UNIVERZITET CRNE GORE
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
STUDIJSKI PROGRAM BIOLOGIJA

Gvozdenović Slađana

Integralni multi-trofički uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* L.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) sa ribom u Bokokotorskom zalivu

Doktorska disertacija

Podgorica, 2020

UNIVERSITY OF MONTENEGRO
FACULTY OF SCIENCE AND MATHEMATICS
STUDY PROGRAM BIOLOGY

Gvozdenović Slađana

Integrated multi-trophic farming of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis* L.) and European flat oyster (*Ostrea edulis* L.) with fish in the Boka Kotorska Bay

Doctoral Dissertation

Podgorica, 2020

DOKTORAND

Ime i prezime: **MSc Slađana Gvozdenović**

Datum rođenja: 17.06.1987

Naziv završenog studijskog programa i godina završetka:

- Studijski program biologija, bečelor studije, 2009. godina;
- Studijski program biologija – smjer ekologija, specijalističke studije, 2010. godina;
- Studijski program biologija – smjer ekologija, master studije, 2013. godina

UDK, OCJENA I ODBRANA DOKTORSKE DISERTACIJE

Datum prijave doktorske teze: 06.10.2015

Datum sjednice Senata Univerziteta na kojoj je prihvaćena teza: 21.07.2016. godine

PODACI I INFORMACIJE O ČLANOVIMA KOMISIJE

Komisija za ocjenu podobnosti teze i kandidata:

Dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, mentor

Dr Drago Marić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, predsjednik komisije

Dr Nada Blagojević, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, član komisije

Komisija za ocjenu doktorske disertacije:

Dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, mentor

Dr Drago Marić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, predsjednik komisije

Dr Nada Blagojević, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, član komisije

Dr Milica Mandić, viši naučni saradnik, Univerzitet Crne Gore, Institut za biologiju mora, član komisije

Dr Ljiljana Tomović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, član komisije

Komisija za odbranu doktorske disertacije:

Dr Vladimir Pešić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, mentor

Dr Drago Marić, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Prirodno-matematički fakultet, predsjednik komisije

Dr Nada Blagojević, redovni profesor, Univerzitet Crne Gore, Metalurško-tehnološki fakultet, član komisije

Dr Milica Mandić, viši naučni saradnik, Univerzitet Crne Gore, Institut za biologiju mora, član komisije

Dr Ljiljana Tomović, redovni profesor, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, član komisije

Datum odbrane:

Posvećeno mojim sestrama Mariji i Ljiljani

Rezime

Cilj ovog istraživanja je bio ispitati postojanje mogućih razlika u prirastu i kondicionom indeksu dagnji (*Mytilus galloprovincialis* L.) kao i u prirastu kamenica (*Ostrea edulis* L.) između integralnog multi-trofičkog uzgoja i uzgoja u monokulturi. Rast i kondicioni indeks su praćeni na tri pozicije u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva: u blizini uzgajališta ribe (NBL), 100 m od uzgajališta ribe (NUD) i u monokulturi (SVN). Pored toga analiziran je polni ciklus dagnje na pomenutim pozicijama, s obzirom na činjenicu da ovakvo istraživanje nikada nije sprovedeno u Crnoj Gori. Analizirani su razvojni stadijumi gonada, kao i veličina i distribucija oocita tokom jednogodišnjeg ciklusa kod dagnji. Jedan od ciljeva rada je bilo i faunističko istraživanje školjki u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva koje je sprovedeno na ukupno šest lokaliteta i bilo je bazirano kako na kvantitativnim tako i na kvalitativnim analizama.

Najintenzivniji prirast kod obje vrste je bio tokom proljeća, osim dagnji sa pozicije NBL koje su imale najintenzivniji prirast tokom jeseni. Najmanje intenzivan prirast kod dagnji je bio tokom ljetnjeg perioda. Tokom ljetnjeg perioda je i prirast kamenica bio mnogo manji u poređenju sa proljećnim periodom. U poređenju sa dagnjama kamenice imaju dosta nepravilan rast. Nakon 12 mjeseci istraživanja, sve dagnje na sve tri pozicije su dostigle komercijalnu dužinu. Nakon 18 mjeseci istraživanja, sve kamenice sa pozicija NUD i SVN su dostigle komercijalnu dužinu, dok četiri jedinke sa pozicije NBL nisu dostigle komercijalnu dužinu. Uočene su prostorne i vremenske razlike u kondicionom indeksu dagnji. Vrijednosti kondicionog indeksa na poziciji NUD su bile veće od vrijednosti na pozicijama SVN i NBL, osim u periodu od oktobra do decembra, kada su vrijednosti kondicionog indeksa bile slične na NBL i NUD pozicijama, i statistički značajno visočije u poređenju sa SVN pozicijom. Vrijednosti kondicionog indeksa na NBL i NUD poziciji koje su tokom hladnijeg perioda godine bile statistički značajno visočije u poređenju sa SVN pozicijom ukazuju na to da se dagnje tokom hladnijeg perioda vjerovatno hrane organskim materijama porijeklom sa uzgajališta riba. Dinamika rasta kamenica je bila slična na svim istraživanim pozicijama, mada je na NBL i NUD poziciji prirast u prvom tromesečju bio intenzivniji u odnosu na SVN poziciju, a u drugom tromesečju je situacija bila suprotna. Najveći mortalitet kod obje vrste je bio na NBL poziciji, najvjerojatnije zbog veće količine obraštajnih organizama. Rezultati prirasta kod obje vrste su ukazali da nema statistički značajnih razlika kada su u pitanju SVN i NUD

pozicije i da je prirast na poziciji NBL statistički značajno manji u poređenju sa SVN i NUD pozicijom.

Kvantitativna i kvalitativna analiza gonada dagnji je pokazala da se najintenzivniji mrijest javlja u hladnijem periodu godine, dok se tokom ljetnjeg perioda kada je i temperatura vode bila visoka, javlja stadijum mirovanja. Na osnovu tih rezultata, može se zaključiti da period plasiranja dagnji na tržište treba da bude tokom jeseni, a da se izlov zabrani u vrijeme najintenzivnijeg mrijesta.

Na osnovu faunističkih istraživanja u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva je identifikovana ukupno 101 vrsta školjki. U eudominantne, dominantne i subdominantne vrste spada ukupno 16 vrsta, dok u eukonstantne i konstantne spada ukupno 40 vrsta. Najveća abundanca školjki je bila na lokalitetu IBM, 11.59 ind/m^2, a najmanja na lokalitetu Morinj, 6.08 ind/m^2. Polovina identifikovanih vrsta se mogu koristiti u ishrani, što ukazuje na izuzetan potencijal Bokokotorskog zaliva za komercijalni izlov i diverzifikaciju u sektoru marikulture. Identifikovana je i nova alohtona vrsta školjke za faunu Crne Gore i ujedno faunu Jadranskog mora, *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775) za koju se smatra da je najvjerovatnije unešena putem pomorskog saobraćaja. Kvantitativne i kvalitativne analize sličnosti lokaliteta na osnovu sastava zajednica školjki su pokazale da se lokalitet Njivice izdvaja i da ima najmanje sličnosti sa ostalim istraživanim lokalitetima. Najmanji diverzitet vrsta je nađen na lokalitetu Njivice.

Ključne riječi: *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, Marikultura, Integralna multi-trofička akvakultura, Prirodne zajednice školjki, Diverzifikacija, *Fulvia fragilis*, Bokokotorski zaliv

Naučna oblast: Ekologija

Uža naučna oblast: Ekologija mora

UDK broj:

Abstract

The aim of this study was to show if there exist any differences in growth and condition index of mussel (*Mytilus galloprovincialis* L.) as well as growth in flat oyster (*Ostrea edulis* L.) between integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) and monoculture farming. The growth rate and condition index were monitored at three different positions in Boka Kotorska Bay: close to fish cages (NBL), 100 m distance from fish cages (NUD) and at a monoculture mussel farm (SVN). Investigation also included analysis of gonad development and reproductive cycle in mussels on the same positions, as this kind of investigation has never before been conducted in Montenegro. Gonad development stadiums were analyzed, as well as oocite size and distribution trough one year cycle. One of the aim was also faunistic investigation of marine bivalves in the Boka Kotorska Bay, which was conducted on six different localities and it was based on quantitative, as well as qualitative analysis.

The most intense growth of both species was recorded in spring, expect on NBL site were most intense growth of mussels was during autumn. The least intense growth of mussels was in summer. Also during summer period, growth in oysters was less intense compared to spring period. Oysters also showed more irregular growth compare to mussels. After 13 months, all monitored mussels, at all three positions achieved commercial size. After 18 months, all monitored oysters at SVN and NUD positions achieved commercial size, while four individuals at NBL site did not achieved it. Condition index in mussels showed spatial and temporal differences. Condition index on NUD position was mostly higher compared to SVN and NBL positions, exept for the period from October to December when condition index was similar on NBL and NUD positions and statisticaly significant higher in comparation with SVN position. These results indicate on fact that mussels probably feed on the organic matters origins from fish farm during cold period on NBL and NUD site. The growth in oysters was quite similar on all positions, but on NBL and NUD positions in first three month was more intensive compare to SVN position, and in other three months it was contrary. The highest mortality rate in both species, was recorded at the NBL site, probably due to the effects of fouling organisms. Results indicate that there is no statistical differences in growth of mussels and oysters on SVN and NUD positions, and that growth in both species on NBL position was statisticaly significant lower compare to SVN and NUD positions.

Quantitative and qualitative analysis of mussels gonad indicate that ripe individuals and spawning occur during cold months, while during summer individuals are in inactive

stage, when temperature of water was also high. Obtained results indicated that period for mussels merchantability should be during autumn, and should be avoided during period of mussels spawning.

In total 101 different bivalve species in the Boka Kotorska Bay were identified. In group of eudominant, dominant and subdominant belonged 16 species, while in group of euconstant and constant belonged 40 bivalve species. The highest bivalve abundances was on IBM locality, 11.59 ind/m^2, while the smallest was in Morinj, 6.08 ind/m^2. Almost half of indentified species can be used as food in humans, what indicate excellent potential of Boka Kotorska Bay for commercial harvesting and diversification in mariculture sector. New alien species for Montenegrin bivalve fauna, as well as for Adriatic Sea fauna was found, *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775), and the maritime transport is considered as the most probably vector of its introduction. Quantitative and qualitative analysis of similarity between investigated localities indicated that locality Njivice is at least similar to the other investigated localities. The lowest species biodiversity was on locality Njivice.

Key words: *Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, Mariculture, Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA), Bivalve community, Diversification, *Fulvia fragilis*, Boka Kotorska Bay

Scientific area: Ecology
Special scientific area: Marine ecology
UDK number:

Zahvalnica

Ova doktorska disertacija je izrađena u okviru projekta Ministarstva nauke Crne Gore: "Prvi centar izvrsnosti u bio-informatici (BIO-ICT)", kao i u okviru projekta Ministarstva poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore: "Monitoring i biomonitoring kvaliteta vode za marikulturu" u periodu od 2015-2018. godine.

Ovim putem se iskreno zahvaljujem mentoru prof. dr Vladimiru Pešiću na stručnoj podršci, korisnim savjetima i sugestijama tokom izrade disertacije.

Najljepše hvala dr Milici Mandić koja je zamislila i organizovala najveći dio eksperimentalnog istraživanja, uvijek bila tu za korisne savjete tokom terenskog rada i pisanja disertacije.

Hvala članovima komisije prof. dr Dragu Mariću, prof. dr Ljiljani Tomović i prof. dr Nadi Blagojević koji su zajedno sa prof. dr Vladimirom Pešićem i dr Milicom Mandić dali ocjenu disertacije i sugestije koje su je značajno unaprijedile.

Najljepše hvala prof. dr Igoru Radusinoviću i dr Aleksandru Joksimoviću, koji su mi pružili priliku da budem dio BIO-ICT projekta i imali povjerenja u mene tokom rada na projektu i tokom rada na disertaciji. Hvala menadžmentu projekta Tatjani Knežević, Feridi Mandić i Ani Tabaš na podršci i na tome što su bile dostupne uvijek kada mi je trebala pomoć.

Hvala rukovodstvu Instituta za biologiju mora, dr Mirku Đuroviću na ukazanom povjerenju tokom moga rada na Institutu kao i tokom pisanja disertacije.

Dr Zdravku Ikici se zahvaljujem za pomoć oko statističke obrade podataka. Kolegi Vladanu Vukoviću hvala za tehničku obradu rada.

Zahvaljujem se kolegama dr Vesni Mačić kao i tehničaru Branislavu Lazareviću što su me naučili da ronim i da zavolim more ispod njegove površine. Hvala za svaku sakupljenu školjku i za ronjenje kada vremenske prilike i nisu bile idealne, a posao se morao završiti.

Iskreno se zahvaljujem koleginicama iz Laboratorije za hemiju mora i okeanografiju, Instituta za biologiju mora za analizu hemijskih parametara vode.

Hvala koleginicama iz Laboratorije za plankton i kvalitet morske vode, Instituta za biologiju mora za analizu fitoplanktona, hlorofila a i mikrobiološku analizu vode.

Veliko hvala svim kolegama i koleginicama iz Laboratorije za plankton i toksičnost školjkaša Instituta za oceanografiju i ribarstvo Split, a posebno hvala doc. dr. sc. Ivani Ujević i mr. sc. Romani Roje-Busatto koje su me uvele u oblast analitičke hemije i držale

mi treninge za rad na HPLC-u kao i treninge za obradu uzoraka biotoksina. Takođe se iskreno zahvaljujem prof. dr. sc. Meliti Peharda Uljević iz Instituta za oceanografiju i ribarstvo Split, za korisne savjete tokom izrade disertacije i za svu ustupljenu literaturu.

Hvala koleginicama iz Instituta za javno zdravlje Crne Gore, Sandri Jančić, Dijani Đurović, Ljubici Ivanović i Ivani Milašević, kao i kolegama iz Centra za ekotoksikološka istraživanja Crne Gore Oliveri Gogić, Danijeli Šuković i Vladimiru Živkoviću koji su uvijek bili tu da me nauče i olakšaju rad na HPLC-u.

Ljudi koji su mogu slobodno reći dali i najveću podršku i pomoć u mome radu su vlasnici uzgajališta COGImar, Guskić Goran i Guskić Ilija. Omogućili su mi da na uzgajalištu sprovedem eksperiment i dali mi svu slobodu da se tu ponašam i osjećam kao kod kuće. Naravno takva atmosfera ne bi bila da nije bilo Zorana, Pepija, Joca, Ilije i Toma koji su bili tu da uvijek nesebično pomognu. Veliko hvala za sve.

Neizmjernu pomoć, podršku, a što mi je najdraže i izvor prijateljstva, sam dobila od vlasnika uzgajališta na Svetoj Neđelji, Boška i Sneže Šupice kao i njihove djece Teodora, Vanje i Ane. Dragi prijatelji neizmjerno hvala, kad bih počela da nabrajam bile bi to strane i strane svega što ste učinili za mene. Vi ste mi postali kao druga porodica.

Hvala mojoj majki Branki, ocu Đorđu, sestrama Mariji i Ljiljani i prijateljima Škrampi, Ljubičici, Branku, Mariji i Marti koji su mi bili podrška i podizali me u onim momentima kada sam mislila da ću odustati.

I na kraju, hvala mom Marku koji je zajedno sa mnom prošao kroz svaki segment disertacije, počevši od pripreme eksperimenta preko terenskoga rada i pisanja teze. On je svojim vedrim duhom uljepšavao svaki dan moga rada i naučio me da za svaki problem postoji rešenje ma kakav god on bio.

Gvozdenović Slađana

Sadržaj

Rezime I
Abstract III
Zahvalnica V
Sadržaj VII
1. UVOD 1
1.1. Marikultura u Crnoj Gori 7
1.2. Integralna multi-trofička akvakultura (Integrated Multi-Trophic Aquaculture - IMTA) 9
1.3. Klasa Školjki 15
1.3.1. Dosadašnja istraživanja prirodnih populacija školjki 16
1.3.2. Dosadašnja istraživanja reproduktivnog ciklusa školjki 17
2. CILJEVI RADA 19
3. OPIS UZGOJNIH VRSTA I NAČIN UZGOJA 20
3.1. Mediteranska dagnja – *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) 20
3.2. Evropska pljosnata kamenica – *Ostrea edulis* (Linné, 1758) 23
3.3. Tehnologija uzgoja školjki 25
3.4. Uzgoj dagnji 28
3.5. Uzgoj kamenica 28
3.6. Neophodni hidrobiološki uslovi za uzgoj kamenica i dagnji 29
3.7. Orada – *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) 31
3.8. Brancin – *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758) 33
3.9. Uzgoj orade i brancina 35
3.10. Uslovi sredine za uzgoj orade i brancina 37
4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – BOKOKOTORSKI ZALIV 39
5. MATERIJAL I METODE 43
5.1. Lokaliteti 43
5.2. Fizičko-hemijski i biološki parametri vode i tkiva dagnji 44
5.3. Prirast, preživljavanje i mortalitet dagnji 46
5.4. Kondicioni indeks dagnji 47
5.5. Histološka analiza gonada dagnji 47
5.6. Prirast, preživljavanje i mortalitet kamenica 49
5.7. Istraživanje prirodnih populacija školjki 50
5.8. Statistička obrada podataka 51
6. REZULTATI 54
6.1. Fizičko-hemijski parametri vode 54
6.1.1. Temperatura 54
6.1.2. Salinitet 55
6.1.3. Providnost 56
6.1.4. Kiseonik 57
6.1.5. Nitrati 58

6.1.6. Nitriti 59
6.1.7. Fosfati 60
6.1.8. Silikati 61
6.2. Biološki parametri vode 62
6.2.1. Hlorofil a 62
6.2.2. Fitoplankton 63
6.2.3. Toksične i potencijalno toksične vrste fitoplanktona 65
6.2.4. Mikrobiologija 69
6.3. Biotoksini u tkivu dagnji 71
6.4. Prirast dagnji 74
6.5. Kondicioni indeks dagnji 83
6.6. Histološka analiza gonada dagnji 87
6.6.1. Kvalitativna histološka analiza 88
6.6.2. Kvantitativna histološka analiza 92
6.7. Prirast kamenica 93
6.8. Faunistička istraživanja školjki u Bokokotorskom zalivu 102
6.8.1. Sistematska pripadnost identifikovanih vrsta 105
6.8.2. Dominantnost i frekvencija 110
6.8.3. Gustina populacija 116
6.8.4. Indeksi diverziteta i indeksi sličnosti 118
7. DISKUSIJA 124
7.1. Integralna multi-trofička akvakultura 124
7.2. Reproduktivni ciklus dagnje u Bokokotorskom zalivu 141
7.3. Faunistička istraživanja školjki u Bokokotorskom zalivu 146
ZAKLJUČCI 155
LITERATURA 159

1. UVOD

Akvakultura je uzgoj akvatičnih organizama uključujući ribe, školjke, rakove i vodene biljke koji podrazumijeva neku vrstu intervencije sa ciljem povećanja proizvodnje, npr. dodatna ishrana, nasađivanje mlađi, zaštita od predatora (FAO, 1988). Osnovna uloga akvakulture jeste proizvodnja hrane, međutim pored te uloge postoje i druge poput: obnove staništa, povećanja populacija riba, proizvodnje mamaca u ribolovu (sitne vrste riba), obnove populacija ugroženih vrsta riba, uzgoj ukrasnih vrsta riba za akvarijume, uzgoj biljnih vrsta za upotrebu u prehrambenim, farmaceutskim, nutricionističkim i biotehnološkim proizvodima (Buha, 2015). Kako je sve veći porast stanovništva, a sve manje prirodnih resursa pretpostavlja se da će u budućnosti sektor akvakulture imati veoma važnu ulogu u ishrani čovječanstva, što se posebno odnosi na marikulturu (De Silva i Soto, 2009). Dva su glavna oblika akvakulture: slatkovodna – kopnena i morska akvakultura – marikultura. Slatkovodna akvakultura predstavlja uzgoj organizama u slatkim kopnenim vodama kao i slanim vodama koje se nalaze unutar kopna (Egipat) i alkalnim vodama koje se nalaze unutar kopna (Kina). Marikultura je uzgoj organizama u slanoj ili braktičnoj vodi u obalnom području ili na otvorenom moru (FAO, 1990).

Tradicionalni ulov akvatičnih organizama iz prirodnih populacija ima trend smanjenja usled dugogodišnjeg nekontrolisanog izlova. Prema (FAO, 2012), 33% vrsta vodenih organizama je dostiglo graničnu vrijednost dozvoljene eksploatacije, a veliki je problem i izlov juvenilnih jedinki prije dostizanja polne zrelosti, što se negativno odražava na obnavljanje prirodnih populacija. Sve ovo je uticalo i utiče, na širenje sektora akvakulture. Buha (2015) ukazuje na pozitivne strane akvakulture, kao što je činjenica da uzgojena riba ne sadrži kontaminante (npr. živa i drugi teški metali) jer se hrani prerađenom hranom u kojoj se kontroliše nivo toksina, kao i to da se uzgojem školjki može poboljšati kvalitet vode usled njihovog filtracionog načina ishrane. Naravno, postoje i negativni efekti koji se ogledaju kroz: prenošenje bolesti i parazita, upotrebu hrane na bazi ribljeg ulja i brašna, upotrebu raznih hemijskih sredstava, bijega ribe i miješanja genetičkog fonda i naravno "otpad" – nepojedena hrana i produkti metabolizma riba koji mogu imati negativne posledice po ekosistem (Buha, 2015).

Akvakultura je danas jedan od najbrže rastućih sektora u svijetu. Na globalnom nivou je tokom 2014. godine proizvodnja u akvakulturi iznosila čak 73.8 miliona tona, procijenjene

vrijednosti od oko 160.2 milijardi dolara. Ovdje spadaju proizvodnja: ribe sa 49.8 miliona tona, mekušaca sa 16.1 miliona tona, rakova sa 6.9 miliona tona i 893 568 tona drugih vodenih organizama (Tabela 1.1) (FAO, 2016). Na svjetskom nivou je proizvodnja iz oblasti kopnene akvakulture skoro duplo veća u poređenju sa proizvodnjom iz marikulture, i u gotovo svim regionima svijeta najviše se konzumiraju proizvodi kopnene akvakulture, a Azija je vodeći kontinent u tom pogledu sa proizvodnjom od skoro 44 miliona tona u 2014. godini. Azija je takođe lider i na polju marikulture sa proizvodnom od gotovo 22 miliona tona u 2014. godini (Tabela 1.1). Aziji pripada 88.9% proizvodnje u oblasti akvakulture, potom dolazi Amerika sa 4.54%, onda Afrika sa 2.32% i na kraju Evropa i Australija sa po 3.97%, odnosno 0.26% svjetske poizvodnje (Tabela 1.1) (FAO, 2016).

U tabeli 1.2. je predstavljeno 25 svjetskih lidera u sektoru akvakulture i njihove glavne uzgojne vrste. Vodeća zemlja je Kina, a posle nje su Indija i Indonezija. Od Evropskih zemalja u top 25 spadaju Norveška, Španija, Turska i Francuska. Ovih 25 lidera imaju preko 90% udjela u sektoru akvakulture na svjetskom nivou.

