. 13–65
- Seed, R., Suchanek, T.H., 1992. Population and community ecology of *Mytilus*. In: Gosling, E. _Ed., *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*. Elsevier, Amsterdam, str. 87–157
- Skar, C.K. & Mortensen, S. 2007. Fate of infectious salmon anaemia virus (ISAV) in experimentally challenged blue mussels *Mytilus edulis*. *Diseases of Aquatic Organisms*, 74: 1-6.
- Steffani, C.N. & Branch, G.M. 2003. Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. *Marine Ecology Progress Series*, 246: 197– 209
- Stirling, H. P., Okumus, I., 1995. Growth and production of mussels (*Mytilus edulis* L.) suspended at salmon cages and shellfish farms in two Scottish sea lochs. *Aquaculture*, 134: 193-210.
- Taylor, B.E., Jamieson, G., Carefoot, T.H., 1992. Mussel culture in British-columbia — the influence of salmon farms on growth of *Mytilus edulis*. *Aquaculture* 108, 51–66.
- Tett, P., 2008. *Fish Farm Wastes in the Ecosystem*. Springer, str. 1–46.
- Tremblay, R., Myrand, B., Guderley, H. 1998. Temporal variation of lysosomal capacities in relation to susceptibility of mussels, *Mytilus edulis*, to summer mortality. *Mar Biol* 132:641-649
- Troell, M., Norberg, J. 1998. Modelling output and retention of suspended solids in an integrated salmon–mussel culture. *Ecological Modelling*, 110: 65–77.
- Troell, M., Halling, C., Neori, A., Chopin, T., Buschmann, A.H., Kautsky, N., Yarish, C. 2003. Integrated mariculture: asking the right questions. *Aquaculture*, 226: 69–90.
- Viličić, D., Jasprica, N., Carić, M., & Burić, Z. 1998. Taxonomic composition and seasonal distribution of microphytoplankton in Mali Ston Bay (eastern Adriatic). *Acta Botanica Croatica*, 57, 29–48.

- Widdows, J., Fieth, P. and Worrall, C.M. 1979. Relationship between Seston available food and feeding activity in the common mussel, *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, 50: 195-207
- Župan, I., 2006. Diplomski rad: Utjecaj blizine kaveznog uzgoja riba na prirast i indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*).
- Župan, I. 2012. Doktorska disertacija: Integralni uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) i kunjke (*Arca noae* Linnaeus, 1758) na uzgajalištima riba.
- Župan, I., Peharda, M., Bavčević, L., Šarić, T., Kanski, D. 2012. Mogućnosti razvoja integralne multi-trofičke akvakulture na Jadranu. *Croatian Journal of Fisheries*, 70 (Supplement 1), 125-137