Tabela 1.1. Proizvodnja u sektoru kopnene i morske akvakulture za 2014. godinu (iz FAO, 2016)

Oblast	Grupe	Kopnena akvakultura (*t*)	Morska akvakultura (*t*)	Ukupno (*t*)
Afrika	Riba	1 682 039	12 814	1 694 853
	Mekušci	/	3 708	3 708
	Rakovi	7 240	5 108	12 348
	Ostali organizmi	/	1	1
	Ukupno Afrika	*1 689 279*	*21 631*	*1 710 910*
Amerika	Riba	1 076 073	1 018 460	2 094 533
	Mekušci	/	539 989	539 989
	Rakovi	63 915	652 610	716 525
	Ostali organizmi	567	/	567
	Ukupno Amerika	*1 140 555*	*2 211 059*	*3 351 614*
Azija	Riba	40 319 666	3 388 124	43 707 790
	Mekušci	277 744	14 545 398	14 823 142
	Rakovi	2 673 159	3 507 019	6 180 178
	Ostali organizmi	520 244	370 538	890 782
	Ukupno Azija	*43 790 813*	*21 811 079*	*65 601 892*
Evropa	Riba	477 051	1 820 109	2 297 160
	Mekušci	/	631 789	631 789
	Rakovi	74	241	315
	Ostali organizmi	39	824	863
	Ukupno Evropa	*477 164*	*2 452 963*	*2 930 127*
Okeanija	Riba	4 432	63 124	67 556
	Mekušci	149	114 566	114 715
	Rakovi	/	5 558	5 558
	Ostali organizmi	/	1 354	1 354
	Ukupno Okeanija	*4 581*	*184 602*	*189 183*
Svijet	Riba	43 559 260	6 302 631	49 861 891
	Mekušci	277 744	15 835 450	16 113 194
	Rakovi	2 744 537	4 170 536	6 915 073
	Ostali organizmi	520 850	372 718	893 568
	Ukupno Svijet	***47 102 391***	***26 681 334***	***73 783 725***

Tabela 1.2. Top 25 svjetskih lidera u sektoru akvakulture i vrste koje uzgajaju za 2014. godinu (iz FAO, 2016)

* - podaci nedostupni ili je produkcija zanemarljiva (vrijednosti su u hiljadama tona)

Lideri	Riba		Mekušci	Rakovi	Ostale akvatične životinje	Ukupno akvatične životinje	Akvatične biljke	Ukupno
	Kopnena akvakultura	Morska akvakultura						
Kina	26 029.7	1 189.7	13 418.7	3 993.5	839.5	45 469	13 326.3	58 795.3
Indonezija	2 857.6	782.3	44.4	613.9	0.1	4 253.9	10 077	14 330.9
Indija	4 391.1	90	14.2	385.7	*	4 881	3	4 884
Vijetnam	2 478.5	208.5	198.9	506.2	4.9	3 397.1	14.3	3 411.4
Filipini	299.3	373	41.1	74.6	*	788	1 549.6	2 337.6
Bangladeš	1 733.1	93.7	*	130.2	*	1 956.9	*	1 956.9
Južna Koreja	17.2	83.4	359.3	4.5	15.9	480.4	1 087	1 567.4
Norveška	0.1	1 330.4	2	*	*	1 332.5	*	1 332.5
Čile	68.7	899.4	246.4	*	*	1 214.5	12.8	1 227.4
Egipat	1 129.9	*	*	7.2	*	1 137.1	*	1 137.1
Japan	33.8	238.7	376.8	1.6	6.1	657	363.4	1 020.4
Mianmar	901.9	1.8	*	42.8	15.6	962.2	2.1	964.3
Tajland	401	19.6	209.6	300.4	4.1	934.8	*	934.8
Brazil	474.3	*	22.1	65.1	0.3	561.8	0.7	562.5
Malezija	106.3	64.3	42.6	61.9	0.6	275.7	245.3	521
Sjeverna Koreja	3.8	0.1	60.2	*	0.1	64.2	444.3	508.5
SAD	178.3	21.2	160.5	65.9	*	425.9	*	425.9
Ekvador	28.2	0	*	340	*	368.2	*	368.2
Tajvan	117.3	97.8	99	21.9	3.6	339.6	1	340.6
Iran	297.5	0.1	*	22.5	*	320.2	*	320.2
Nigerija	313.2	*	*	*	*	313.2	*	313.2
Španija	15.5	44	222.5	0.2	0	282.2	0	282.2
Turska	108.2	126.1	*	*	0.1	234.3	*	234.3
Velika Britanija	13.5	167.3	23.8	*	*	204.6	*	204.6
Francuska	43.5	6	154.5	0	*	204	0.3	204.3
Top 25 subtotal	***42 041.2***	***5 837.5***	***15 696.7***	***6 638.3***	***890.9***	***71 058.2***	***27 127.2***	***98 185.4***
Svijet	***43 559.3***	***6 302.6***	***16 113.2***	***6 915.1***	***893.6***	***73 783.7***	***27 307***	***101 090.7***
Procenat (%) top 25	***96.5***	***92.6***	***97.4***	***96***	***99.7***	***96.3***	***99.3***	***97.1***

Norveška je evropski lider u oblasti akvakulture. Ova zemlja ima udio od čak 82% od ukupne proizvodnje i to najviše u hladnovodnoj marikulturi. U Evropi se generalno najveći dio proizvodnje odvija u sektoru hladnovodne marikulture, udio od 71.5%, zatim slijedi sektor slatkovodne akvakulture sa udjelom od 15.7% i na kraju mediteranska marikultura sa udjelom od 12.8%. Dominantne uzgojne vrste u hladnovodnoj marikulturi su atlanski losos (*Salmo salar*) i kalifornijska pastrmka (*Oncorhynchus mykiss*). U 2014. godini je u hladnovodnoj marikulturi ostvarena proizvodnja od 1.674.743 tona. U slatkovodnoj akvakulturi je tokom 2014. godine ostvarena proizvodnja od 366.377 tona. Dominantne zemlje u oblasti slatkovodne akvakulture su Turska, Italija i Francuska, dok su glavne uzgojne vrste pastrmka i šaran (FEAP, 2015 – cit. iz Buha, 2015).

Rapidna ekspanzija marikulture u Sredozemlju je počela sredinom 1980. godine, primarno u Španiji i Grčkoj. Četiri vrste su počele da se uzgajaju, a iste vrste i danas predstavljaju glavne uzgojne vrste Sredozemlja: orada *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758), brancin *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus 1858), mediteranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) i evropska pljosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linné, 1758). Dominantne mediteranske zemlje u domenu marikulture su Grčka, Turska i Španija. Ove tri zemlje obezbjeđuju 88% ukupne proizvodnje u sektoru marikulture u Sredozemlju. U 2014. godini je u mediteranskoj marikulturi ostvarena proizvodnja od 298.261 tona (FEAP, 2015 – cit. Buha, 2015).

Obzirom na nedovoljno razvijenu marikulturu u Sredozemlju, UNDP (United Nation Development Programme) je u saradnji sa FAO (Food and Agriculture Organization) i UNEP (United Nation Enviromental Programme) oformio komisiju za ocjenu mogućnosti uzgoja školjki i riba u svim sredozemnim zemljama, kao i za ocjenu organizovanosti stručnih i društvenih subjekata i davanje preporuka za razvoj marikulture. Komisija je u svom izvještaju posebno istakla bivšu Jugoslaviju kao jednu od zemalja koja posjeduje vrlo značajne kapacitete za razvoj marikulture, kako prirodne, tako i naučne, stručne i društvene (Mandić i Huter, 2014).

Prema Mandić i Huter (2014) podjela akvakulture se može izvršiti na više načina i to prema vrsti uzgajanih orgnizama, mjestu uzgoja i intezitetu.

Podjela akvakulture prema vrsti uzgajanih organizama (Mandić i Huter, 2014):

- ✓ Piscikultura – uzgoj komercijalno važnih vrsta riba (brancin, orada, tuna, gof, losos, pastrmka, jegulja, jesetra);
- ✓ Krustacikultura – uzgoj rakova;
- ✓ Ostreikultura – uzgoj kamenica;
- ✓ Mitilikultura – uzgoj dagnji;
- ✓ Algokultura – uzgoj algi.

Podjela akvakulture prema mjestu uzgoja (Mandić i Huter, 2014):

- ✓ Kopnena akvakultura (slatkovodna) koja podrazumjeva izgradnju ribnjaka, protočnih kanala, silosa ili bazena;
- ✓ Morska akvakultura (marikultura) pri čemu je za uzgoj potrebna izgradnja kaveza, mrežnih pregrada ili drugih struktura – u zavisnosti od uzgajane vrste.

Podjela akvakulture prema intenzitetu uzgoja (Mandić i Huter, 2014):

- ✓ ekstenzivan;
- ✓ poluintenzivan;
- ✓ intenzivan.

Prema Buha (2015) podjela marikulture se takođe može izvršiti zavisno od mjesta uzgoja, tačnije geografskog regiona:

- ✓ Hladnovodna marikultura, marikultura u zemljama sjeverne i sjeverozapadne Evrope;
- ✓ Mediteranska marikultura, marikultura u Mediteranskim zemljama.

1.1. Marikultura u Crnoj Gori

Inicijalni koraci u sektoru marikulture u Crnoj Gori su započeti šezdesetih godina prošlog vijeka i bili su zasnovani na uzgoju mediteranske dagnje i evropske pljosnate kamenice. Prva uzgajališta školjki su bili stacionarni parkovi, koji su osamdesetih godina zamjenjeni plutajućim parkovima koji se i danas koriste u uzgoju. Komercijalni uzgoj evropske pljosnate kamenice je započeo tek 2009. godine, dok se uzoj mediteranske dagnje odvija zadnjih 30 godina. Danas je marikultura u Crnoj Gori zasnovana na uzgoju brancina, orade, mediteranske dagnje i evropske pljosnate kamenice (Mandić M. i sar., 2016).

Iako se počeo razvijati prije oko trideset godina, sektor marikulture u Crnoj Gori je tek u inicijalnoj fazi. Tokom 2014. godine je proizvodnja brancina u Crnoj Gori iznosila 45 t, orade 38 t, dagnji 178 t (MONSTAT, 2014), dok je po podacima Monstata za 2016. godinu (MONSTAT, 2016) godišnja proizvodnja brancina bila 79 t, orade 59 t i dagnji 179 t. Uzgoj dagnji se odvija na preko 20 uzgajališta koja se nalaze u kotorskom, risanskom i tivatskom dijelu zaliva, dok se na dva uzgajališta u kotorskom dijelu zaliva vrši i uzgoj orade i brancina. Takođe treba imati u vidu činjenicu da je sektor marikulture koncentrisan samo na Bokokotorski zaliv.

Danas postoje interesovanja za proširenje ovog sektora na otvorene vode crnogorskog primorja i to ne samo kada je uzgoj orade i brancina u pitanju već i drugih vrsta poput tune, jesetri i pastrmki (Kljajić i sar., 2014; Bugrov i sar., 2015). Diverzifikacija proizvodnje u ovom sektoru, odnosno uvođenje novih vrsta u uzgoj, bi doprinijela u prvom redu ekonomskom razvoju zemlje. Poznato je da uzgoj ribe ima i negativnih posledica koje se primarno ogledaju u negativnom uticaju na životnu sredinu kroz: unos dodatne količine hrane, izmjene ekosistema dna ispod uzgajališta, hipernutrifikaciju, unos parazita i širenje bolesti, unošenje invazivnih vrsta (Mandić M. i sar., 2016). Međutim, održivo upravljanje, redovan monitoring, kontrola gustine uzgojnih organizama, kontrola unosa količine hrane, otvaranje uzgajališta na otvorenom dijelu mora, implementacija integralnog multi-trofičkog uzgoja mogu ove uticaje smanjiti i činiti ovaj sektor održivim (Mandić M. i sar., 2016). Integralni multi-trofički uzgoj ne samo u marikulturi već i u kopnenoj akvakulturi se danas širom svijeta implementira kao vrlo efikasan i održiv način uzgoja. Primjeri su brojni, a kao neki se mogu navesti uzgoj lososa i mediteranske dagnje u integralnom sistemu u Kanadi (Chopin i

Robinson, 2006), kao i uzgoj puževa, riba i algi u kopnenoj akvakulturi u Izraelu (Neori i sar., 2004).

Problemi i prijetnje sektoru marikulture u Crnoj Gori su brojni: nepostojanje novih zona za otvaranje uzgajališta, posebno kada je otvoreno more u pitanju, problem sa obraštajnim organizmima, predatorstvo od strane raznih ribljih vrsta, neregistrovana uzgajališta, nepostojanje organizovanih prodajnih mjesta, nedostatak centra za purifikaciju školjki, kanalizacioni ispusti koji dovode do povećanih vrijednosti bakterija u tkivima školjki kao i do cvjetanja toksičnih fitoplanktonskih vrsta koje mogu da utiču na pojavu biotoksina u tkivima školjki (Mandić i sar., 2014; Mandić M. i sar., 2016).

Potencijalna mjesta za uzgoj na otvorenom dijelu crnogorske obale su data od strane Mandić i sar. (2014) (Slika 1.1.1). Naravno, da bi se ova mjesta definitivno izabrala kao lokacije za uzgoj potrebno je odraditi detaljna istraživanja vode, sedimenta i biote na tim lokacijama.

Slika 1.1.1. Potencijalna mjesta za uzgoj na otvorenom dijelu crnogorske obale (1. Rose; 2. Dobreč; 3. Mirište; 4. Vučja vala; 5. Zlatna luka; 6. Dobra luka; 7. Drobni pijesak; 8. Crni rt; 9. Valdanos; 10. Delta rijeke Bojane) (žuto - uzgajališta ribe; crveno - uzgajališta školjki; zeleno– uzgajalište tune) (iz Mandić i sar., 2014)

1.2. Integralna multi-trofička akvakultura (Integrated Multi-Trophic Aquaculture - IMTA)

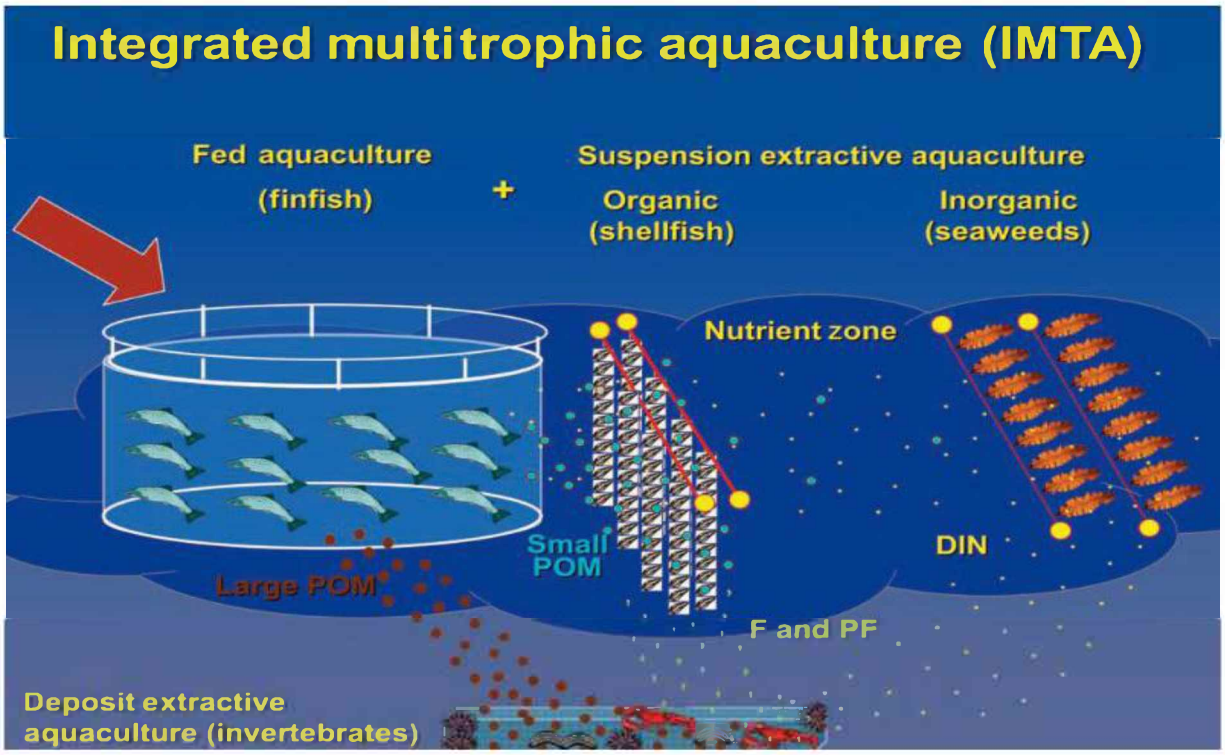
Marikultura je vrlo važan sektor proizvodnje ribe, rakova, mekušaca i vodenih makrofita sa velikim potencijalom da zamjeni redukovane potencijale prirodnih izvora (FAO, 2010). Danas su sve češće u upotrebi termini integralna i multi-trofička marikultura/akvakultura (Chopin i Robinson, 2004). Integralna multi-trofička akvakultura (IMTA) predstavlja oblik akvakulture gdje se nepojedena riblja hrana i produkti metabolizma riba, koji inače predstavljaju opterećenje za vodeni medijum, mogu iskoristiti kao hrana u drugom nižem trofičkom nivou i samim tim dovesti do povećanja produktivnosti, a pri tom je u potpunosti pod kontrolom uzgajivača (FAO, 2009; Troell i sar., 2009; Chávez-Crooker i Obreque-Contreras, 2010). Ova definicija je prvi put data od strane Edwards i sar. (1988). Kako je po FAO (2004) glavni cilj u akvakulturi smanjenje negativnog uticaja uzgoja na životnu sredinu, IMTA sistem predstavlja jedno od rešenja za taj problem, pri čemu obezbjeđuje duplu korist, smanjenje negativnog uticaja na životnu sredinu i povećanje produkcije cijelog sistema (Sarà i sar., 2009; 2012; Redmond i sar., 2010; MacDonald i sar., 2011; Župan, 2012; Holdt i Edwards, 2014; Al-Hafedh i sar., 2014; Ratcliff i sar., 2015). Integralni multi-trofički sistemi uzgoja različitih grupa organizama su poznati širom svijeta (FAO, 2009; Abreu i sar., 2009; Navarrete-Mier i sar., 2010; Reid i sar., 2010; Hughes i Kelly, 2011; Handå i sar., 2012; Lander i sar., 2012; Irisarri i sar., 2015).

Poznato je da se u uzgoju riba unosi dodatna hrana u vodeni medijum, što za rezultat ima pojavu velike količine organske materije (nepojedena riblja hrana i proizvodi metabolizma riba) od kojih jedan dio pada na dno kao detritus, a ostatak ostaje suspendovan u vodenom stubu (Mazzola i Sarà, 2001). Organske materije koje potiču od ostataka nepojedene hrane i produkata metabolizma mogu biti iskorišćene od strane školjki kao dodatni izvor hrane, što je i dokazano u pojedinim studijama (Chopin i sar., 2008; Sara i sar., 2009; Handå i sar., 2012; Jiang i sar., 2013a; Dong i sar., 2013). Neorganske materije poput azota i fosfora mogu biti iskorišćene od strane algi i time doprinijeti njihovoj boljoj produkciji (Corey i sar., 2012; 2014; Kim i sar., 2013; 2014; 2015).

Poslednjih godina je razvijen niz inovacija koje smanjuju negativan uticaj akvakulture na ekosistem kao što su: bolja formulacija hrane, stalni nadzori, unaprijeđeni režim hranjenja, promjena lokacija za kavezni uzgoj riba, smanjenje gustine nasada mlađi u kavezima, liječenje

bolesti (Cheshuk i sar., 2003; Neori i sar., 2004). Pored svega navedenog IMTA sistem može biti i jedno od najboljih rešenja, koje pored smanjenja negativnog uticaja na vodeni ekosistem, podrazumjeva i diverzifikaciju odnosno uvođenje novih vrsta u uzgoj (Troell i sar., 2003).

Varijacije, odnosno "kombinacije" uzgajanih organizama u IMTA sistemu mogu biti brojne. Interesantan je primjer integralnog uzgoja u slatkovodnim ribnjacima gdje se ekstenzivno ili poluintenzivno uzgajaju herbivorne i karnivorne vrste riba i vodenih rakova sa patkama i guskama. Ovakav sistem je imitacija prirodnog sistema u kojem se živina hrani algama i sitnom ribom, a svojim izmetom vrši prirodno đubrenje azotom koji dalje podstiče rast algi i vodenog bilja. Herbivorne vrste riba i rakovi se hrane vodenim biljem, a predatorske ribe se hrane herbivornim ribama. Na kraju uzgajivač ima duplu korist i iskorišćava i živinu i ribu (Neori i sar., 2004 – cit. Župan i sar., 2012). Na slici 1.2.1 je predstavljen sistem integralne multi-trofičke akvakulture po Chopin (2011).



Slika 1.2.1. Šematski prikaz Integralne multi-trofičke akvakulture (Chopin, 2011)

Korijeni integralne multi-trofičke akvakulture sežu još u doba prije nove ere. U periodu od 2200 – 2100. godine prije nove ere u dokumentu "*You Hou Bin*" stoje zapisi o integralnom uzgoju ribe i akvatičnih biljaka u Kini. U Kini je od 1975 – 1780. godine prije

nove ere započeo integralni uzgoj ribe i riže koji se i danas sprovodi u pojedinim djelovima Kine. U ovakvom uzgoju, polja riže služe kao stalan izvor hrane i mrijestilište ribama, dok ribe i ostali organizmi potpomažu razmjenu nutrijenata (Chopin, 2013). U periodu od 1550 – 1070. godine prije nove ere postoje zapisi o integralnom uzgoju riba tilapija (familija Cichlidae) u Egiptu. Posle nove ere u periodu od 889 – 904. godine objavljena je knjiga "*The Curious of Lingbiao Region in China*" gdje se objašnjava teorija uzgoja bijelog amura (Cyprinidae) u poljima riže (Chopin, 2013).

Sedamdesete godine 20-og vijeka predstavljaju godine kada su se počela sprovoditi konkretna istraživanja vezana za integralni multi-trofički uzgoj. Tako Ryther i sar. (1975) započinju istraživanja sa ciljem ispitivanja potencijala za smanjenje štetnog uticaja intenzivne marikulture. Harlin i sar. (1979), McDonald (1987) i Neori (1991) pišu o upotrebi morskih algi kao biofiltera u integralnom uzgoju sa ribom. Mogućnosti i prednosti integralnog uzgoja kamenica sa ribom su dali Shpigel i Blaylock (1991), dok su Shpigel i sar. (1993) predstavili model "čišćenja životne sredine" u integralnom uzgoju ribe, školjki i morskih algi. Buschmann i sar. (1994) su istraživali sistem uzgoja crvene alge iz roda *Gracilaria* u tankovima zajedno sa salmonidnim ribama uz praćenje gustine, ugradnje CO_2 i produkcije agra kod ove alge.

Stirling i Okumuş (1995) su pratili rast plave dagnje (*Mytilus edulis*) u integralnom uzgoju sa lososom (*Salmo salar*). Dobijeni rezultati su ukazali da dagnje imaju bolju stopu rasta i da tokom zime smanjuju količinu potrošenih rezervi, u odnosu na dagnje uzgajane u monokulturi. Sandifer i Hopkins (1996) ukazuju na razvoj integralnog sistema uzgoja kozica, herbivornih cipola i kamenica, gdje cipoli i kamenice filtriraju otpadne vode kozica i na taj način vrše biofiltraciju.

Lefebvre i sar. (2000) su pratili mogućnost uzgoja brancina (*D. labrax*) i pacifičke kamenice (*M. giggas*) i došli do zaključka da se kamenice hrane organskim materijama koje potiču od uzgajališta brancina i da je to jedna od mogućnosti iskorišćavanja viška organske materije iz vodenog medijuma.

Borges i sar. (2005) su u Portugalu razvili sistem IMTA koji je uključivao dvije vrste riba, rumbača (*Scophthalmus maximus*) i brancina (*D. labrax*), školjku evropsku kućicu (*Ruditapes decussatus*) i tri vrste mikroalgi (*Isochrysis galbana*, *Tetraselmis suecica* i

Phaeodactylum tricornutum). Autori su zaključili da uzgajane alge imaju dobar prirast i da uklanjaju višak azota iz vodenog medijuma.

Carmona i sar. (2006) ukazuju na značaj integralnog uzgoja riba i algi. Vrsta crvene alge iz roda *Porphyra* se pokazala kao savršen biofilter u uklanjanju azota iz vodenog medijuma obogaćenog nutrijentima, a samim tim je prirast i prinos ove alge bio bolji.

Integralni uzgoj orade (*S. aurata*) i brancina (*D. labrax*) sa mediteranskom dagnjom (*M. galloprovincialis*) je pokazao jednak period za postizanje tržišne veličine dagnje kao kod uzgoja u monokulturi kao i povećane vrijednosti kondicionog indeksa dagnji uzgajanih u IMTA sistemu u poređenju sa uzgojem u monokulturi (Peharda i sar., 2007). Dobijeni rezultati podržavaju hipotezu da je produkcija školjki povećana u sistemu integralnog uzgoja.

Abreu i sar. (2009) su ukazali na bolji prirast crvene alge *Gracilaria chilensis* uzgajane pored kaveza sa ribom. Autori su dokazali da *G. chilensis* uzgajana na površini od 100 ha efikasno (100 %) redukuje azot koji nastaje pri uzgoju od 1500 tona ribe.

Sarà i sar. (2009) su pokazali da su u sistemu integralnog uzgoja mediteranske dagnje (*M. galloprovincialis*), orade (*S.aurata*) i brancina (*D.labrax*), dagnje dostigle veću ukupnu dužinu, težinu i biomasu u odnosu na dagnje uzgajane dalje od kaveza sa ribom.

Reid i sar. (2010) su u svom radu dobili rezultate koji podržavaju koncept uzgoja plave dagnje (*M. edulis*) u blizini uzgajališta sa lososom (*S. salar*) i njihove mogućnosti da apsorbuju organske materije koje potiču od uzgoja ribe, međutim autori ukazuju da proizvoljno postavljanje dagnji bilo gdje pored uzgajališta neće uvijek obezbijediti usvajanje organskih materija od strane dagnji.

MacDonald i sar. (2011) su dobili gotovo iste zaključke u svojim istraživanjima integralnog uzgoja plave dagnje (*M. edulis*) i atlanskog lososa (*S. salar*) – plava dagnja ima kapacitet absorpcije organskih čestica koje potiču iz uzgoja i takođe doprinosi svojoj komercijalnoj važnosti.

Sarà i sar. (2012) su na osnovu metode dinamičkog modeliranja energijom uporedili rast pacifičke kamenice i mediteranske dagnje u blizini uzgajališta ribe i na otvorenom moru. Rezultati su pokazali da su obje vrste imale bržu stopu rasta u blizini uzgajališta u poređenju sa otvorenim morem tokom četiri godine.

Lander i sar. (2012) su ukazali na bolju stopu rasta plave dagnje (*M. edulis*) u blizini kaveza sa atlanskim lososom (*S. salar*) u poređenju sa dagnjama koje su uzgajane na 500 m udaljenosti od kaveza.

Handå i sar. (2012) ukazuju da dolazi do porasta sadržaja mekog tkiva plave dagnje (*M. edulis*) kada se uzgaja u blizini kaveza sa ribom u odnosu na dagnje uzgajane dalje od kaveza, posebno tokom jeseni i zime kada je dostupnost hrane niža.

Suprotno od svih pozitivnih primjera Irisarri i sar. (2015) nisu našli nikakve razlike u uzgoju mediteranske dagnje (*M. galloprovincialis*) u blizini kaveza sa ribom i u monokulturi. Takođe ni Cheshuk i sar. (2003) kao ni Navarrete-Mier i sar. (2010) nisu našli gotovo nikakave razlike u prirastu školjki uzgajanih u blizini kaveza i na pozicijama udaljenim od kaveza sa ribom.

Irisarri i sar. (2014) nisu našli razlike u sastavu hrane kod plave dagnje (*M. edulis*) uzgajane u blizini uzgajališta sa lososom i u monokulturi, međutim našli su značajne razlike u kondicionom indeksu, dagnje uzgajane u IMTA sistemu su imale statistički značajno veći kondicioni indeks u poređenju sa dagnjama iz monokulture.

Potencijal nojeve barke (*Arca noae*) za uzgoj je praćen od strane Župan i sar. (2014). Zaključeno je da je ova vrsta izuzetno osjetljiva za uzgoj i ukazano je na povećan kondicioni indeks jedinki uzgajanih u blizini uzgajališta riba u poređenju sa jedinkama iz prirodnih populacija.

Holdt i Edwards (2014) ukazuju na činjenicu da su dagnje mnogo bolji i efikasniji biofilteri u poređenju sa morskim algama.

Viji i sar. (2014) su pokazali da kamenice (*Crassostrea madrasensis*) utiču na smanjenje stepena eutrofikacije u integralnom "riba-ostriga" sistemu uzgoja u Indiji.

Župan i sar. (2016) ukazuju da mediteranska dagnja uzgajana u IMTA sistemu i na pozicijama na kojima nema uticaja uzgoja riba imaju dovoljno hrane za rast, i da vrijednosti kondicionog indeksa i stabilnih izotopa ipak pokazuju da su najbolji lokaliteti za uzgoj tradicionalna mjesta u blizini rijeka.

Handå i sar. (2016) ukazuju da u Norveškim vodama alga *Saccharina latissima* raste brže kada se uzgaja pored uzgajališta sa lososom.

Rezultati koje je dobio Stedt (2018) ukazuju na to da dagnje i morske alge imaju kapacitet u čišćenju vode od azota i samim tim dovode do smanjenja stepena eutrofikacije, što ujedno doprinosi i povećanju biomase cijelog sistema.

Obzirom na činjenicu da se sektor marikulture rapidno razvijao od pedesetih godina 20-og vijeka, a da se sve više uviđao negativni uticaj intenzivnog uzgoja na životnu sredinu (Barrington i sar., 2009) razvoj IMTA je bio logičan korak u sektoru akvakulture. Integralna akvakutura na predkomercijalnom i komercijalnom nivou je danas razvijena u Kanadi, Čileu, Irskoj, Južnoj Africi, Velikoj Britaniji i SAD-u (Barrington i sar., 2009), dok su se u zemljama Sredozemlja uglavnom sprovodila razna eksperimentalna istraživanja na ovu temu koja su pokazala pozitivan potencijal Sredozemnog mora za ovakav tip uzgoja. Sredozemno more je oligotrofno područje, sa izuzetkom manjih zalivskih oblasti, pa samim tim ima nisku primarnu proizvodnju. Prema Župan i sar. (2012) niska primarna proizvodnja je jedan od glavnih razloga zaostatka razvoja IMTA sistema u Sredozemnom moru u odnosu na druga svjetska područja. Takođe, u cijeloj Evropi do danas nije došlo do razvoja IMTA na predkomercijalnom ili komercijalnom nivou. U Evropi ne postoje zakonski akti koji obavezuju uzgajivače na IMTA sistem uzgoja, osim u Danskoj gdje je zakonom regulisano da uzgajivači moraju redukovati negativan uticaj uzgajališta riba, što predstavlja jedan mali iniciajlni korak ka mogućem razvoju IMTA sistema uzgoja (Holdt i Edwards, 2014). Prema Kleitou i sar. (2018) nedostatak zakonskih akata i opšteg znanja su jedne od glavnih prepreka ka razvoju IMTA sistema uzgoja u Evropi, dok je u Aziji ovakav način uzgoja postao uobičajen (Hughes i Black, 2016).

1.3. Klasa Školjki

Školjke – Bivalvia pripadaju tipu mekušaca i druga su klasa po brojnosti recentnih vrsta. U toku evolucije se prvi put javljaju u kambrijumu. Školjke naseljavaju gotovo sve tipove vodenih ekosistema i većina predstavnika ima sedentaran način života. Glavna karakteristika školjki je ljuštura koja ima dva kapka koji su povezani aduktorima i sistemom brave koja se nalazi u predjelu umba. Na osnovu ljušture koju čine dva kapka klasa školjki je i dobila latinsko ime – Bivalvia. Ljušturu čine tri sloja: periostrakum, oostrakum i hipostrakum (Habdija i sar., 2011). Unutar ljušture je tijelo koje čini stopalo i viscelarna masa obavijena plaštom. Stopalo je sjekirastog oblika i ima ulogu u kretanju. Zbog mikrofagnog načina ishrane kod školjki je tokom evolucije došlo do redukcije glavenog regiona, pa se klasa često naziva i Acephala. Za školjke je karakterističan filtrirajući način ishrane zbog čega moraju da profiltriraju velike količine vode da bi zadovoljile potrebe za hranom. Hrane se planktonom, organskim česticama i detritusom (Davenport i sar., 2000; Prato i sar., 2010). Respiratorni sistem čine škrge i sistem dovodnih i odvodnih krvnih sudova. Kod nekih predstvnika škrge pored respiratorne uloge imaju i ulogu u uzimanju hrane. Krvni sistem je građen od srca (dvije pretkomore i jedna komora) koje je smješteno u perikardu i od arterija, lakuna i sinusa. Ekskretornu i osmoregulacionu funkciju imaju metanefridije – Bojanusovi organi. Nervni sistem čine: cerebropleuralne, pedalne, visceralne i parijetalne ganglije. Čulni organi su smješteni uglavnom po obodu plašta, a takođe ih ima u stopalu, osnovi škrga i u ustima (Habdija i sar., 2011). Školjke su odvojenih polova, oplođenje je spoljašnje. Brazdanjem oplođenih jaja se formira larva trohofora koja potom, kod morskih predstavnika, metamorfozira u larvu veliger iz koje se posle planktonskog načina života razvija mlada jedinka. Školjke su veoma plodne, što je rezultat njihove slabe pokretljivosti i sesilnosti.

Većina vrsta živi zakopana u mulj ili pijesak i uvijek su u dodiru sa vodom na taj način što zadnji dio ljušture sa ulaznim i izlaznim sifonom postavljaju koso prema gore. Neke vrste su trajno sesilne (Spondylidae i Ostreidae) i za podlogu su pričvršćene jednom ljušturom. Vrste kao što su brodski crv i prstac imaju sposobnost bušenja čvrstih podloga što im pruža dodatnu zaštitu. Predstavnici familije Cardiidae imaju sposobnost kretanja zahvaljujući mišićnom stopalu, dok predstavnici familije Pectinidae imaju mogućnost plivanja rasklapanjem ljuštura. Vrste roda *Mytilus* imaju sposobnost lučenja bisusnih niti koje im služe da se pričvsrte za podlogu i da, sa obzirom da naseljavaju zonu plime i osjeke, ne budu

strgnute usled mehaničkog dejstva talasa. Predstavnici familije Solennidae se mogu ukopavati u mulj i pijesak i do dubine od 50 cm (Milišić, 2007).

Školjke su izuzetno značajna komponenta morskih ekosistema. Prepoznate su kao dobri indikatori stanja morskih ekosistema s obzirom na činjenicu da imaju brz odgovor – reakciju na sve promjene koje se dešavaju u moru (Riedel i sar., 2008). Brojne vrste se koriste u raznim biomonitoring studijama za procjenu kvaliteta morskih ekosistema (Nerlović i sar., 2011; Luna-Acosta i sar., 2015). Pored toga predstavljaju i ekonomski značajnu grupu morskih životinja. Među mekušcima spadaju u ekonomski najvažniju grupu, obzirom da se većina vrsta može koristiti u ishrani.

1.3.1. Dosadašnja istraživanja prirodnih populacija školjki

Vrlo malo se se zna o distribuciji školjki i sastavu njihovih zajednica na istočnom Jadranu (Peharda i sar., 2010). Istraživanja se uglavnom zasnivaju na pregledima i listama prisutnih vrsta bez detaljnijih studija. Peharda (2000) u svojoj magistarskoj tezi obrađuje školjke Malog jezera ostrva Mljet, dok u doktorskoj disertaciji Peharda (2003) obrađuje rasprostranjenost i sastav prirodnih populacija školjki u Malostonskom zalivu. Zavodnik i sar. (2005) opisuju različite biocenoze bentosnih organizama, uključujući i školjke, ostrva Prvić, Sveti Grgur i Goli. Hrs-Brenko i Legac (2006) daju pregled sesilnih vrsta školjki na istočnoj obali Jadrana, dok Zavodnik i sar. (2006) daju pregled morske faune ostrva Pag uključujući i školjke. Faunu morskih školjki Nacionalnog parka "Mljet" daje Šiletić (2006) sa osvrtom na svu prethodnu literaturu. Nerlović i sar. (2007; 2012) opisuju zajednice školjki sjevernog Jadrana, dok Nerlović i sar. (2011) opisuju zajednice školjki kao indikatore stresa u sjevernom Jadranu. U Hrvatskoj su intenzivna istraživanja bila posvećena prirastu i mortalitetu mediteranske dagnje i pljosnate kamenice (Marinković-Roje, 1968; Marguš i Teskeredžić, 1983; 1986; Marguš i sar., 1990; Šimunović, 1981; Jasprica i sar., 1997; Peharda i sar., 2007).

Beqiraj i sar. (2007), Dhora (2009), Ruci i sar. (2014) daju pregled školjki i drugih morskih mekušaca albanske obale. Kasemi i sar. (2008; 2013) daju pregled makrozoobentosa, uključujući i školjke, sa podacima o srednjoj gustini i frekvenciji pojedinih vrsta u zalivu Vlora u Albaniji. Takođe i Paneta i sar. (2009) daju pregled morskih mekušaca u zalivu Vlora.

Kada je u pitanju fauna morskih školjki Crne Gore, vrlo je malo objavljenih podataka posebno za otvorene vode. Istraživanja su vršena uglavnom u Bokokotorskom zalivu, pri čemu

je dostupna literatura stara i preko 50 godina. Prva istraživanja datiraju iz 1967. godine u kojima Stijepčević (1967) daje pregled vrsta i njihov prostorni raspored u oblasti Bokokotorskog zaliva. Stjepčević (1974) opisuje ekologiju mediteranske dagnje i pljosnate kamenice na uzgajalištima u Bokokotorskom zalivu. Karaman i Gamulin-Brida (1971) daju prilog istraživanju bentosnih zajednica Bokokotorskog zaliva. Opšte osobine i sastav bentosnih zajednica sa ekološkom kartom kotorskog i risanskog dijela zaliva daju Stijepčević i Parenzan (1980). Pregled bentosnih zajednica unutrašnjeg dijela Bokokotorskog zaliva i njihovu kvanitativno-kvalitativnu analizu daju Stijepčević i sar. (1982). Nakon ovog perioda pa sve do 2016. godine ne postoje detaljnija istraživanja vezana za klasu školjki. Petović i Marković (2013) kao i Petović i sar. (2016) izučavaju efekte kočarenja na bentosne zajednice otvorenih voda crnogorske obale, gdje navode i pojedine vrste školjki, dok Petović i sar. (2017) daju dopunjenu listu makro mekušaca crnogorske obale i porede rezultate sa susjednim zemljama. U ovom radu navode i šest novih vrsta školjki za crnogorsku faunu kao i neke od invazivnih vrsta. Petović i Marković (2016) daju karakteristike zoobentosa u Bokokotorskom zalivu sa osvrtom na biocenoze, diverzitet, invazivne vrste i negativne efekte. Mačić i sar. (2014) u monografiji alohtonih vrsta navode pacifičku kamenicu kao jednu od introdukovanih vrsta školjki Bokokotorskog zaliva. Takođe Petović i Mačić (2017) navode prve podatke o populaciji invazivne vrste atlanske biserne ostrige *Pinctada imbricata radiata* (Leach, 1814) u Bokokotorskom zalivu i Jadranskom moru. Petović (2018) navodi neke od prvih nalaza mekušaca Bokokotorskog zaliva uključujući i prvi nalaz bodljikave palasture *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758). Petović i sar. (2019) daju pregled morskih invazivnih bentosnih vrsta Crne Gore gdje opisuju i šest invazivnih vrsta školjki.

1.3.2. Dosadašnja istraživanja reproduktivnog ciklusa školjki

Istraživanja reproduktivnog ciklusa školjki su brojna i većinom vezana za ekonomski važne vrste. Za Crnu Goru literaturni podaci gotovo ne postoje, izuzev jedne publikacije o polnom ciklusu mediteranske dagnje i evropske pljosnate kamenice u Bokokotorskom zalivu (Stjepčević, 1974). U ovom radu autor navodi proljećni i jesenji maksimum mrijesta ove dvije vrste. Na osnovu morfologije gonada mediteranske dagnje, autor daje pojedinosti o gametogenezi ove vrste. Takođe navodi i postojanje nekih razlika u gametogenezi i periodu mrijesta na različitim mikrolokalitetima u oblasti Bokokotorskog zaliva.

Dardignac-Corbel (1990) ukazuje da je mrijest mediteranske dagnje u Jadranu i Sredozemlju primjećen kroz čitavu godinu, sa proljećnim i jesenjim maksimumom. Reproduktivni ciklus evropske pljosnate kamenice je praćen od strane Marčelja (2009) u Malostonskom zalivu i utvrđeno je da se vrsta mrijesti od marta do septembra mjeseca.

Gametogeneza kod japanske kućice, *Ruditapes philipinarum* (Adams i Reeve, 1850) je izučavana od strane Meneghetti i sar. (2004) u laguni Venecija. Autori su ukazali da gametogeneza počinje tokom januara mjeseca, da je maksimum mrijesta tokom maja i da se nastavlja sve do septembra mjeseca. U istoj oblasti je od strane Da Ros i sar. (1985) izučavana gametogeneza kod mediteranske dagnje. Autori su zaključili da se gametska neaktivnost javlja tokom ljeta, kad je temperatura vode bila iznad 25°C i da se prva aktivnost gonada javlja u septembru mjesecu kada je temperatura vode bila oko 20°C. Zatim su se tokom zime javile jedinke u zrelom stadijumu, kao i jedinke koje se mrijeste i brzo obnavljaju gonade. Najintenzivniji mrijest je uočen u februaru i martu mjesecu. Srednji gonadni indeks je imao minimalne vrijednosti tokom ljeta, a maksimalne tokom zime što se poklapalo sa gametskom aktivnošću.

Kondicioni indeks je faktor koji posredno ukazuje na ciklus razmnožavanja i kao takav je bio istraživan od strane Hrs-Brenko (1973), Peharda i sar. (2003), Marušić i sar. (2009).

Reproduktivni ciklus vrste nojeva barka je izučavan na osnovu histoloških analiza gonada od strane Peharda i sar. (2006). Autori su zaključili da se mrijest kod ove vrste dešava tokom juna i jula mjeseca.

Bratoš Cetinić i sar. (2007) su metodom histološke analize utvrdili da je razmnožavanje školjke kokoš, *Chamelea gallina* (Linnaeus, 1758) na ušću rijeke Neretve karakterističan za period od januara do avgusta mjeseca. Istom metodom su Mladineo i sar. (2007) pratili ciklus razmnožavanja kod dlakave dagnje, *Modiolus barbatus* (Linnaeus, 1758) u Malostonskom zalivu i utvrdili da je period mrijesta ove vrste od juna do avgusta mjeseca.

Popović i sar. (2013) su izučavali gametogenezu kod prnjavice, *Venus verrucosa* (Linnaeus, 1758) kroz histologiju gonada i ukazali da ova vrsta ima kontinuiranu gametsku aktivnost kao i da je kod ženki period intenzivnog mrijesta od juna do novembra mjeseca, a kod mužjaka od avgusta do novembra mjeseca. Na istoj vrsti Ljubičić (2010) radi simulaciju mrijesta temperaturnim i osmotskim šokom i zaključuje da je metoda simulacije mrijesta temperaturnim šokom dala efikasnije rezultate u poređenju sa simulacijom osmotskim šokom.

2. CILJEVI RADA

Integralna multi-trofička akvakultura predstavlja ekosistemski i odgovoran pristup u procesu proizvodnje hrane u moru. Princip IMTA razvijen je sa ciljem poštovanja, djelotvornog očuvanja i unaprijeđenja kvaliteta morskih resursa, ekosistema i biodiverziteta. Istraživanje koje je predmet ovog rada zasnovano je na hipotezi da nusprodukti uzgoja ribe mogu poslužiti kao dodatni izvor hrane filtracionim organizmima (mediteranskoj dagnji i pljosnatoj kamenici) što dovodi do njihovog boljeg prirasta i kondicionog indeksa. Značaj ovih istraživanja potvrđuje činjenica da je IMTA na svjetskom nivou definisana kao istraživački prioritet u procesu uzgoja morskih vrsta riba. Rapidan rast svjetske proizvodnje u marikulturi i visoki rizici proizvodnje na morske ekosisteme i zdravlje morskih organizama uslovili su potrebu za razvojem principa IMTA u skladu sa geografskim, okeanografskim i drugim specifičnostima primorskih zemalja i korišćenim uzgojnim tehnologijama.

Istraživanja su sprovedena sa sledećim ciljevima:

- ✓ Poređenje ekološkog stanja u sistemu monokulture i sistemu integralnog uzgoja školjki i riba;
- ✓ Utvrđivanje mogućnosti razvoja integralne multi-trofičke akvakulture na crnogorskom primorju, odabir najadekvatnijih vrsta koje odgovaraju staništu i istraživanim lokacijama i utvrđivanje komplementarnosti njihove funkcije u morskim ekosistemima;
- ✓ Utvrđivanje uticaja fizičko-hemijskih i bioloških faktora vode na rast, razvoj i preživljavanje vrsta gajenih u IMTA;
- ✓ Utvrđivanje prisustva biotoksina u tkivima školjki;
- ✓ Analiza godišnjeg reproduktivnog ciklusa dagnje i definisanje perioda mrijesta;
- ✓ Utvrđivanje diverziteta, distribucije i abundance prirodnih populacija školjki na području Bokokotorskog zaliva u cilju definisanja novih (autohtonih) vrsta koje su pogodne za diverzifikaciju proizvodnje u marikulturi Crne Gore.

Dodatan motiv za sprovođenje ovih istraživanja je unaprijeđenje održivosti procesa uzgoja, zaštite životne sredine mora i zdravlja uzgajanih organizama u cilju definisanja prioriteta i vizije budućeg razvoja marikulture u Crnoj Gori.

3. OPIS UZGOJNIH VRSTA I NAČIN UZGOJA

3.1. Mediteranska dagnja – *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

- ✓ Drugi nazivi: dagnja, mušlja, mušula
- ✓ Drugi naučni nazivi: *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis*
- ✓ Strani nazivi: *Engleski* – Mediterranean mussel; *Španski*: Mejillón mediterráneo; *Francuski*: Moule méditerranéenne; *Grčki*: Plitiko, Mydi; *Njemački*: Miesmuschel; *Italijanski*: Mitilio commune, Pedocchio, Muscolo; *Norveški*: Blackjell; *Bugarski*: Cerna mida; *Turski*: Midiye; *Rumunski*: Midie
- ✓ Sistematika vrste:

Carstvo: Animalia

Tip: Mollusca

Klasa: Bivalvia

Podklasa: Pteriomorphia

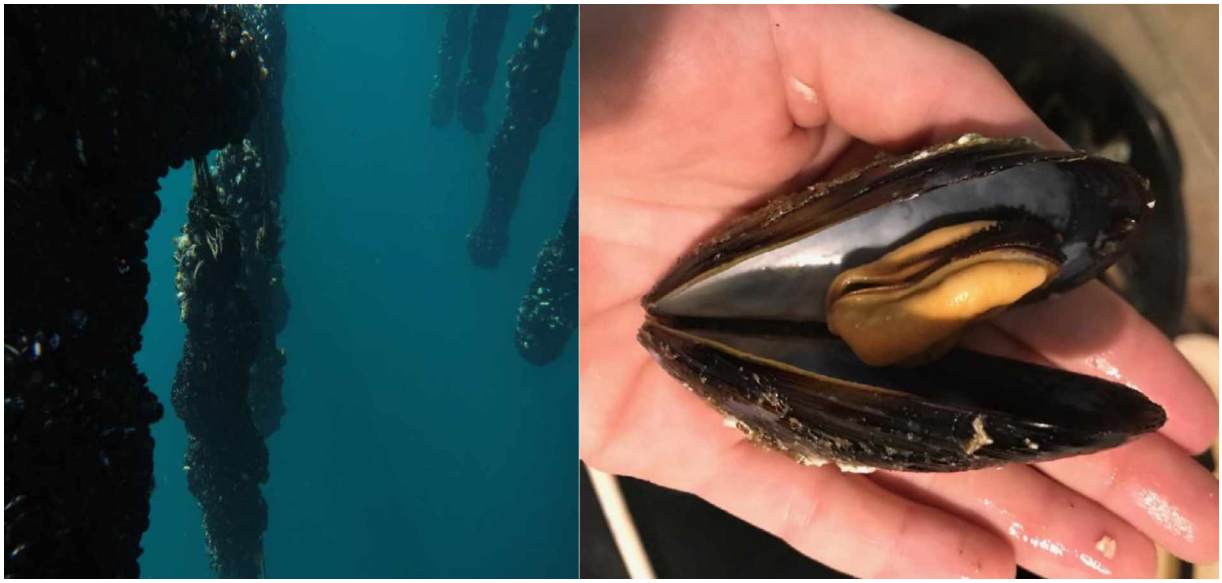
Red: Mytilida

Familia: Mytilidae

Rod: *Mytilus*

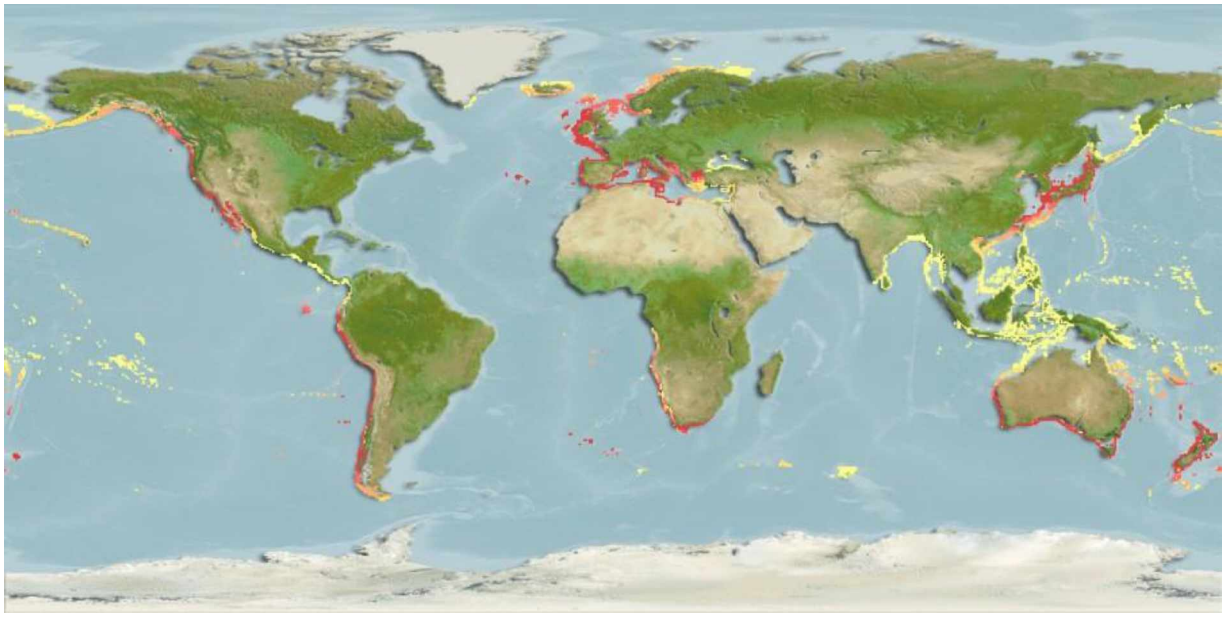
Vrsta: *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)

Mediteranska dagnja (Slika 3.1.1) je široko rasprostranjena vrsta, autohtona u Sredozemlju (GISD, 2016). Školjka je lepezastog, trouglastog ili izduženo jajolikog oblika, ljušture su jednake, naprijed šiljaste, pozadi proširene i zaobljene. Na bravi nema zubića. Prednji mišić zatvarač je mali i produžuje se prema naprijed. U blizini umba se nalazi dio gdje izlaze bisusne niti koje imaju ulogu u pričvršćivanju za tvrde podloge. Dagnja se obično ne kreće, a ukoliko to čini, kretanje je vrlo sporo. Na ljušturi se jasno vide zone rasta. Ljuštura je spolja crno-modre, a iznutra sedefaste boje.



Slika 3.1.1. Mediteranska dagnja – *Mytilus galloprovincialis* (Fotografija: Milica Mandić)

Mediteranska dagnja pripada porodici Mytilidae, rod *Mytilus* i pored kamenice je jedna od najvažnijih uzgojnih vrsta u Sredozemnom moru. Rod *Mytilus* čini više vrsta od kojih se u Evropi kao ekonomski važne izdvajaju plava dagnja *Mytilus edulis* (Linné, 1758) i mediteranska dagnja *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Mediteranska dagnja je u Evropi rasprostranjena u području Sredozemnog mora, Crnog mora, na atlanskoj obali Španije, Portugala i Francuske, sjeverno do Velike Britanije (Gosling, 1992) (Slika 3.1.2). Mediteranska dagnja je jedna od najrasprostranjenijih školjki Jadrana, a u Crnoj Gori su populacije najbrojnije u unutrašnjem dijelu Bokokotorskog zaliva. Ovo se može objasniti činjenicom da je unutrašnji dio zaliva pod velikim uticajem upliva slatkih voda, a dagnja preferira i bolje raste u takvim uslovima sredine (Milišić, 2007).



Slika 3.1.2. Rasprostranjenje mediteranske dagnje uključujući i alohtone populacije (www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular)

Živi u gustim kolonijama pričvršćena za čvrste podloge, a najgušća naselja se nalaze u pojasu plime i osjeke. Dagnja se hrani fitoplanktonom, bakterijama, zooplanktonom kao i detritusom (Davenport i sar., 2000; Prato i sar., 2010), mada fitoplankton predstavlja primarni izvor hrane (Arapov i sar., 2013).

Dagnja može da dostigne dužinu do 15 cm i masu do čak 200 grama. Konzumna veličina uzgajanih dagnji iznosi 5 cm po zakonu Crne Gore (Sl. list CG, 65/15) i tu dužinu dostiže u drugoj godini života. Dagnja je odvojenih polova. Gonade ženki su narandžasto-crvene boje, a gonade mužjaka su kremasto-bijele (Dardignac-Corbel, 1990). Polno sazrijeva u prvoj godni života, a fekunditet se kreće i do 40 miliona jaja (Thompson, 1979). Mrijest može da traje tokom cijele godine sa dva maksimuma u proljeće i jesen što primarno zavisi od uslova spoljašnje sredine, u prvom redu temperature (Gosling, 2003). Dagnje su dobar primjer fleksibilne reproduktivne strategije u odnosu na spoljašnje uslove (Gosling, 2003). Oplođenje je spoljašnje. Iz oplođene ćelije prvo nastaje larva trohofora, potom larva veliger i obje larve žive kao planktonski organizmi. Nakon što larva veliger dostigne veličinu 250 – 300 µm, postaje zrela za metamorfozu i prihvata se za podlogu (Gosling, 2003). Dagnje posjeduju ktenidije – škrge čija su vlakna međusobno povezana sa nekoliko vrsta cilija i osim u procesu respiracije, služe i u procesu ishrane.

Dagnje se love tokom cijele godine, najviše u toplom periodu godine. Stružu se sa čvrstih podloga, a sa tvrdih podloga na dnu se sakupljaju i dredžama. Takođe se sakupljaju i ronjenjem. Dagnja je jestiva školjka sa vrlo ukusnim mesom. Može da se jede i živa i termički obrađena. Ljušture se koriste samljevene kao dodatak životinjskoj hrani (Milišić, 2007).

3.2. Evropska pljosnata kamenica – *Ostrea edulis* (Linné, 1758)

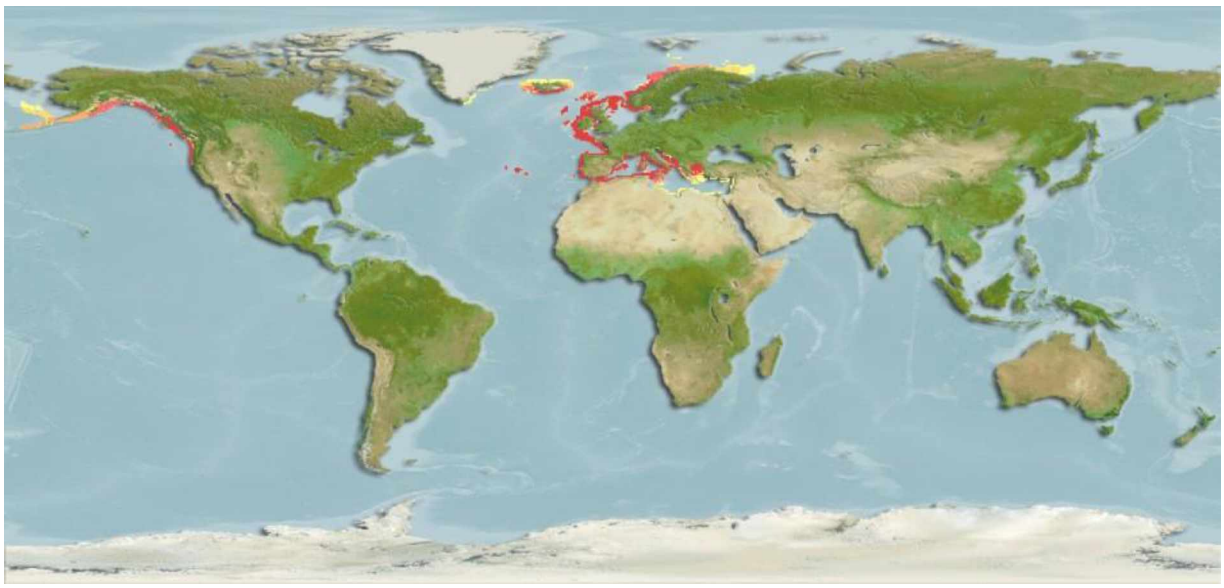
- ✓ Drugi nazivi: ostriga, kamenica
- ✓ Drugi naučni nazivi: *Ostrea edulis edulis*
- ✓ Strani nazivi: *Engleski* – Europen flat oyster; *Španski*: Ostra plana; *Francuski*: Huître plate européenne, Huître sauvage; *Grčki*: Ostrea; *Njemački*: Auster; *Italijanski*: Ostrica, Ostrica piatta, Ostrica europea; *Ruski*: Ostrika, Ustritca; *Norveški*: Östers
- ✓ Sistematika vrste:

Carstvo: Animalia
Tip: Mollusca
Klasa: Bivalvia
Podklasa: Pteriomorphia
Red: Ostreida
Familia: Ostreidae
Rod: Ostrea
Vrsta: *Ostrea edulis* (Linné, 1758)

Evropska pljosnata kamenica (Slika 3.2.1) je okruglog do jajastog oblika, nesimetričnih i nepravilnih rubova ljušture. Ljušture su debele, donja – lijeva ljuštura je obla i pričvršćena za podlogu. Boje je sivo-zelenkaste, više ili manje varira zbog obraštaja koji je uvijek prisutan. Brava je bez zubića. Prednji mišić zatvarač nije prisutan.

Slika 3.2.1. Evropska pljosnata kamenica – *Ostrea edulis* (Fotografija: Milica Mandić)

Pripada porodici Ostreidae, rod *Ostrea* i zajedno sa pacifičkom kamenicom se uzgaja u Sredozemnom moru već dugi niz godina. U Evropi je rasprostranjena od Norveške na sjeveru do Španije na jugu, uključujući Sredozemlje i Crno more (Poppe i Goto, 2000) (Slika 3.2.2). Kao i dagnja i ova vrsta je karakteristična i jako brojna u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva.



Slika 3.2.2. Rasprostranjenje evropske pljosnate kamenice uključujući i alohtone populacije (www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular)

Živi isključivo na tvrdim podlogama u plitkim priobalnim vodama, obično do 10 m dubine i nije kolonijalna vrsta kao mediteranska dagnja, već uglavnom živi solitarno. Hrani se planktonom i organskim lebdećim česticama. Dostiže dužinu do 13 cm. Konzumna veličina uzgajanih kamenica iznosi 6 cm po zakonu Crne Gore (Sl. list CG, 65/15). Kamenica je dvopolna vrsta, ista jedinka može biti i mužjak i ženka, ali ne u isto vrijeme već naizmjenično. Promjena pola vrši se više puta tokom iste sezone razmnožavanja. Polna zrelost nastupa nakon prve godine života i prvi put je uvijek muškog pola (protandrični hermafrodit), a kasnije mijenja pol. Mrijesti se dva puta godišnje na proljeće i jesen. Proizvodi velike količine jaja (1 – 3 miliona), spermatozoidi nošeni morskom strujom ulaze u genitalne organe ženki gdje se vrši oplođenje. Interesantno je da je kamenica jedina vrsta školjke koja oplođena jaja čuva u plaštanoj duplji sve do formiranja veliger larve. Nakon izlaska iz plaštane duplje, veliger larve nastavljaju planktonski način života. Pri kraju planktonske faze života, larve padaju na dno i pričvršćuju se za čvrst supstrat, nakon čega metamorfoziraju u mlade jedinke. Prema Ransonu (1967) rasprostranjenost pljosnate kamenice određuju salinitet i tempertura koji su ujedno limitirajući faktori njenog opstanka u periodu embrionalnih i larvalnih stadijuma. Mortalitet kamenica je najviši tokom ljetnih mjeseci, zbog visoke temperature mora kao i neposredno nakon mrijesta, kada su kamenice u lošijem kondicionom stanju (Mandić i Huter, 2014).

Kamenice se love tokom cijele godine, ali najviše u periodu od proljeća do jeseni, ronjenjem i upotrebom raznih alata s obzirom da je čvrsto pričvršćena za podlogu. Jestiva je školjka, jako ukusna i tražena. Jede se uglavnom svježa uz dodatak limuna (Milišić, 2007).

3.3. Tehnologija uzgoja školjki

Uzgoj školjki predstavlja ekstenzivan uzgoj heterotrofnih organizama, koji se hrane filtriranjem organskih materija u morskoj vodi. Glavni koraci u uzgoju školjki su: sakupljanje mlađi na kolektorima; nasad školjki u mreže/pletenice ili kašete za uzgoj; uzgoj školjki na parkovima; izlov radi sortiranja i plasiranje na tržište. Najčešća tehnologija je uzgoj na plutajućim parkovima. Stariji način uzgoja je bio prilično jednostavan i sastojao se od sakupljanja mlađi na granama koje su se bacale u more i koje su se vadile posle 3 godine nakon čega su se školjke otpremale na tržište. Međutim, u novije vrijeme su uvedeni plutajući parkovi, koji danas predstavljaju primarni sistem za uzgoj školjki u cijelom Sredozemlju

(Mandić i Huter, 2014). Prema Haramina i sar. (2012) za uzgoj školjki su neophodni sledeći uslovi:

- ✓ Visoka sanitarna i hemijska čistoća morske vode (temeljni parametar pri izboru lokacije za uzgoj filtratora je broj fekalnih koliforma u vodi);
- ✓ Produktivnost akvatorijuma ili prostrujenost koja osigurava izdašnost hrane za ekonomičan prirast; predvidive promjene saliniteta i temperature u sloju gdje se uzgajaju organizmi;
- ✓ Površine za izgradnju objekata za potrebe skladišta i radionice za održavanje opreme;
- ✓ Obalna infrastruktura, postojanje otpremnog centra, izgradnja kapaciteta za prečišćavanje kako uzgojenih tako i ulovljenih školjki;
- ✓ Proglašenje proizvodne zone za školjke – područje sa minimalnim rizikom od pojavljivanja toksičnih vrsta fitoplanktona, odnosno podatak o rijetkim pojavama cvjetanja mora ili pak njihovom potpunom izostanku.

U tabeli 3.3.1. su dati parametri vode, koji moraju biti zadovoljeni za uzgoj školjki (klasa A1, odnosno klasa Š) u morskom akvatorijumu Crne Gore, definisani Uredbom o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda (Sl. list CG, 27/07).

Tabela 3.3.1. Parametri vode neophodni za uzgoj školjki (Sl list CG, 27/07); GD – granica detekcije

Parametri	**Jedinice mjere**	**A1 klasa odnosno klasa Š**
pH		6.80-8.50
Boja (nakon obične filtracije)	mg/l Pt skale	5
Mutnoća	NTU	5
Ukupne suspend.mat.	mg/l	-
Temperatura	°C	9-12
Salinitet	‰	< 40
Elektrolitička provodljivost	µs/cm pri 20°C	400
Odnos Ca/Mg	Mol	2-3
Miris (pri 25°C)	faktor razblaženja	< od GD
Nitrati - NO_3^-	mg/l	20
Nitriti - NO_2^-	mg/l	0.03

Fluoridi	mg/l	1
Rastvoreno gvožđe	mg/l	0.1
Mangan	mg/l	0.005
Bakar	mg/l	0.02
Cink	mg/l	0.05
Bor	mg/l	1
Berilijum	mg/l	0.001
Kobalt	mg/l	0.001
Nikal	mg/l	0.002
Vanadijum	mg/l	0.010
Arsen	mg/l	0.010
Kadmijum	mg/l	0.001
Ukupni hrom	mg/l	0.000
Olovo	mg/l	0.010
Selen	mg/l	0.001
Živa	mg/l	< od GD
Barijum	mg/l	0.1
Cijanidi	mg/l	0.001
Sulfati	mg/l	20
Hloridi	mg/l	20
Uran	μBq/l	0.010
Površinski aktivne materije (reaguju sa metil plavim)	mg/l (lazri-sulfata)	0.001
Orto-fosfati	mg/l PO_4	0.02
Fenolna jedinjenja	mg/l C_6H_5OH	-
Ukupna mineralna ulja	mg/l	0.01
Policiklični aromatični ugljovodonici	mg/l	0.0002
Ukupni pesticidi	mg/l	< od GD
Hemijska potrošnja kiseonika (HPK)	mg/l O_2	2
Oksidabilnost	mg $KMnO_4$/l	5
Stepen saturacije rastvorenog kiseonika	% O_2	80-110
Biohemijska potrošnja kiseonika (BPK_5)	mg/l O_2	3
Amonijum jon	mg/l	-
Materije koje se ekstrahuju hloroformom	mg/l	0.01

Ukupan organski ugljenik (C)	mg/l	1
Ukupni koliformi 37°C	/100ml	< 100
Fekalni koliformi	/100ml	< 300
Fekalne streptokoke	/100ml	20
Salmonela		nije prisutna u 5000 ml
Saprobnost		oligosaprobi
Index saprobnosti		1.5
Organohalogene supstance	mg/l	0.025

3.4. Uzgoj dagnji

Kolektori za prihvat mlađi dagnji bi trebali da se postave u more oko mjesec dana prije maksimuma mrijesta. Kolektori su zapravo konopi ili plastične cijevi mrežaste strukture promjera 40 – 60 mm.

Nakon prihvata mlađi sa kolektora, mlađ se pakuje u pergolare promjera oka 2 – 3 cm. Pripremljeni pergolari se stavljaju na linijske konope i tu ostaju narednih 6 – 8 mjeseci. Zavisno od uslova sredine, u ovom periodu se prirast povećava 2 – 4 puta i ovo je period prve tehnološke dorade. U drugoj tehnološkoj doradi, dagnje se vade iz pergolara malog oka i upliću u nove pergolare veličine oka 4 – 5 cm. Pripremljeni pergolari se vraćaju na linijske konope i tu ostaju narednih 6 mjeseci. Posle ovog procesa dagnja dostiže konzumnu veličinu (Mandić i Huter, 2014).

3.5. Uzgoj kamenica

Za prihvat mlađi kamenica mogu se koristiti različiti materijali: stari brodski konopi, stari upotrebljavani kolektori za dagnje, stari pergolari od uzgoja dagnji, gumene ploče, uginule ljušture kamenica, stiropor ili slični tvrdi materijali.

Kada mlađ dostigne veličinu od oko 5 cm skida se sa kolektora, sortira po veličini, i nasađuje u plastične kašete za dalji uzgoj. Mlađ kamenica se nasađuje u kašete (polietilenske kutije promjera 380 mm i visine 60 mm) sa početnom gustinom nasada od 70 komada (srednje veličine oko 5 cm). Nakon osam mjeseci uzgoja kašete se vade, a školjke se razrijeđuju na gustinu od 35 kamenica po kašeti. Sa tom nasadnom gustinom može se završiti uzgojni ciklus koji traje dvije godine od dana postavljanja kolektora za prihvatanje mlađi. U tom razdoblju

uzgajane školjke dostignu veličinu od oko 9 cm i težinu oko 80 g. Uzgoj u kašetama štiti uzgajane organizme od predatora, ali i od obraštaja, što rezultira većim procentom preživljavanja kao i manjim utroškom rada u pripremi školjki za plasman na tržište (Mandić i Huter, 2014).

Pored uzgoja kamenica u kašetama, postoji i metoda uzgoja cementiranjem, koja predstavlja tradicionalnu metodu uzgoja kamenica u Sredozemnom moru. Uporedna istraživanja kvaliteta konzumnih kamenica gajenih na pergolarima, u plastičnim kašetama ili mrežama pokazala su da su najkvalitetnije one koje se cementiraju, ali im je i procenat mortaliteta najveći. Proces uzgoja je sledeći: dvije jedinke se cementiraju brzovezujućim cementom na kanap promjera oko 3 mm i dužine oko 2.5 m. Da bi se jedinke cementirale, potrebno je da dostignu veličinu od najmanje 5 – 6 cm. Kamenice treba postaviti tako da su im tupi krajevi (umbo) nasuprot, a cementiraju se uvijek izbočeni kapci ljušture (lijevi kapak ljušture). Cementiraju se po dvije kamenice na razmaku od 15 do 20 cm. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se najbolji rezultati u uzgoju kamenica postižu kombinacijom uzgoja u plastičnim kašetama u fazi nakon skidanja mlađi sa kolektora, a zatim nakon godinu dana završnu fazu uzgoja sprovesti metodom cementiranja (Mandić i Huter, 2014).

3.6. Neophodni hidrobiološki uslovi za uzgoj kamenica i dagnji

Stjepčević (1974) je dao pregled najvažnijih hidrobioloških uslova za uzgoj dagnji i kamenica u Bokokotorskom zalivu. Autor navodi pet glavnih hidrobioloških uslova: temperatura, izloženost otvorenom moru, priliv slatke vode, salinitet i zagađenje.

Temperatura morske vode treba da bude ujednačena bez drastičnih oscilacija. Niske temperature imaju negativan uticaj na hvatanje mlađi, dok su visočije temperature adekvatnije.

Uzgojno područje treba da bude dovoljno zatvoreno kako bi se osiguralo zadržavanje larvi i njihovo prihvatanje na uzgojnom području. Zatvorena područja su takođe neophodna i za zaštitu i održavanje samih parkova od prejakih udara talasa koji su inače prisutni na otvorenom moru i kao takvi mogu da unište uzgajalište.

Priliv slatkih voda, koje u zatvorenim područjima snižavaju salinitet i donose hranjive soli (fosfate, nitrate, kalijum, kalcijum, itd.), mora biti izdašan u toku cijele godine. Jedan od razloga je sprječavanje masovnog mortaliteta školjki usled hipersaliniteta koji karakteriše

zatvorena područja posebno ljeti, a drugi zbog bujnog razvoja fito- i zooplanktona kojim se školjke hrane.

Salinitet morske vode treba da bude za 5-7 ‰ (kamenice), odnosno 10-14 ‰ (dagnje) niži od uobičajene vrijednosti – 38 ‰ koja je karakteristična za otvorene vode. Dagnje i kamenice se mogu gajiti u zatvorenom području saliniteta 37-39 ‰ pod uslovom da postoje stalne i izdašne struje koje donose dovoljne količine kiseonika i hrane, ali je u tom slučaju hvatanje mlađi nesigurno, tj. znatno smanjeno.

Uzgojna područja moraju biti zaštićena od zagađenja bilo koje vrste (otpadne fabričke vode, gradska kanalizacija, ...) zbog normalnog razvoja gajenih školjki, a takođe i zbog higijenskih razloga. Kamenice i dagnje sa nečistih područja, osim što imaju veći mortalitet, posebno njihove larve, opasne su po čovjekovo zdravlje, pa se zbog toga prije upotrebe moraju očistiti (purifikacija) što utiče na povećanje troškova proizvodnje. Shodno navedenom, prioritet treba da imaju čista i zaštićena područja.

Takođe, kao neophodan uslov kod ekonomskog uzgoja kamenica i dagnji, Stjepčević (1974) navodi i određenu dubinu i karakter morskog dna. Dno treba da je mekano tj. da je sa debljim naslagama pijeska ili mulja, što je neophodan uslov pri postavljanju vertikalnih gajilišnih konstrukcija parkova. Za postavljanje ovakvog tipa parkova najveća dubina iznosi 10 – 12 m.

3.7. Orada – *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

- ✓ Drugi nazivi: orata, komarča
- ✓ Drugi naučni nazivi: *Aurata aurata, Chrysophrys aurata, C. aurathus, C. auratus, C. crassirostris, Pagrus auratus, Sparus auratus*
- ✓ Strani nazivi: *Engleski* – Gilthead sea bream; *Španski*: Dorada; *Francuski*: Daurade; *Grčki*: Tsipoúra; *Njemački*: Goldbrasse; *Italijanski*: Orata; *Ruski*: Doradlji; *Norveški*: Bream; Albanski: Koce; Rumunski: Doradă
- ✓ Sistematika vrste:

Carstvo: Animalia

Tip: Chordata

Podtip: Vertebrata

Klasa: Actinopterygii

Red: Perciformes

Familia: Sparidae

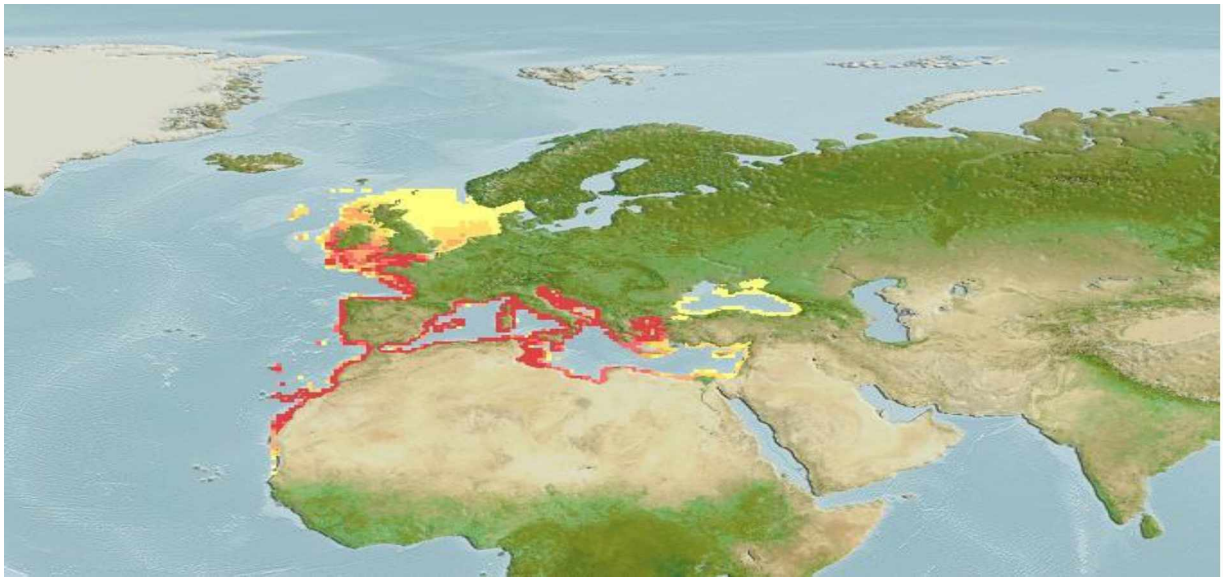
Rod: Sparus

Vrsta: *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758)

Orada (Slika 3.7.1) je jedna od glavnih uzgojnih vrsta Jadrana i Sredozemlja uopšte. Tijelo orade je izduženo, ovalno, visoko, bočno spljošteno. Glava je kratka i masivna. Usta su terminalna, sa debelim usnama. Krljušti su ktenoidne. Leđna strana tijela orade je modro-zelenkasto sive boje, dok su bokovi sivo-srebrnasti sa uzdužnim smeđim ili smeđe-zelenkastim prugama. Između očiju se proteže zlatnožuti mostić ograničen tamnim zonama. Orada obično raste do 40 cm, mada se mogu naći i primjerci dužine 70 cm (www.fishbase.org). Najteža orada je imala težinu od 17.2 kg (www.fishbase.org).

Slika 3.7.1. Orada – *Sparus aurata* (Fotografija: Milica Mandić)

Orada je rasprostranjena u Sredozemlju, duž istočne obale Atlanskog okeana, od Velike Britanije do Senegala, a može se naći i u Crnom moru (Slika 3.7.2). U Jadranu je rasprostranjena gotovo svuda uz obalu. Orada je euritermna i eurihalina vrsta, pa se često nalazi u blizini upliva slatkih voda, posebno tokom početnih faza života kada se mlade jedinke mogu naći u lagunama i estuarima. Uglavnom živi solitarno, mada se mogu često vidjeti i manja jata orada (Sola i sar., 2007). Na otvorenom moru uglavnom naseljava habitat murave kao i pješčana dna.



Slika 3.7.2. Rasprostranjenje orade (www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular)

Mrijesti se krajem jeseni i početkom zime, protandrični je hermafrodit. Prvo sazri kao mužjak (oko 20 do 30 cm dužine, 1 do 2 god.), a kasnije kao ženka (oko 33 do 40 cm dužine, 2 do 3 god.). Tokom faze mužjaka, jedinka ima funkcionalan testis sa asinhronom spermatogenezom i nefunkcionalne jajnike. Razvoj jajnika je takođe asinhron (Sola i sar., 2007). Ženke se mrijeste u grupama, polažu 20 000 – 80 000 jaja svakodnevno za period do 4 mjeseca (www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en). Orada je grabljivica, koja se u nedostatku životinjske hrane može hraniti i hranom biljnog prijekla. Uglavnom se hrani rakovima, mekušcima, bodljokošcima kao i drugom ribom (Wassef i Eiswy, 1985). Na uzgajalištima kamenica i dagnji zna da pričini velike štete usled drobljenja mladih jedinki.

3.8. Brancin – *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

- ✓ Drugi nazivi: lubin, smudut
- ✓ Drugi naučni nazivi: *Centropomus lupus, C. mullus, Dicentrarchus elongates, D. lupus, Labrax diacanthus, L. elongates, L. labrax, L. linnei, L. lupus, L. vulgaris, Morone labrax, Perca diacantha, P. elongate, P. labrax, P. punctata, sinuosa, Sciaena labrax, S. labrax diacantha*
- ✓ Strani nazivi: *Engleski* – European sea bass; *Španski*: Lubina; *Francuski*: Bar commun; *Grčki*: Lavraki; *Njemački*: Seebarsch; *Italijanski*: Spigola; *Turski:* Levrek*; Portugalsi:* Robalo
- ✓ Sistematika vrste:

Carstvo: Animalia

Tip: Chordata

Podtip: Vertebrata

Klasa: Actinopterygii

Red: Perciformes

Familia: Moronidae

Rod: Dicentrarchus

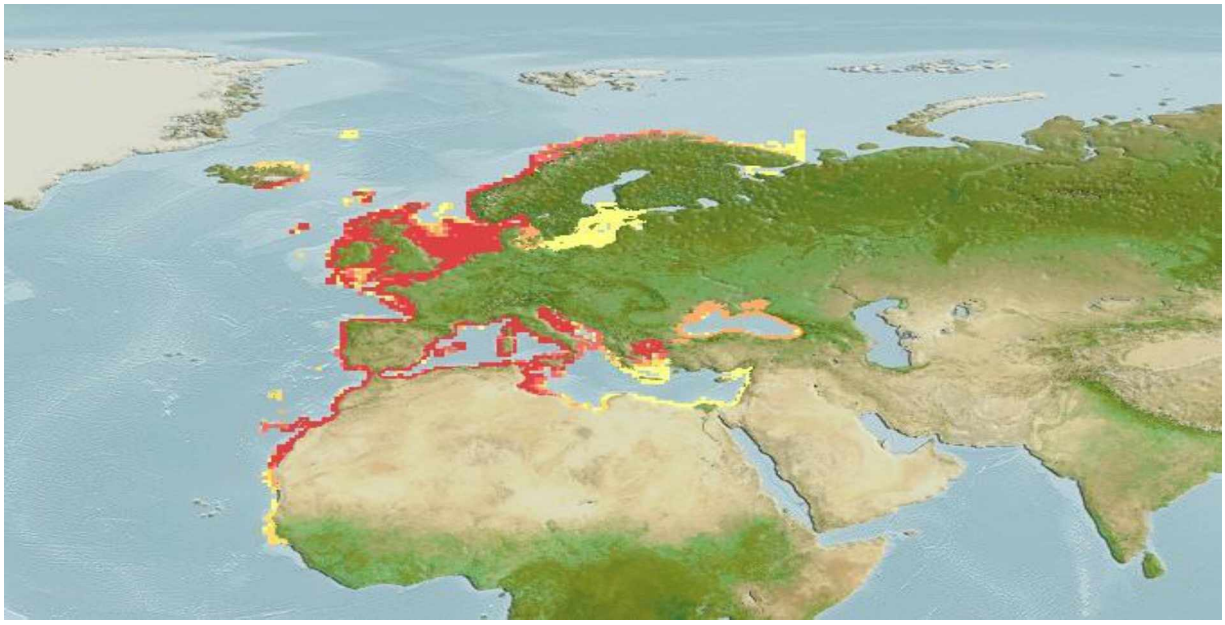
Vrsta: *Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758)

Brancin (Slika 3.8.1) je takođe jedna od primarnih uzgojnih vrsta u Sredozemlju. Usta su terminalna. Tijelo je izduženog oblika, sive boje. Ima dva leđna peraja od kojih koštanu osnovu prvog čine 8-10 tvrdih žbica, a drugog jedna tvrda i 12-14 mekih žbica. Na tijelu ima

izrazitu tamnu bočnu prugu (Bogut i sar., 2006), dok mlade jedinke na gornjoj polovini tijela imaju tamne tačkice. U prosjeku raste do 40 cm, a najveći primjerak je bio dug 103 cm (www.fishbase.org). Najteži primjerak je imao težinu od čak 12 kg (www.fishbase.org).

Slika 3.8.1. Brancin – *Dicentrarchus labrax* (Fotografija: Aleksandar Joksimović)

Brancin je euritermna i eurihalina vrsta što mu omogućava preživljavanje u različitim sredinskim uslovima. Preferira pjeskovito i travnato dno kao i mutnije vode. Obično živi u obalnim vodama, ušćima rijeka i lagunama (Moretti i sar., 1999). Rasprostranjen je u Sredozemnom i Crnom moru, te uz obale istočnog Atlantika od Maroka do južnih obala Švedske i Norveške (Slika 3.8.2).



Slika 3.8.2. Rasprostranjenje brancina (www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular)

Odvojenih je polova, mužjaci dostižu polnu zrelost u toku druge godine, a ženke u toku treće godine života. Mužjaci i ženke se razlikuju po obliku tijela, mužjaci imaju duže i jače tijelo, dok ženke imaju šire tijelo iza glave. U Jadranskom moru se mrijesti u periodu od novembra do marta mjeseca (Bogut i sar., 2006). Uglavnom se hrani i lovi noću zbog čega ima velike oči prilagođene za potragu u mraku. Juvenilci se hrane planktonom, dok se adulti hrane rakovima, ribom i glavonošcima. U Sredozemlju žive dvije vrste brancina *Dicentrarchus labrax* i *Dicentrarchus punctatus* (Moretti i sar., 1999).

3.9. Uzgoj orade i brancina

Uzgoj orade i brancina može biti bazenski i kavezni. Uzgoj u bazenima omogućava bolju kontrolu uzgoja, mogućnost prilagođavanja ekoloških faktora, odsustvo štete poput kidanje mreža i bijega ribe, kao i manju mogućnost krađe. Međutim, pored benefita tu su i troškovi za izgrađnju samih bazena i crpljenja neophodne vode (Bavčević, 2014). Iako možda "bolji", bazenski uzgoj je ređi, pa se u Sredozemnom moru uglavnom obavlja u kavezima.

Danas se na tržištu mogu naći platforme za mreže raznih oblika i dimenzija. Platforme su okrugle, kvadratne ili pravougaone sastavljene od pocinčanih cijevi postavljenih na bovama od stiropora ili od PVC materijala. Platforme za uzgoj na otvorenom ("off shore" platforme)

su robusne građe i većih dimenzija zbog jakog uticaja talasa i stuja. Mrežni kavezi su građeni od poliamida. Veličina oka se kreće od 5 do 24 cm (Bavčević, 2014).

Prvi korak u uzgoju jeste nasad mlađi. Osnovno je izbjeći unošenje bolesti i izbjeći stres tokom transporta. Genetičke osobine mlađi su jedan od jako važnih faktora. Mlađ se transpotuje u bazenima koji mogu imati mogućnost izmjene morske vode ili u bazenima kojima se dodaje čist kiseonik. Tokom presađivanja mlađi voda na uzgajalištu mora biti niža nego što je u mrijestilištu. Treba izbjegavati nasađivanje mlađi tokom hladnih mjeseci, zbog niskih temepratura koje mogu biti letalne za veliki dio jata. Mlađ se treba nasađivati tokom proljeća, zbog povoljnijih temperatura. Nasađena mlađ se ne hrani prvog dana nasada (Bavčević, 2014).

Uzgojni ciklus brancina traje od 18 do 24 mjeseca, a početna gustina nasada bi trebala biti od 0.1 do 0.4 kg/m^3 (Bavčević, 2014). Do kraja prve godine uzgoja mlađ bude mase od 60 do 90 g. Prirast primarno zavisi od temperature mora tokom ljetnjeg perioda. Povećan mortalitet u prvoj godini nastaje usled oscilacija temperature, kao i usled kanibalizma. Prirast u drugoj godini počinje tokom aprila i traje do novembra mjeseca kada ribe imaju 250 do 350 g. U trećoj godini intenzivan prirast traje od maja do novembra mjeseca, kada ribe dostignu masu i do 500 g (Bavčević, 2014).

Uzgojni ciklus orade je kraći za oko 3 mjeseca, prirast je brži, a mortalitet manji u poređenju sa brancinom. Nakon prve godine orada dostigne masu od oko 140 g, a na kraju druge godine masu do čak 400 g (Bavčević, 2014).

Hranjenje riba u intenzivnom uzgoju oslanja se na gotove proizvode mješaonica hrane za ribe (krmivo). Od opštih postavki pravilnog hranjenja treba napomenuti da je manju ribu potrebno hraniti češće. Prvo hranjenje treba da bude u svitanje da bi se izbjegao kanibalizam, posebno kod mlađi (Bavčević, 2014). Uspješna strategija hranjenja prema Tacon (1988) zavisi od pet važnih faktora:

- ✓ Nutritivnih karakteristika hrane, što obuhvata izbor sirovina, količinu nutrijenata, svarljivost komponenti;
- ✓ Proizvodna tehnologija i fizičke karakteristike dobijene hrane: veličina, oblik, stabilnost u vodi, plovnost, boja i tekstura;
- ✓ Rukovanje i skladištenje hrane prije njene upotrebe;

- ✓ Način hranjena, što obuhvata način unosa hrane u kaveze sa ribom (mehanički, manualni), broj obroka na dan;
- ✓ Kvalitet vode u uzgojnom sistemu: temperatura, koncentracija rastvorenog kiseonika u vodi, koncentracija minerala u vodi, salinitet, turbiditet, brzina strujanja morske vode.

3.10. Uslovi sredine za uzgoj orade i brancina

Odabir lokacije za uzgoj orade i brancina je jako bitan i trebalo bi da zadovolji sledeće parametre: izloženost otvorenom moru, dubina, zagađenje, salinitet, kiseonik, trofički status, fitobentos (Bavčević, 2014).

Što je veća izloženost otvorenom moru, bolja je i izmjena vode na samom uzgajalištu, a samim tim i bolje razrijeđenje čestica koje predstavljaju otpad sa uzgajališta. Zbog toga je uzgoj na otvorenom ili što bliže otvorenim vodama izuzetno bitan. Međutim, u pogledu opreme otvoreno more je nepoželjno, jer može doći do šteta na kavezima usled dejstva jakih talasa. Ovaj problem tehničke prirode se može riješiti postavljanjem potopljenih kaveza (Bugrov i sar., 2015).

Dubina mora je bitna sa dva aspekta: sidrenja uzgojne opreme i apsorpcionog kapaciteta okoline za proizvedene čestice. Što je dubina veća to su veći i troškovi postavljanja uzgajališta, ali sa druge strane je duži put tonuća emitovanih čestica uzgoja i duže je vrijeme njihove razgradnje u vodenom stupcu, pa je uticaj uzgoja na dno obrnuto proporcionalan dubini ispod uzgajališta.

Uzgojno područje treba da bude postavljeno van uticaja zagađenja, posebno otpadnih voda i industrijskog zagađenja. Usled prisustva zagađivača dolazi do akumuliranja raznih štetnih materija u tkivima uzgajanih riba (npr. teški metali) koji se u lancu ishrane mogu prenijeti do samog potrošača, odnosno čovjeka.

Izbor lokacije prema kriterijumu saliniteta ima jedan glavni parametar – stabilan salinitet u toku cijele godine bez velikih kolebanja, jer ribe troše veliku količinu energije da bi spriječile gubitak vode usled većeg saliniteta.

Gustina riba u uzgoju znatno je veća od one u prirodnom staništu. Prvi ograničavajući faktor za rast i razvoj uzgajanih organizama jeste kapacitet pretvaranja hrane u energiju i rast. Da bi se hrana nakon varenja razgradila do energije potrebne za životne funkcije uzgajanih riba, potrebno je osigurati dovoljne količine rastvorenog kiseonika u vodi. U oligotrofnim

morima, kao što je Sredozemno more, koncentracija rastvorenog kiseonika dostiže 90 – 100 % mogućeg zasićenja. Takve lokacije uz dovoljnu prostrujenost uzgojnog akvatorijuma osiguravaju dovoljne količine kiseonika za uspješan kavezni uzgoj riba.

Oblasti sa visokom stepenom trofičnosti najčešće nemaju dodatnih mogućnosti za povećanje trofičkog statusa. Izuzeci su protočna eutrofna područja, kojima protočnost može dovoljno razrijediti dodatnu emisiju materije i energije da nema opasnosti od znatnog povećanja trofičkog statusa (ušća rijeka). Područja nižeg trofičkog statusa (oligotrofna i mezotrofna područja) imaju veći apsorpcioni kapacitet za dodavanje materije i energije u sistem, što takođe zavisi od veličine uzgojnog sistema i veličine recipijenta za emisiju iz uzgoja.

Staništa morskih cvjetnica i njihova zaštita se smatraju izuzetno važnim za ukupnu održivost morskog ekosistema. U Jadranu su to *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina* i *Zostera noltii*. S obzirom na to da morske cvjetnice žive do dubina na kojima ima dovoljno svjetlosti za fotosintezu, ne preporučuje se postavljanje instalacija za uzgoj iznad livada morskih cvjetnica jer na taj način dolazi do zasjenjenja livada uzgojnim elementima, a takođe se javlja i posredno zasjenjenje uzrokovano emisijom čestica iz uzgoja. Pored svjetlosti, javlja se i problem sa kiseonikom koji je neophodan korijenu cvjetnica, a koji ukoliko se uzgajalište nalazi iznad livada cvjetnica utiče na pojavu anoksije sedimenta usled emisije čestica iz uzgoja i njihovog taloženja i razlaganja na morskom dnu. Svi ovi problemi sa fitobentosom se izbjegavaju postavljanjem uzgajališta na mjesta gdje je dubina mora veća od 30 metara.

4. PODRUČJE ISTRAŽIVANJA – BOKOKOTORSKI ZALIV

Bokokotorski zaliv se nalazi na jugoistočnoj obali Jadranskog mora i određen je tačkama: 42° 31' 00" N, 42° 23' 32" S, 18° 46' 32" E i 18° 30' 29" W. Smatra se da je zaliv nastao kombinovanim dejstvom tektonskih sila i fluvijalne erozije (Milojević, 1953). Predstavlja dosta zatvoren i izolovan sistem pa se samim tim karakteriše i specifičnim hidrografskim uslovima u poređenju sa otvorenim morem.

Zaliv čine dvije cjeline, unutrašnji i spoljašnji dio, a svaku od cjelina čine dva manja zaliva. Kotorski i Risanski zaliv su dio unutrašnje cjeline, dok Tivatski i Hercegnovski zaliv čine spoljašnju cjelinu. Unutrašnji i spoljašnji dio zaliva su povezani preko tjesnaca Verige (širine ~ 350 m), dok su Tivatski i Hercegnovski zaliv povezani tjesnacom Kumbor (širine ~ 800 m). Ka otvorenom moru je prolaz između rtova Oštra i Mirište (~ 3 km) (Bortoluzzi i sar., 2016). Bortoluzzi i sar. (2016) na osnovu morfologije i strukture dijele zaliv na tri basena: Hercegnovski zaliv, Tivatski zaliv i Morinjsko-Risansko-Kotorski zaliv.

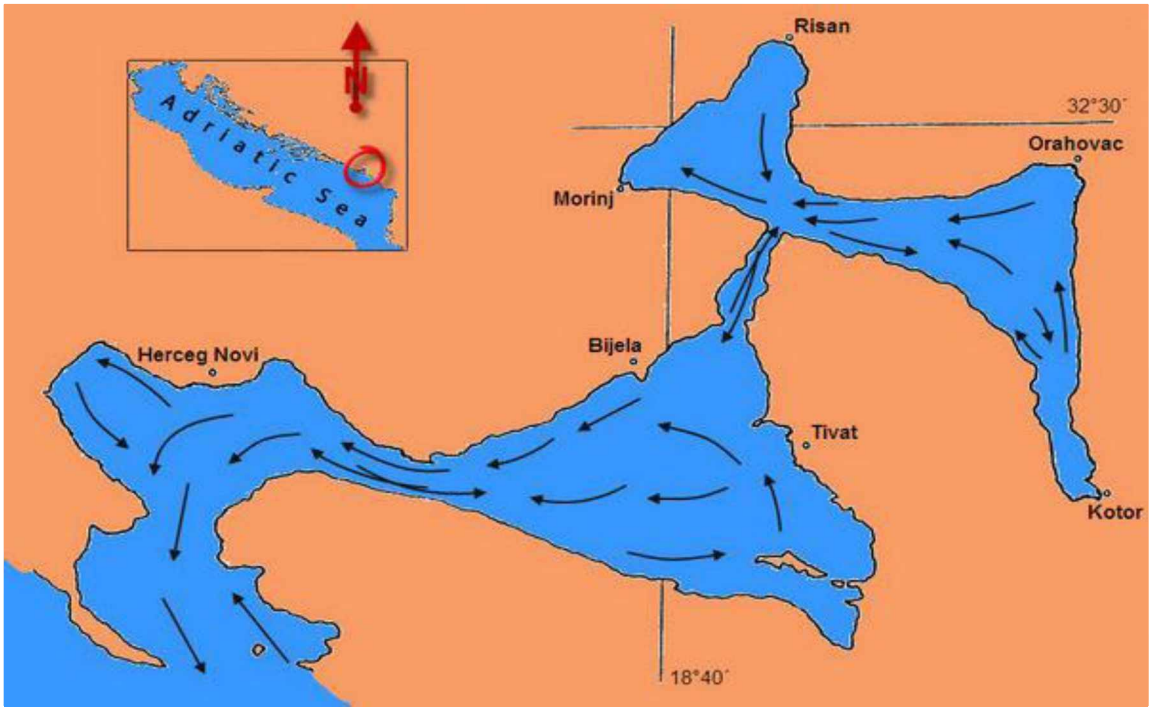
Dužina obalne linije Bokokotorskog zaliva je ~ 106 km, ukupna površina akvatorijuma zaliva iznosi ~ 84 km^2, dok je ukupna zapremina Bokokotorskog zaliva ~ 2.4 x 10^6 m^3. Najveća dubina zaliva je ~ 60 m, dok je srednja dubina cijelog zaliva ~ 28 m (Drakulović, 2012; Bortoluzzi i sar., 2016).

Zaliv je okružen dinarskim planinskim masivima (Lovćen i Rumija) i ako nije nastao glacijalnom aktivnošću karakteriše se kao najjužniji Evropski fjord (Frankl i sar., 2016). Obalni dio zaliva je uglavnom strm, obiluje brojnim potocima, riječicama i rijekama. Prema Lepetić (1965) dno zaliva je uglavnom prekriveno glinom. U dijelu Risanskog zaliva se pored gline nalazi i pjeskovita glina, u Tivatskom zalivu je osim gline prisutan i glinasto-ilovasti pijesak i glinasta ilovača, dok je u Hercegnovskom zalivu pored gline morsko dno prekriveno i ilovastom glinom i glinastim pijeskom. Na ulazu u Bokokotorski zaliv, javljaju se glina, glinasti pijesak i pijesak. Na potezu Orahovac – Perast i Risan – Morinj se pruža hridinasto dno sa podvodnim grebenima. Podvodni grebeni se nalaze i na ulazu u zaliv kao i u tjesnacu Verige (Lepetić, 1965).

Tok struja u zalivu zavisi od meteoroloških uslova (vjetrovi bura i jugo), dotoka slatkih voda sa kopna i podmorskih izvora slatke vode (Bortoluzzi i sar., 2016). Struje u površinskom dijelu uglavnom zavise od vjetrova, dok struje u pridnenom sloju zavise od dotoka slatkih voda (Bellafiore i sar., 2011). Generalni tok struja u Kotorskom zalivu ima izlazni karakter uz

površinu, sa snažnom dinamikom u centralnom dijelu i sve slabijom u perifernim dijelovima zaliva. Prisutan je kružni tok strujanja kao posledica konfiguracije obale. Strujanje uz istočnu obalu Kotorskog zaliva poprima sjeverni, a uz zapadnu obalu južni smjer. U tjesnacu Verige u hladnijem periodu godine preovlađuju izlazne struje. Pravac kretanja morskih stuja od ulaza u Bokokotorski zaliv je preko Kabale, Rosa, kroz Kumborski tjesnac, duž Pristana, Krašića, uvale Krtole, Kukuljine. Odatle se odvajaju struje jednim dijelom prema tjesnacu Verige, a drugim dijelom se savijaju i idu prema suprotnoj obali zaliva odnosno prema Bijeloj i preko Baošića, Đenovića, Kumbora, Zelenike, Meljina, Herceg-Novog, Tople, Igala i Njivica vraćaju u otvoreno more. U pridnenim slojevima smjer struja je ulazni (Drakulović, 2012). Prema Bellafiore i sar. (2011) najjače struje su u predjelu Veriga u zimskom periodu kada je i dotok slatke vode najveći (preko 20 cm/s). U unutrašnjem dijelu zaliva se u periodu od oktobra do maja mjeseca javljaju i vertikalne struje koje podižu nutrijente i detritus sa dna i time doprinose kvantitativnom povećanju koncentracije nutrijenata u vodi i većoj produktivnosti (Mandić S. i sar., 2001; 2016). Na slici 4.1 je prikazan generalni tok morskih struja u Bokokotrskom zalivu.

U periodu maksimalnog dotoka slatke vode rezidentno vrijeme vode se kreće od 7 (spoljašnji dio zaliva) do 15 dana (unutrašnji dio zaliva). U periodu minimalnog dotoka slatkih voda rezidentno vrijeme vode Kotorskog zaliva je čak 70 dana, Tivatskog 15-25 dana, dok je na samom ulazu u Bokokotorski zaliv rezidentno vrijeme vode 5 dana (Bellafiore i sar., 2011 – cit. iz Pestorić, 2013).



Slika 4.1. Tok morskih struja u Bokokotorskom zalivu (Mandić S. i sar., 2001)

Prilivi slatkih voda u zalivu su različiti. U Bokokotorski zaliv se uliva 9 rijeka i četiri podzemna izvora od kojih je jedan na samom ulazu u zaliv (Bellafiore i sar., 2011). Tokom cijele godine aktivne su rijeke Škurda i Široka, dok su ostale rijeke aktivne samo za vrijeme kasne jeseni, zime i ranog proljeća. Svi ovi izvori dobijaju vodu iz Lovćenskog i Orjenskog masiva gdje se nalazi i najkišovitije područje u Evropi, Crkvice sa 5840 mm godišnjih padavina (Magaš, 2002 - cit. Pestorić, 2013).

Meteorološki uslovi imaju veliki uticaj na sezonsku dinamiku fizičko-hemijskih parametara vode u Bokokotorskom zalivu. Obilne padavine od novembra do aprila mjeseca uzrokuju veoma veliki priliv kopnenih voda i kao posledica toga dolazi do snižavanja temperature i saliniteta, posebno u površinskim slojevima. U zimskog periodu na snižavanje temperature i saliniteta utiče i bura. U ljetnjem periodu visočija temperatura vazduha utiče na obrnutu pojavu odnosno na povećanje temperature i saliniteta, kao rezultat veće insolacije i smanjene precipitacije. Sve ovo dovodi do izrazite sezonske dinamike niza hidrografskih faktora, što se reflektuje i na živi svijet. Sezonska kolebanja ova dva faktora su mnogo veća u unutrašnjem nego u spoljašnjem dijelu zaliva, s obzirom na veći priliv kopnenih voda (Stjepčević, 1967). Variranje saliniteta je mnogo veće u unutrašnjem dijelu zaliva u poređenju

sa spoljašnjim, pa tako u periodu velikog priliva slatkih voda (jesen, zima) salinitet u Kotorskom i Risanskom zalivu može da bude i ispod 5‰. Priliv kopnenih voda u Tivatskom i Hercegnovskom zalivu je manji, pa je samim tim i salinitet visočiji (Drakulović, 2012).

Boja morske vode u zalivu se kreće od plave do zelenkaste, a u periodu jakih padavina i do braon-žute usled spiranja zemljišta sa okolnog terena. Providnost vode gotovo nikad ne prelazi 20 m (3 – 16.5 m) (Mandić S. i sar., 2016).

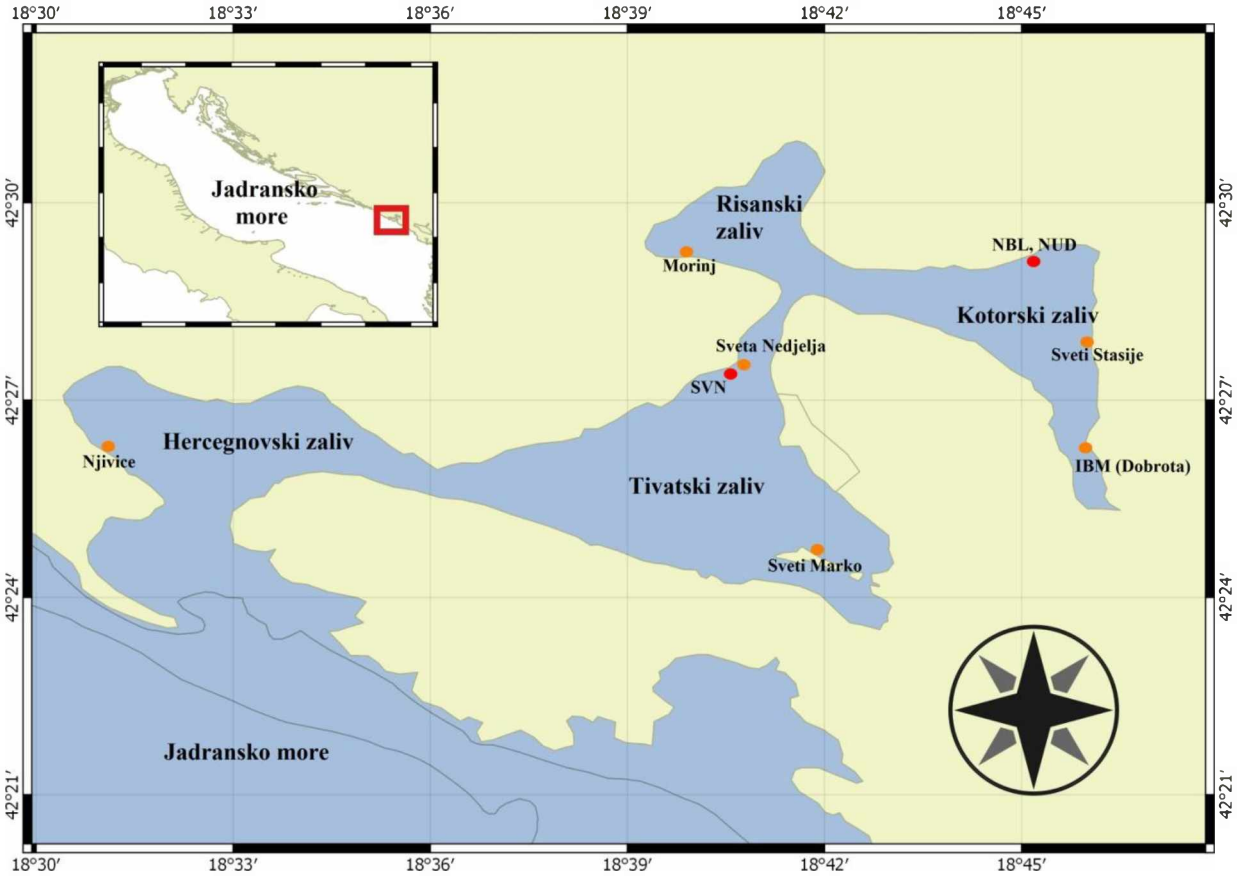
5. MATERIJAL I METODE

5.1. Lokaliteti

Jedan dio eksperimenta je sproveden kroz analize rasta, preživljavanja, mortaliteta i kondicionog indeksa dagnji, kao i rasta, preživljavanja i mortaliteta kamenica na ukupno tri pozicije u okviru dva uzgajališta u Bokokotorskom zalivu (Orahovac i Kamenari). Na sve tri pozicije su takođe uzorkovane dagnje sa ciljem histološke analize gonada.

Uzgajalište u Orahovcu je pod uticajem uzgoja ribe, tj. uzgajalište na kome se uzgajaju ribe i školjke zajedno. Na ovom uzgajalištu su dvije pozicije eksperimenta, pozicija NBL koja je neposredno pored kaveza sa ribom (udaljenost 10 m) i pozicija NUD koja je udaljena 100m od kaveza sa ribom. Na ovom uzgajalištu su praćeni fizičko-hemijski i biološki parametri vode, kao i biološki parametri tkiva dagnji (Slika 5.1). Na uzgajalištu u Kamenarima se uzgajaju samo školjke – monokultura, i tu je treća pozicija eksperimenta SVN. Na ovom uzgajalištu su takođe praćeni fizičko-hemijski i biološki parametri vode i biološki parametri tkiva dagnji (Slika 5.1.1).

Drugi dio eksperimenta je bio baziran na istraživanju prirodnih populacija školjki i sproveden je kroz sakupljanje školjki autonomnim ronjenjem na 6 različitih lokaliteta u Bokokotorskom zalivu: Njivice, Sveti Marko, Sveta Neđelja, Morinj, Sveti Stasije, Institut za biologiju mora – IBM, Dobrota (Slika 5.1).



Slika 5.1.1. Istraživane pozicije u Bokokotorskom zalivu (crveni krugovi – pozicije za praćenje prirasta, preživljavanja, mortaliteta dagnji i kamenica kao i kondicionog indeksa i histologije gonada dagnji; narandžasti krugovi – lokaliteti za istraživanje prirodnih populacija školjki)

5.2. Fizičko-hemijski i biološki parametri vode i tkiva dagnji

Voda za određivanje fizičko-hemijskih i bioloških parametara je uzorkovana na oba uzgajališta jednom mjesečno na dubini između 2 i 3 m Niskin crpcem zapremine 5 l.

Temperatura i salinitet su mjereni *in situ* sondom (Multiline P4; WTW).

Koncentracija kiseonika u vodi je određena metodom po Winkleru (Winkler, 1888).

Providnost vode je mjerena pomoću Secchi diska prečnika 30 cm.

Nutrijenti (silikati, nitrati, nitriti, fosfati) su određeni pomoću Strickland i Parsons metode (1972) koja je modifikovana prema „Protocols for the joint global ocean flux study (JGOFS) core measurements (1994)".

Kvalitativna analiza fitoplanktona je vršena pomoću ključeva za determinaciju taksona morskog fitoplanktona (Cupp, 1943; Hustedt, 1930; Schiller, 1933, 1937; Peragallo i

Peragallo, 1965; Dodge, 1985; Sournia, 1989). Kvantitativna analiza fitoplanktona je vršena pomoću invertnog mikroskopa Leica DMI4000 B, metodom po Utermöhlu (1958) uz korišćenje komorica za sedimentaciju zapremine 25 cm^3.

Koncentracija hlorofila *a* je određena spektrofotometrijskom metodom, prema APHA (1995) koja je u skladu sa procedurom koju su predložili Jeffrey i sar. (1997). Uzorci su filtrirani kroz Whatman GF/F filter promjera 0.45μm koji je potom maceriran sa 5 ml 90% acetona. Zatim su uzorci stavljeni na tamno do 24h na 4°C, a nakon toga centrifugirani 20 minuta na 2000 o./min. Ekstrakt iznad taloga se potom presipao u čistu ekivetu. Absorbanca ekstrakta je mjerena na spektrofotometru na talasnim dužinama E630, E647, E664, E750. Sadržaj hlorofila *a* po jedinici zapremine (mg/m^3) je dobijen po formuli:

$$Chl\ a\ (mg/l) = 11.85 * (E664 - E750) - 1.54 * (E647 - E750) - 0.08 * (E630 - E750)$$

$$Chl\ a\ (mg/m^3) = Chl\ a\ (mg/l) * zapremina\ ekstrakta\ (l) / zapremina\ uzorka\ (m^3)$$

Za detekciju i brojnost *E. coli* je korišćena metoda (MEST EN ISO 9308-1:2015), a za intestinalne enterokoke metoda (MEST EN ISO 7899-2:2011). Prvo je vršena sterilizacija filtera, potom filtrirano 100 ml uzorka i pravljena razređenja (10 ml i 1 ml). Nakon toga je vršena inkubacija filter papira na CCA agru za utvrđivanje *E. co*li na 36 ± 2°C 24h kao i Slanetz&Bartley agaru za utvrđivanje streptokoka 36 ± 2°C 48h. Potom su na CCA agru prebrojane karakteristične modroplave kolonije koje formira *E. coli*. Filter sa Slanetz&Bartley agra je prenijet na Bile esculin agar i inkubiran najviše 2h na 44 ± 0.5°C. Potom su izbrojane crne kolonije sa karakterističnim oreolom kao intestinalne enterokoke.

Za kvantitativnu i kvalitativnu analizu biotoksina u tkivu dagnji je uzorkovano oko 2 kg dagnji sa vrha, sredine i dna pergolara, otklonjena im je ljuštura i oko 100 g tkiva je zamrznuto do obrade. Za analizu domoične kiseline (DA) je korišćen tečni hromatograf visokih performanski sa UV detektorom (Quilliam i sar., 1995), a za analizu 6 saksitoksina (GTX1,4; GTX2,3; NEO; STX; dcSTX; C1,2) tečni hromatograf visokih performansi sa fluorescentnim detektorom (AOAC, 2005). Priprema uzoraka je tekla kroz sledeće procese: homogenizacija tkiva, ekstracija metanolom i sirćetnom kiselinom, centrifugiranje, filtriranje, ekstrakcija na krutoj fazi, perjodna i peroksidna oksidacija (za saksitoksine). Granice detekcije i kvantifikacije su određeni na osnovu standardne devijacije blanka.

5.3. Prirast, preživljavanje i mortalitet dagnji

Eksperiment analize prirasta, preživljavanja i mortaliteta dagnji je započeo u januaru 2015. godine i trajao do januara 2016. godine. U toku januara 2015. godine sakupljene su dagnje približno iste dužine sa eksperimentalnog uzgajališta Instituta za biologiju mora u Kotoru. Sve jedinke su očišćene od obraštajnih organizama i izmjerena im je širina, visina i dužina ljušture pomičnim mjerilom do 0.1 mm. Potom su jedinke markirane improvizovanim markacijama. Markacije su napravljene od kuhinjskih gumeno-plastičnih vodootpornih podmetača (WelkHOME, Italia) tako što su sječene na komadiće veličine 12 x 5 mm. Na njima su skalperom i plinskom lemilicom urezani brojevi koji su potom podebljani crnim vodootpornim markerom. Markacije su zalijepljene na ljušture školjki pomoću dvokomponentog ljepila (ABRO EPOXY STEEL, USA). Dagnje su potom postavljene u plastične gajbe dimenzije 48 x 29 x 5 cm i spuštene na dubinu između 2 i 3 m (Slika 5.3.1). Na uzgajalištu u Orahovcu je postavljeno 110 jedinki na uzgojnoj liniji koja je najbliža kavezima sa ribom (10 m od kaveza, pozicija NBL) i 110 jedinki na uzgojnoj liniji koja je najudaljenija od kaveza sa ribom (100 m od kaveza, pozicija NUD). Na uzgajalištu u Kamenarima je postavljeno ukupno 112 jedinki (pozicija SVN). Eksperiment je postavljen krajem januara 2015. godine na sve tri pozicije, nakon čega su jedinke svakog drugog mjeseca vađene iz mora, mjerena im je širina, visina i dužina ljušture, evidentiran je i broj uginulih jedinki (Slika 5.3.2). Jedinke su prilikom svakog mjerenja očišćenje od obraštajnih organizama, kao i kašete u kojima su bile uzgajane.

Slike 5.3.1. i 5.3.2. Postavljanje eksperimenta za praćenje prirasta dagnji na poziciji SVN i mjerenje jedinki

5.4. Kondicioni indeks dagnji

Za praćenje kondicionog indeksa na sve tri pozicije (NBL, NUD, SVN) su postavljene dagnje u najlonskim pergolarima promjera okca 2-3 cm za period od 12 mjeseci. Ukupno je postavljeno 36 pergolara sa po oko 40 jedinki dagnji približno iste dužine, koje su sakupljene sa eksperimentalnog uzgajališta Instituta za biologiju mora u Kotoru. Pergolari su postavljeni krajem januara 2015. godine i u narednih 12 mjeseci je krajem svakoga mjeseca 30 jedinki uzorkovano za analizu kondicionog indeksa sa svake od pozicija (Slika 5.4.1 – 5.4.2). Kondicioni indeks je računat kao odnos mase mokrog mesa (*mm*) i ukupne mase školjki (*um*) (Almeida i sar., 1999).

$$KI = \frac{mm\ (g)}{um\ (g)} * 100$$

Slike 5.4.1. i 5.4.2. Pripremljen pergolar za nasad i obrada jedinki u laboratoriji

5.5. Histološka analiza gonada dagnji

Svakog mjeseca u periodu od 12 mjeseci (januar 2015 – januar 2016) je uzorkovano po pet jedinki dagnji sa svake od tri pozicije (NBL, NUD, SVN) za histološku analizu gonada (N=180). Gonade su izolovane od ostalog dijela tkiva pomoću pincete i makazica i konzervirane u 10% formalinu u plastičnim bočicama volumena 15 ml. Gonade za histološku analizu su pripremljene parafinskom tehnikom koja se sastojala iz nekoliko koraka: dehidracija i infiltracija, prožimanje parafinom, uklapanje, rezanje i bojenje (Popović, 2012). Parafinska tehnika na fiksiranim gonadama je urađena od strane kolega sa Instituta za oceanografiju i ribarstvo iz Splita, Hrvatska.

Histološki preparati su obrađeni kvalitativno i kvantitativno. Svaki preparat je pogledan na mikroskopu Zeiss Axio pri povećanju od 100x, 200x i 400x i određen je razvojni stadijum gonada po Lubet (1959) (Tabela 5.5.1). Izračunat je srednji gonadni indeks (SGI) za svaki mjesec na ukupnom uzorku (N=180) tako što se suma proizvoda jedinki sa određenim stadijumom (*ni*) i broja toga stadijuma (*Si*), podijeli sa ukupnim brojem jedinki koje su analizirane (*N*) (Gosling, 2003; Benomar i sar., 2006).

$$SGI = \frac{\sum ni * Si}{N}$$

Tabela 5.5.1. Razvojni stadijum gonada dagnji (Lubet, 1959)

Stadijum	Opis gonada	Si
0	Neaktivne	1
I	Rano sazrijevanje	2
II	Kasno sazrijevanje	2
IIIA	Zrele	3
IIIB	Mrijest	2
IIIC	Ponovno razvijanje	2
IIID	Izmriještene, prazne	1

Kvantitativna metoda se zasnivala na mjerenju broja i dijametra oocita sa vidljivim jedrom unutar vidnog polja pri povećanju od 100x (~ 1,22 mm²) korićenjem fotoaparata AxioCam ICc3 i programa Axio Vision Rel. 4.6.

Pol je determinisan vizuelno na osnovu boje gonada, gonade kod polno zrelih mužjaka su mliječno bele-krem boje, dok su gonade ženki narandžasto-crvenkaste boje (Dardignac-Corbel, 1990). Za analizu odnosa polova su pored jedinki koje su korišćene za histološku analizu (NBL=60; NUD=60; SVN=60), takođe korišćene i jedinke na kojima je vršena analiza kondicionog indeksa (NBL=360; NUD=360; SVN=360) (N=1260).

5.6. Prirast, preživljavanje i mortalitet kamenica

Eksperiment analize prirasta, preživljavanja i mortaliteta kamenica je započeo u martu 2015. godine i trajao do septembra 2016. godine. U toku marta 2015. godine su sakupljene kamenice približno iste dužine u okolini Kamenara, Herceg Novi, metodom autonomnog ronjenja. Sve jedinke su očišćene od obraštajnih organizama i izmjerena im je širina, visina i dužina ljušture pomičnim mjerilom do 0.1 mm. Potom su jedinke markirane improvizovanim markacijama. Markacije su napravljene od kuhinjskih gumeno-plastičnih vodootpornih podmetača (WelkHOME, Italia) tako što su sječene na komadiće veličine 12 x 5 mm. Na njima su skalperom i plinskom lemilicom urezani brojevi koji su potom podebljani crnim vodootpornim markerom. Markacije su zalijepljene na ljušture školjki pomoću dvokomponentog ljepila (ABRO EPOXY STEEL, USA). Kamenice su potom postavljene u plastične gajbe dimenzije 48 x 29 x 5 cm i spuštene na dubinu između 2 i 3 m (Slika 5.6.1). Na uzgajalištu u Orahovcu je postavljeno 110 jedinki na uzgojnoj liniji koja je najbliža kavezima sa ribom (10 m od kaveza, pozicija NBL) i 110 jedinki na uzgojnoj liniji koja je najudaljenija od kaveza sa ribom (100 m od kaveza, pozicija NUD). Na uzgajalištu u Kamenarima je postavljeno ukupno 110 jedinki (pozicija SVN). Eksperiment je postavljen sredinom marta 2015. godine na sve tri pozicije, nakon čega su jedinke svakog drugog mjeseca vađene iz mora, mjerena im je širina, visina i dužina ljušture, evidentiran je i broj uginulih jedinki. Jedinke su prilikom svakog mjerenja očišćenje od obraštajnih organizama, kao i kašete u kojima su bile uzgajane.

Slika 5.6.1. Kamenice pripremljene za analizu prirasta na uzgajalištu u Orahovcu

5.7. Istraživanje prirodnih populacija školjki

Istraživanje prirodnih populacija školjki u oblasti Bokokotorskog zaliva je započelo tokom proljeća 2015. godine i trajalo je do jeseni 2016. godine. Istraživanje je bilo podijeljeno na 4 terenska izlaska: proljeće 2015, jesen 2015, proljeće 2016 i jesen 2016. Metodologija je bila zasnovana na autonomnom ronjenju duž transekta od 100 metara i na kojem su u širini od 1 m sa jedne i druge strane sakupljane žive školjke i ljušturni ostaci (ukupna površina transekta na svakom od lokaliteta je bila 200 m^2) (Slika 5.7.1). S obzirom da su se u gotovo svim uzorcima nalazili ljušturni ostaci bez živih jedinki, uzorci su nakon sakupljanja ostavljeni da se prosuše, nakon čega su obrađeni kvalitativno i kvantitativno.

Sav sakupljeni materijal je determinisan pomoću ključeva za determinaciju (Cossignani i sar., 1992; Poppe i Goto, 2000; Riedl, 2002; Zenetos i sar., 2003; Milišić, 2007; Doneddu i Trainito, 2010; Huber, 2010; Turk, 2011; Bakran-Petricioli, 2016; Prvan i Jakl, 2016). Nomenklatura i sistematsko kategorisanje vrsta je urađeno pomoću WoRMS baze – World Register of Marine Species (www.marinespecies.org). Kvantitativna analiza je bila bazirana na brojanju ljuštura svake vrste (Slika 5.7.2). Određen je MNI (*eng.* Minimum Number of Individuals), odnosno minimalni broj jedinki, tako što su izbrojani svi lijevi i desni kapci ljušture i uzet je veći broj (Mason i sar., 1998).

Slika 5.7.1. Ronioci na lokalitetu Njivice

Slika 5.7.2. Kvantitativna i kvalitativna analiza uzoraka

5.8. Statistička obrada podataka

Svi dobijeni rezultati su se unosili upotrebom Microsoft Office Exel programa u kojem je bila odrađena i deskriptivna statistika. Za testiranje statistički značajnih razlika su se koristili statistički paketi Microsoft Office Exel, R i Primer 6. Homogenost varijansi je bila testirana pomoću Levene's, Fligner-Killeen i Bartlett testa.

Za poređenje fizičko-hemijskih i bioloških parametara vode između uzgajališta je korišćen Studentov t-test ($p<0.05$) za one uzorke čija je varijabilnost bila po normalnoj raspodjeli i neparametrijski Mann-Whitney U test ($p<0.05$) za uzorke čija je varijabilnost odstupala od normalne raspodjele.

Za analizu prirasta dagnji i kamenica upotrijebljena je dvofaktorska ANOVA sa ponavljanjima ($p<0.05$) i Turkey *post hoc* test. Elementi Bertalanffy-jeve jednačine rasta su analizirani na osnovu Munrosove metode u FISAT II v.1.2.2 statističkom paketu (Gayanilo i sar., 2005).

$$L^t = L_\infty \left[1 - e^{-k(t-t_0)}\right]$$

L^t – dužina školjke u vremenu, L_∞ – asimptota, k – koeficijent trenutne stope rasta

Za analizu kondicionog indeksa između pozicija je korišćena jednofaktorska ANOVA ($p<0.05$) sa Turkey *post hoc* testom kada je varijabilnost bila po normalnoj raspodjeli. U suprotnom se koristio neparametrijski Kruskal-Wallis test ($p<0.05$) sa Dunn *post hoc* testom.

Za analizu odnosa polova je korišćen Chi-kvadrat (χ^2) test.

Indeksi biodiverziteta na svakom od lokaliteta su izračunati u programu Primer 6.0 software package (Clarke & Gorley, 2006). Izračunati su sledeći indeksi biodiverziteta:

Shannon-Wienerov indeks – indeks raznovrsnosti (pi brojčani udio i-te vrste od ukupno prisutnih vrsta)

$$H' = -\sum pi\ lnpi$$

Pielou indeks – indeks ravnomjernosti raspodjele vrsta (H' je Shannon-Wienerov indeks, S je broj vrsta)

$$J' = \frac{H'}{logS}$$

Margalefov indeks – indeks specifičnog bogatstva vrsta (S je broj vrsta, N je ukupan broj jedinki)

$$d = \frac{(S-1)}{\log N}$$

Simpsonov indeks – indeks dominantnosti (ni je broj jedinki svake vrste, N je ukupan broj jedinki svih vrsta)

$$1 - D = 1 - \sum (\frac{ni}{N})^2$$

Dominantnost (d) je izračunata po metodi Krebs-a (2001) (a_i – broj individua te vrste, a $\sum a_i$ ukupan broj individua svih vrsta)

$$d = \frac{ai}{\sum_{i=1}^{n} ai}$$

Na osnovu dobijenih vrijednosti dominantnosti, vrste su podijeljene u pet kategorija:

Eudominantne (Ed), d ≥ 10 %

Dominantne (D), 5 % ≤ d < 9.9 %

Subdominantne (Sd), 2 % ≤ d < 4.9 %

Recedentne (R), 1 % ≤ d < 1.9 %

Subrecedentne (Sr), d < 1 %.

Konstantnost (F) je izračunata po metodi Fritz (1975) (a – ukupan broj uzoraka, b – broj uzoraka u kojima je vrsta zabilježena)

$$F = 100 * \frac{a}{b}$$

Na osnovu dobijenih vrijednosti konstantnosti, vrste su podijeljene u četiri kategorije:

Eukonstantne (Ek), 75 % ≤ F < 100 %

Konstantne (K), 50 % ≤ F < 74.9 %

Akcesorne (As), 25 % ≤ F < 49.9 %

Akcidentne (Ac), F < 25 %

Indeksi sličnosti (S) – Izračunata su dva indeksa sličnosti između istraživanih lokaliteta, Sorensenov indeks i Žakardov indeks (Jaccard, 1912; Sorensen, 1948):

Sorensenov indeks sličnosti (S_s)(a – ukupan broj vrsta u prvoj zajednici, b – ukupan broj vrsta u drugoj zajednici, c – broj zajedničkih vrsta ove dvije zajednice)

$$Ss = \frac{2 * c}{a + b}$$

Žakardov indeks sličnosti (Sj) (a – broj vrsta koje se javljaju samo u prvoj zajednici, b – broj vrsta koje se javljaju samo u drugoj zajednici, c – broj zajedničkih vrsta ove dvije zajednice)

$$Sj = \frac{c}{a + b + c}$$

Analiza sličnosti između glavnih područja je urađena i u programu Primer 6.0 software package (Clarke & Gorley, 2006) pomoću ordinacijske metode multidimenzionalnog grupisanja (MDS). Lokaliteti su grupisani i podijeljeni na četiri glavna područja (Kotorski, Risanski, Tivatski i Hercegnovski zaliv). Svi podaci su prethodno transformisani kvadratnim korjenovanjem radi izbjegavanja grešaka usled velike brojnosti pojedinih vrsta. Korišćena je metoda po Bray i Curtis (1957). Jednosmjerni ANOSIM test je korišćen da se utvrde sličnosti/razlike u zajednicama između glavnih područja, sličnosti/razlike u zajednicama između sezona uzorkovanja i sličnosti/razlike na osnovu tipa podloge. SIMPER test ili test postotne sličnosti je korišćen da se izračunaju prosječne različitosti između četiri glavna područja.

Bray Curtisov koeficijent (yij je brojnost i-te vrste u j-tom uzorku, yik je brojnost i-te vrste u k-tom uzorku)

$$S'jk = \{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p} |yij - yik|}{\sum_{i=1}^{p} |yij + yik|}\}$$

6. REZULTATI

6.1. Fizičko-hemijski parametri vode

6.1.1. Temperatura

Temperatura vode na uzgajalištu u Orahovcu se kretala od minimalne vrijednosti 11.6°C u februaru 2015. godine do maksimalne vrijednosti 27.9°C u julu 2015. godine (prosječna vrijednost 18.6°C). Na uzgajalištu u Kamenarima je minimalna temperatura bila 10.5°C tokom januara 2016. godine, a maksimalna 26.5°C tokom avgusta 2015. godine (prosječna vrijednost 18.7°C). Temperature ispod 15°C su na oba uzgajališta zabilježene tokom januara, februara i marta 2015 i 2016. godine. Temperature iznad 20°C su zabilježene tokom juna, jula i avgusta na oba uzgajališta tokom obje istraživane godine. T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu temperature (t=0.045; p=0.963). Mjesečna kolebanja temperature na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.1.1.

Slika 6.1.1.1. Vrijednosti temperature na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.2. Salinitet

Salinitet vode na uzgajalištu u Orahovcu se kretao od minimalne vrijednosti 13.8‰ u februaru 2015. godine do maksimalne vrijednosti 35.2‰ u decembru 2015. godine (prosječna vrijednost 26.9‰), dok je na uzgajalištu u Kamenarima minimalna vrijednost saliniteta bila tokom februara 2015. godine i iznosila je 19.8‰, a maksimalna u decembru 2015. godine, 37.1‰ (prosječna vrijednost 30.6‰). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu saliniteta (t=1.921; p=0.061). Mjesečna kolebanja saliniteta na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.2.1.

Slika 6.1.2.1. Vrijednosti saliniteta na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

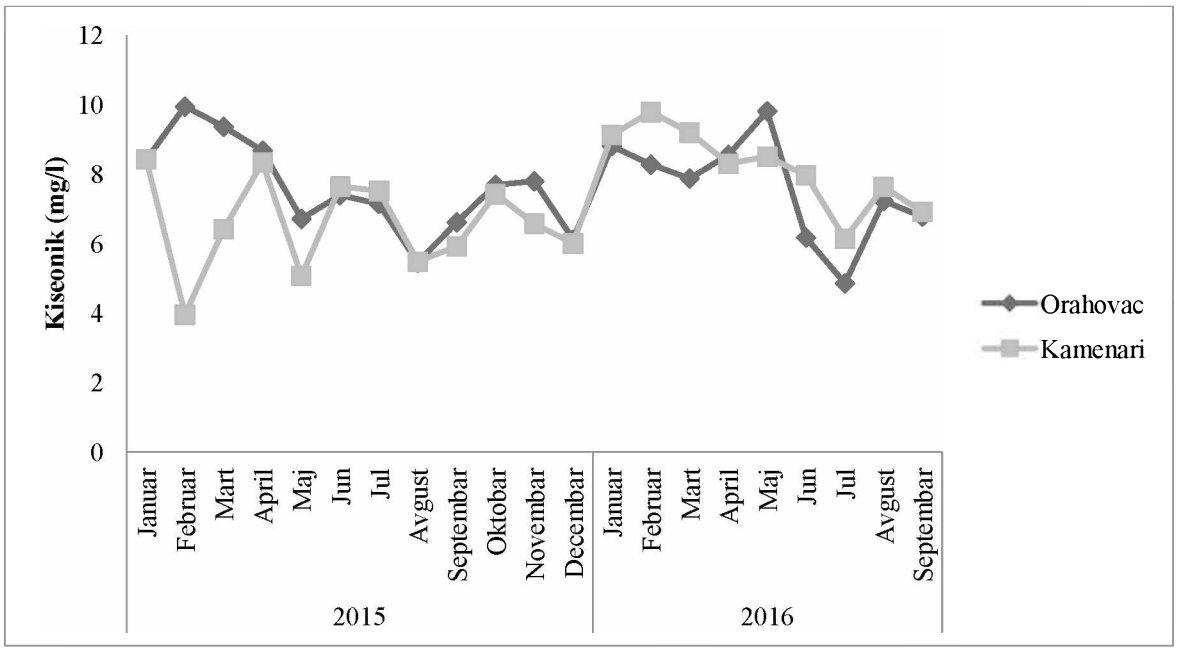
6.1.3. Providnost

Najveća providnost vode na uzgajalištu u Orahovcu je iznosila 15 m tokom septembra 2015. godine, a najmanja je iznosila 6 m tokom februara i oktobra 2015. i maja 2016. godine (prosječna vrijednost 10.09 m). Na uzgajalištu u Kamenarima je najveća providnost bila tokom juna i septembra 2015. godine i iznosila je 13 m, a najmanja tokom januara i oktobra 2015. i jula 2016. godine i iznosila je 7 m (prosječna vrijednost 9.7 m). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu providnosti vode (t= -0.565; p=0.574). Mjesečna kolebanja providnosti vode na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.3.1.

Slika 6.1.3.1. Providnost na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.4. Kiseonik

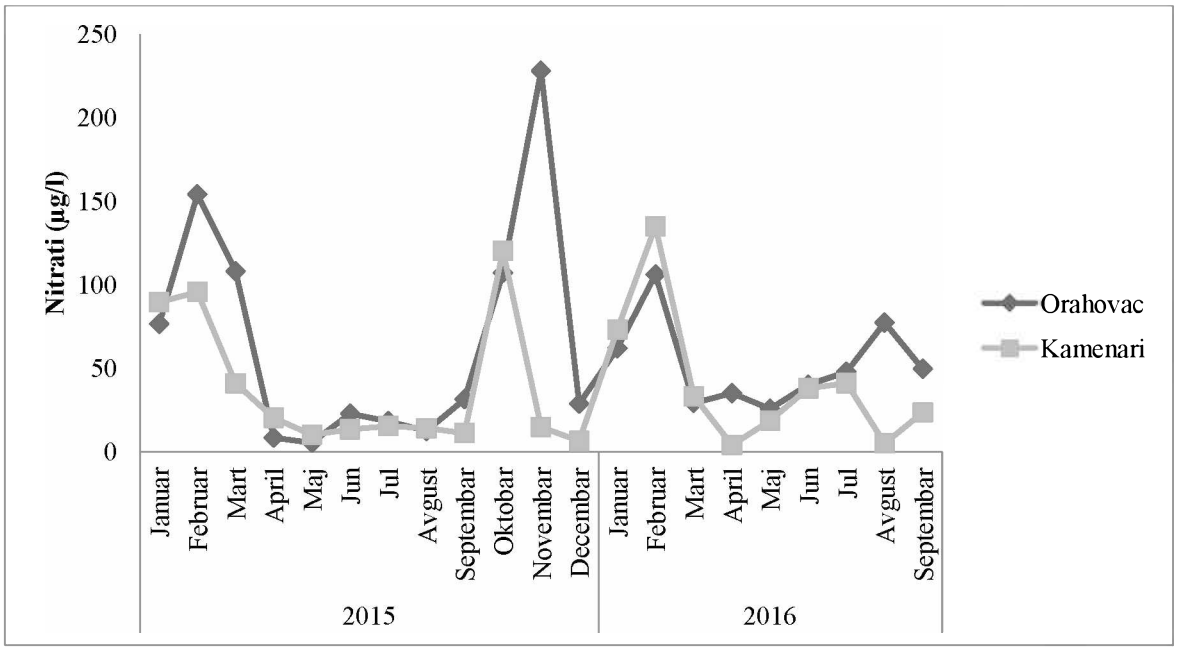
Najveća vrijednost rastvorenog kiseonika u vodi na uzgajalištu u Orahovcu je bila tokom februara 2015. godine i iznosila je 9.94 mg/l, a najmanja tokom jula 2016. godine, 4.85 mg/l (prosječna vrijednost 7.59 mg/l). Na uzgajalištu u Kamenarima je najveća vrijednost rastvorenog kiseonika bila 9.78 mg/l tokom februara 2016. godine, a najmanja 3.95 mg/l u februaru 2015. godine (prosječna vrijednost 7.25 mg/l). Mann-Whitney U test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu koncentracije kiseonika (U= -0.729; p=0.465). Mjesečna kolebanja koncentracije kiseonika na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.4.1.



Slika 6.1.4.1. Koncentracija kiseonika na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.5. Nitrati

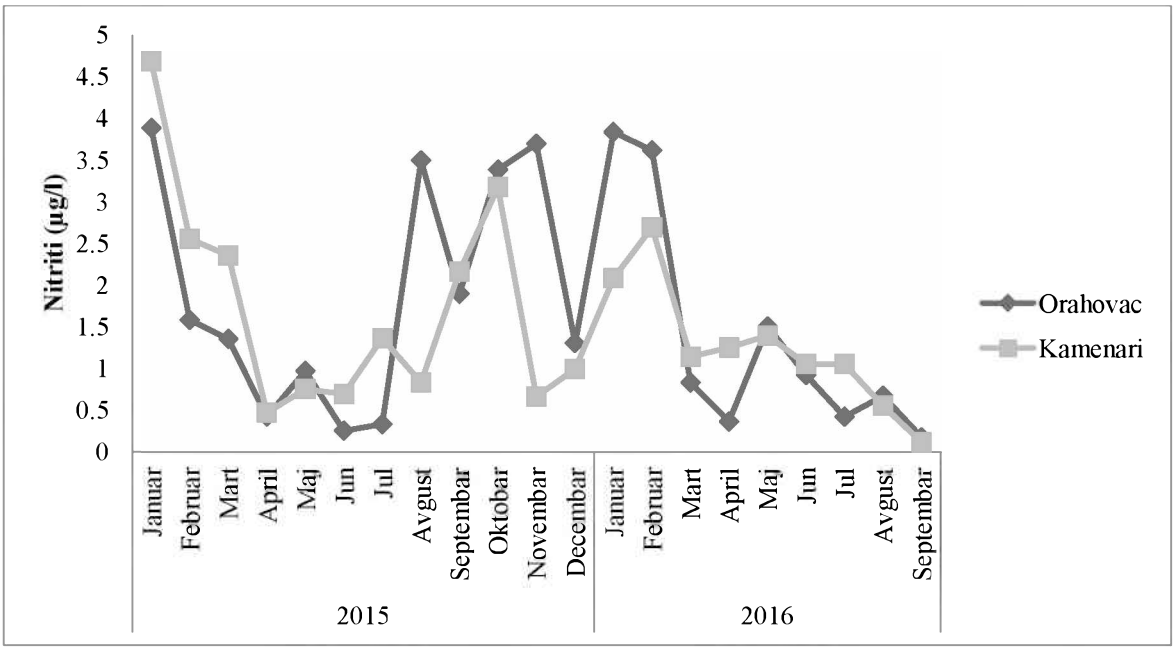
Vrijednosti nitrata u vodi na uzgajalištu u Orahovcu su se kretale od minimalne koncentracije 5.17 µg/l u maju 2015. godine, do maksimalne koncentracije 228 µg/l u novembru 2015. godine (prosječna koncentracija 60.5 µg/l). Na uzgajalištu u Kamenarima se koncentracija nitrata kretala od minimalne vrijednosti 3.86 µg/l u aprilu 2016. godine, do maksimalne vrijednosti 134.93 µg/l u februaru 2016. godine (prosječna koncentracija 39.1 µg/l). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu koncentracije nitrata (t= -1.44; p=0.155). Mjesečna kolebanja koncentracije nitrata na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.5.1.



Slika 6.1.5.1. Koncentracija nitrata na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.6. Nitriti

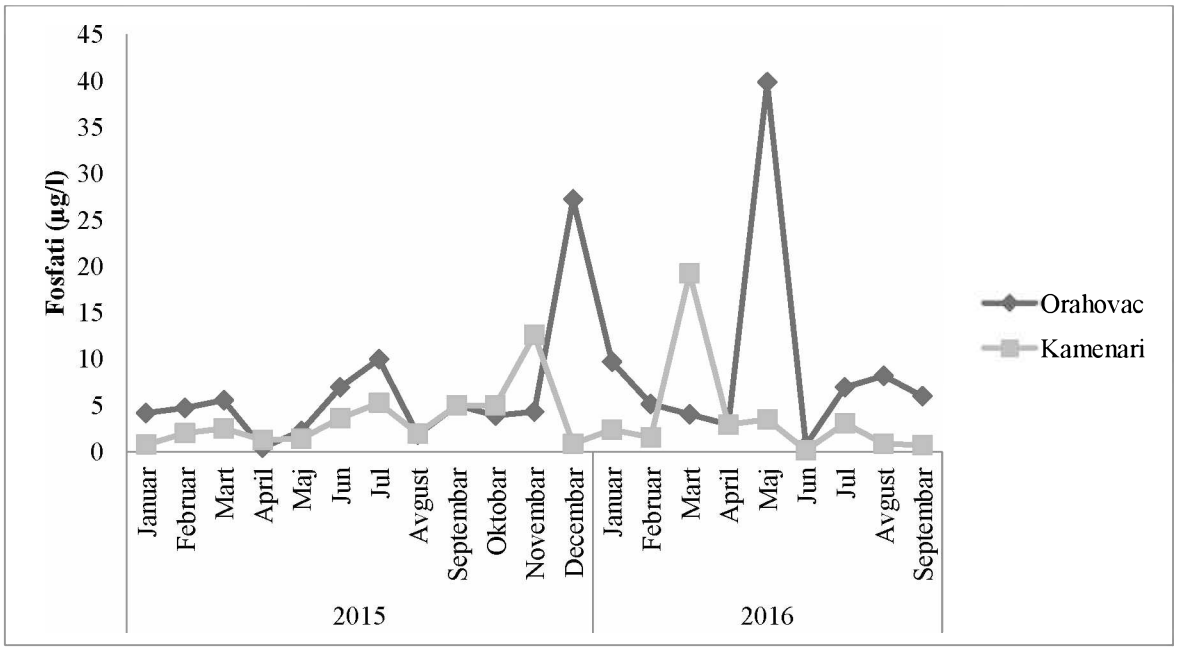
Vrijednosti nitrita u vodi su se na uzgajalištu u Orahovcu kretale od minimalne koncentracije 0.17 µg/l u septembru 2016. godine, do maksimalne koncentracije 3.88 µg/l u januaru 2015. godine (prosječna koncentracija 1.65 µg/l). Na uzgajalištu u Kamenarima je minimalna koncentracija nitrita bila 0.11 µg/l u septembru 2016. godine, dok je maksimalna koncentracija od 4.68 µg/l zabilježena u januaru 2015. godine (prosječna koncentracija 1.52 µg/l). Mann-Whitney U test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu koncentracije nitrita (U=0.088; p=0.928). Mjesečna kolebanja koncentracije nitrita na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.6.1.



Slika 6.1.6.1. Koncentracija nitrita na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.7. Fosfati

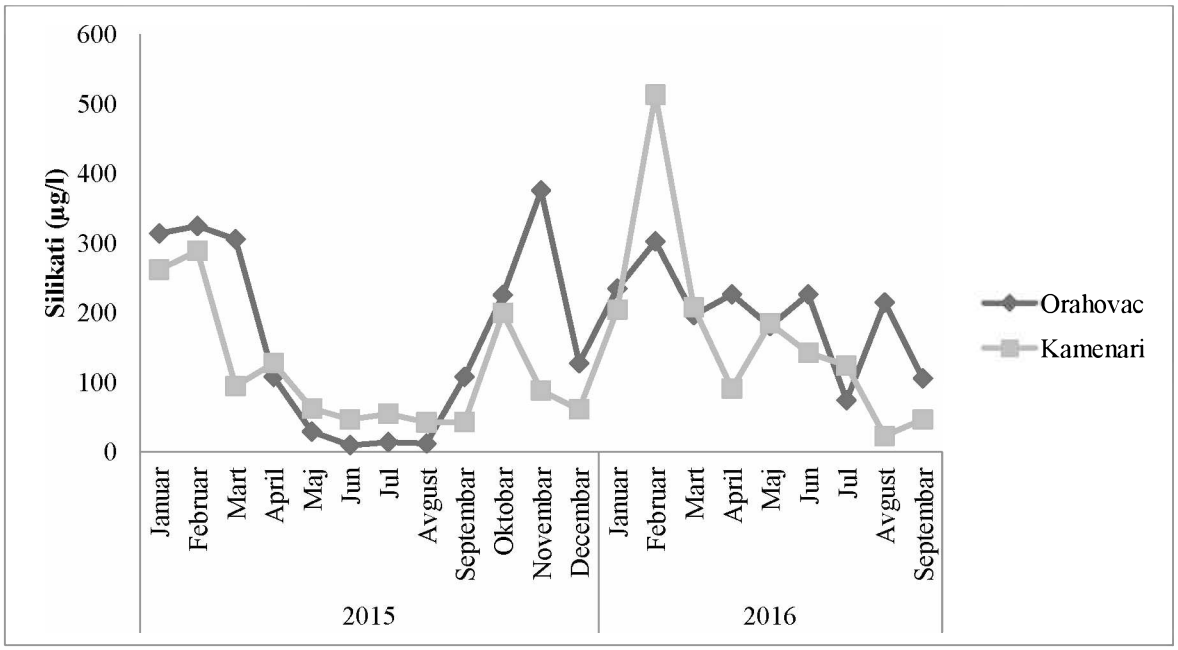
Minimalna vrijednost koncentracije fosfata na uzgajalištu u Orahovcu je bila u aprilu 2015. godine i iznosila je 0.41 µg/l, a maksimalna tokom maja 2016. godine 39.8 µg/l (prosječna koncentracija 7.57 µg/l). Na uzgajalištu u Kamenarima koncentracija fosfata se kretala od minimalne vrijednosti 0.15 µg/l u junu mjesecu 2016. godine, do maksimalne vrijednosti 19.20 µg/l u martu 2016. godine (prosječna koncentracija 3.61 µg/l). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu fosfata (t= -1.773; p=0.083). Mjesečna kolebanja koncentracije fosfata na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.7.1.



Slika 6.1.7.1. Koncentracija fosfata na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.1.8. Silikati

Minimalna vrijednost koncentracije silikata na uzgajalištu u Orahovcu je bila 8.92 µg/l tokom juna 2015. godine, a maksimalna 375 µg/l u novembru 2015. godine (prosječna koncentracija 176.3 µg/l), dok je na uzgajalištu u Kamenarima minimalna koncentracija silikata bila 22.38 µg/l u avgustu 2016. godine, a maksimalna u februaru 2016. godine i iznosila je 512.97 µg/l (prosječna koncentracija 137.8 µg/l). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu koncentracije silikata (t= -1.087; p=0.283). Mjesečna kolebanja koncentracije silikata na uzgajalištima su prikazana na slici 6.1.8.1.

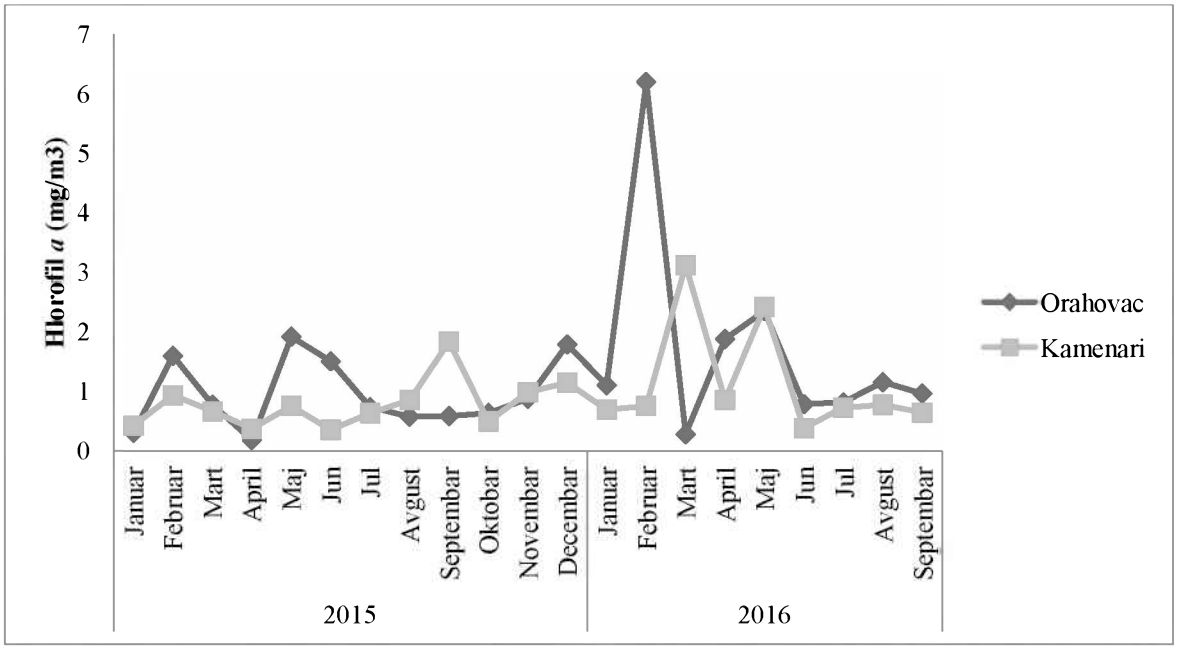


Slika 6.1.8.1. Koncentracija silikata na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.2. Biološki parametri vode

6.2.1. Hlorofil *a*

Na uzgajalištu u Orahovcu maksimalna koncentracija hlorofila *a* je iznosila 6.18 mg/m^3 u februaru mjesecu 2016. godine, dok je minimalna koncentracija iznosila 0.18 mg/m^3 i zabilježena je u aprilu 2015. godine (prosječna vrijednost 1.28 mg/m^3). Na uzgajalištu u Kamenarima koncentracija hlorofila *a* se kretala od minimalne vrijednosti 0.35 mg/m^3 u junu 2015. godine, do maksimalne vrijednosti 3.11 mg/m^3 u martu 2016. godine (prosječna vrijednost 0.93 mg/m^3). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu koncentracije hlorofila *a* (t= -1.079; p=0.286). Mjesečna kolebanja koncentracije hlorofila *a* na uzgajalištima su prikazana na slici 6.2.1.1.



Slika 6.2.1.1. Koncentracija hlorofila *a* na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.2.2. Fitoplankton

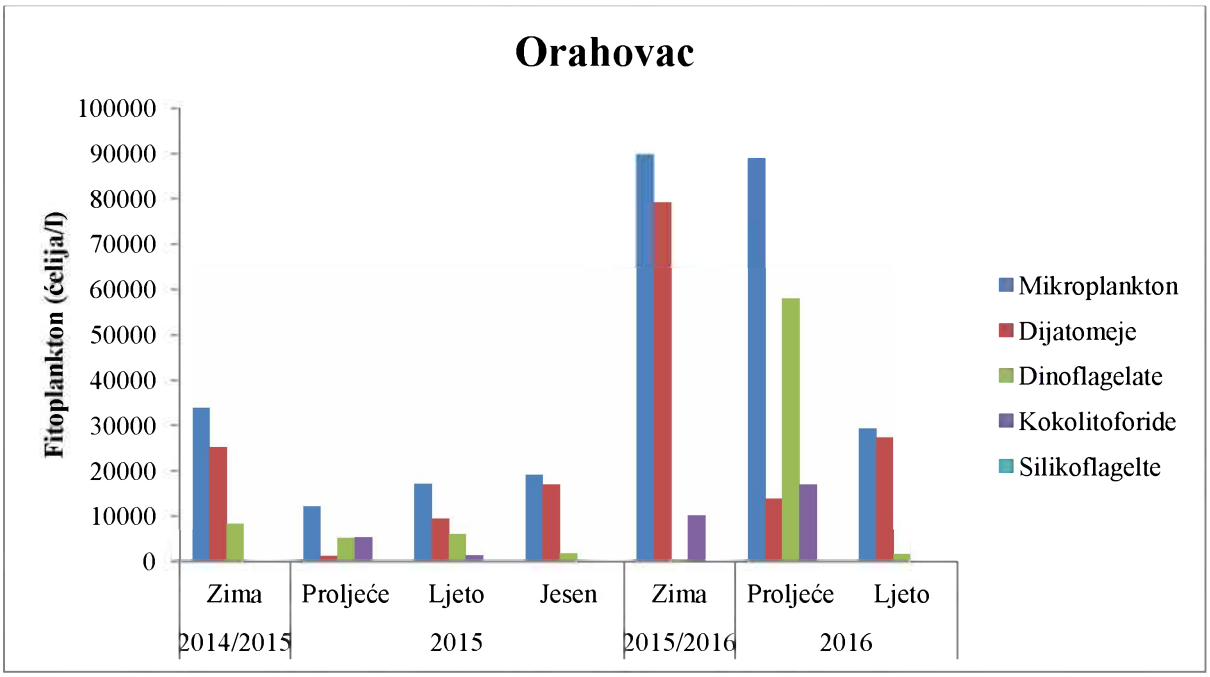
Brojnost ukupnog mikroplanktona na uzgajalištu u Orahovcu se kretala od minimalne vrijednosti 1.22 x 10^4 ćel./l u toku proljeća 2015. godine, do maksimalne vrijednosti 9 x 10^4 ćel./l u toku zime 2015/2016. godine, dok se na uzgajalištu u Kamenarima ukupna brojnost mikroplanktona kretala od minimalne vrijednosti 2.96 x 10^3 ćel./l tokom zimskog perioda 2015/2016. godine do maksimalne vrijednosti 18.2 x 10^4 ćel./l tokom ljetnjeg perioda 2015. godine (Slika 6.2.2.1. i 6.2.2.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti ukupnog mikroplanktona (t= -0.66; p=0.517).

Minimalna brojnost dijatomeja na uzgajalištu u Orahovcu je zabilježena tokom proljeća 2015. godine 1.37 x 10^3 ćel./l, dok je maksimalna brojnost od 7.9 x 10^4 ćel./l zabilježena tokom zimskog perioda 2015/2016. godine. Na uzgajalištu u Kamenarima brojnost dijatomeja se kretala od minimalne vrijednosti 2.9 x 10^3 ćel./l tokom zimskog perioda 2015/2016. godine, do maksimalne vrijednosti od 17.2 x 10^4 ćel./l tokom ljetnjeg perioda 2015. godine (Slika 6.2.2.1. i 6.2.2.2). Mann-Whitney U test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti dijatomeja (U= -0.89; p=0.37).

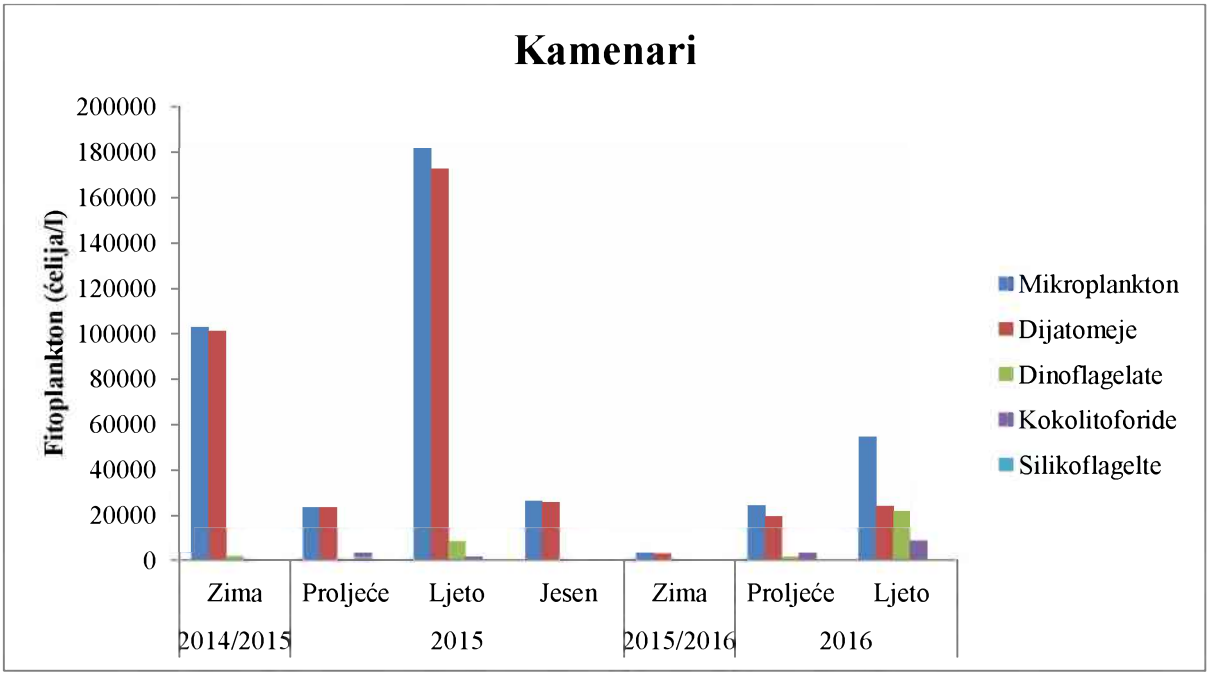
Brojnost dinoflagelata se na uzgajalištu u Orahovcu kretala od minimalne vrijednosti 400 ćel./l u toku zimskog perioda 2015/2016. godine do maksimalne vrijednosti 5.8 x 10^4 ćel./l tokom proljeća 2016. godine. Na uzgajalištu u Kamenarima brojnost dinoflagelata se kretala od minimalne vrijednosti 80 ćel./l tokom zimskog perioda 2015/2016. godine do maksimalne vrijednosti 2.2 x 10^4 ćel./l tokom ljetnjeg perioda 2016. godine (Slika 6.2.2.1. i 6.2.2.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti dinoflagelata (t=0.82; p=0.427).

Brojnost kokolitoforida na uzgajalištu u Orahovcu je dostigla maksimum brojnosti od 1.7 x 10^4 ćel./l tokom proljeća 2016. godine i minimum od 80 ćel./l tokom jeseni 2015. godine. Tokom zimskog perioda 2014/2015. godine kokolitoforide nisu bile prisutne na uzgajalištu u Orahovcu. Na uzgajalištu u Kamenarima kokolitoforida nije bilo tokom zimskog perioda 2014/2015., jeseni 2015. i zimskog perioda 2015/2016. godine. Njihova maksimalna brojnost na uzgajalištu u Kamenarima je bila 8.4 x 10^3 ćel./l tokom ljeta 2016. godine, a minimalna brojnost od 1.6 x 10^3 ćel./l tokom ljeta 2015. godine (Slika 6.2.2.1. i 6.2.2.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti kokolitoforida (t=0.35; p=0.962).

Silikoflagelate su na uzgajalištu u Orahovcu bile prisutne samo tokom zimskog perioda 2014/2015. godine u brojnosti od 40 ćel./l, dok ih tokom ostalih sezona nije bilo. Na uzgajalištu u Kamenarima silikoflagelata nije bilo tokom nijedne istraživane sezone (Slika 6.2.2.1. i 6.2.2.2). Mann-Whitney U test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti silikoflagelata (U=0.38; p=0.7).



Slika 6.2.2.1. Sezonska dinamika brojnosti fitoplanktona na uzgajalištu u Orahovcu tokom istraživanog perioda



Slika 6.2.2.2. Sezonska dinamika brojnosti fitoplanktona na uzgajalištu u Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.2.3. Toksične i potencijalno toksične vrste fitoplanktona

Brojnost toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta fitoplanktona je predstavljena u tabeli 6.2.3.1. Ukupno je identifikovano devet toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta na istraživanim uzgajalištima. Dobijeni rezultati ukazuju kako na prostorne, tako i vremenske razlike u dinamici ovih vrsta.

Pseudo-nitzchia spp. – Potencijalno toksične vrste dijatomeja iz roda *Pseudo-nitzchia* su na uzgajalištu u Orahovcu imale maksimalnu brojnost od 2.11 x 10^4 ćel./l tokom zimskog perioda 2014/2015. godine. Minimalna brojnost je zabilježena tokom proljeća 2016. godine, 3.57 x 10^3 ćel./l. Interesantno je da tokom proljeća 2015. godine vrste ovoga roda nisu identifikovane u uzorku. Na uzgajalištu u Kamenarima minimalna brojnost vrsta roda *Pseudo-nitzchia* je zabilježena tokom jeseni 2015. godine i iznosila je 1 x 10^4 ćel./l, dok je maksimalna brojnost bila tokom ljeta 2015. godine i iznosila je 1.1 x 10^5 ćel./l. Tokom zimskog perioda 2015/2016. godine vrste ovoga roda nisu identifikovane u uzorku.

Prorocentrum cordatum – Ova vrsta je imala maksimalnu brojnost na uzgajalištu u Orahovcu tokom proljeća 2016. godine i iznosila je 9.28 x 10^3 ćel./l, tokom zimskog perioda 2014/2015. i proljeća 2015. godine brojnost ove vrste je iznosila 785 ćel./l, dok u ostalim

sezonama vrsta nije bila identifikovana u uzorcima. Na uzgajalištu u Kamenarima je takođe tokom proljeća 2016. godine brojnost ove vrste pokazala maksimum 6.28 x 10^3 ćel./l, dok tokom proljeća i jeseni 2015. kao i zime 2015/2016. godine vrsta nije bila identifikovana u uzorcima. U ostalim sezonama se brojnost navedene vrste kretala od 1.57 x 10^3 ćel./l do 2.19 x 10^3 ćel./l.

Prorocentrum micans – Ova vrsta je na uzgajalištu u Orahovcu imala maksimalnu brojnost tokom zimskog perioda 2014/2015. godine i iznosila je 6.2 x 10^3 ćel./l, dok je minimalnu brojnost imala tokom jeseni 2015. godine i iznosila je 160 ćel./l. U sezoni proljeće 2015. godine vrsta nije identifikovana u uzorku. Na uzgajalištu u Kamenarima je maksimum brojnosti ove vrste bio tokom ljeta 2016. godine i iznosio je 7.14 x 10^3 ćel./l, dok je minimalna brojnost bila 80 ćel./l tokom zimskog perioda 2014/2015. godine. Tokom jeseni 2015. i tokom zime 2015/2016. godine vrsta nije identifikovana u uzorku.

Phalacroma rotundatum – Ova vrsta nije zabilježena u uzorcima na uzgajalištu u Orahovcu tokom istraživanog perioda, dok je na uzgajalištu u Kamenarima zabilježena samo tokom jeseni 2015. godine sa brojnošću od svega 40 ćel./l.

Lingulodinium polyedra – Ova vrsta nije identifikovana na uzgajalištu u Orahovcu tokom istraživanog perioda, dok je na uzgajalištu u Kamenarima zabilježena samo tokom ljeta 2016. godine sa brojnošću od 80 ćel./l.

Dinophysis acuta – Ova vrsta je zabilježena na uzgajalištu u Orahovcu sa brojnošću od od 40 ćel./l tokom proljeća, ljeta i jeseni 2015. godine, dok u ostalim sezonama vrsta nije zabilježena. Za razliku od Orahovca, na uzgajalištu u Kamenarima vrsta uopšte nije identifikovana u toku istraživanog perioda.

Dinophysis acuminata – Ova vrsta je na uzgajalištu u Orahovcu imala brojnost od 160 ćel./l tokom proljeća 2015. godine, i brojnost od 40 ćel./l tokom zime 2014/2015. godine. U ostalim sezonama vrsta nije identifikovana. Na uzgajalištu u Kamenarima vrsta je imala brojnost od 80 ćel./l tokom jeseni 2015. i ljeta 2016. godine, dok u ostalim sezonama vrsta nije identifikovana.

Dinophysis caudata – Ova vrsta je na uzgajalištu u Orahovcu zabilježena samo tokom proljeća 2015. godine sa brojnošću od 40 ćel./l. Na uzgajalištu u Kamenarima vrsta nije identifikovana tokom istraživanog perioda.

Dinophysis fortii – Ova vrsta je na uzgajalištu u Orahovcu identifikovana samo u sezoni zima 2014/2015. godine i to sa brojnošću od 120 ćel./l. Na uzgajalištu u Kamenarima vrsta nije identifikovana tokom istraživanog perioda.

Tabela 6.2.3.1. Brojnost toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta fitoplanktona (ćel./l) na uzgajalištima u Orahovcu i Kamenarima tokom istraživanog perioda (Orah. – Orahovac; Kam. – Kamenari)

		***Pseudo-nitzchia* spp.**		***Prorocentrum cordatum***		***Prorocentrum micans***		***Phalacroma rotundatum***		***Lingulodinium polyedra***		***Dinophysis acuta***		***Dinophysis acuminata***		***Dinophysis caudata***		***Dinophysis fortii***	
Godina	**Sezona**	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***	***Orah.***	***Kam.***
2014/2015	Zima	21195	31400	785	1570	6200	80	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	120	0
	Proljeće	0	12560	785	0	0	200	0	0	0	0	40	0	160	0	40	0	0	0
2015	Ljeto	4284	113040	0	1570	2112	160	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0
	Jesen	4998	10990	0	0	160	0	0	40	0	0	40	0	0	80	0	0	0	0
2015/2016	Zima	4284	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	Proljeće	3570	12560	9282	6280	1428	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ljeto	9996	36110	0	2190	1280	7140	0	0	0	80	0	0	0	80	0	0	0	0

6.2.4. Mikrobiologija

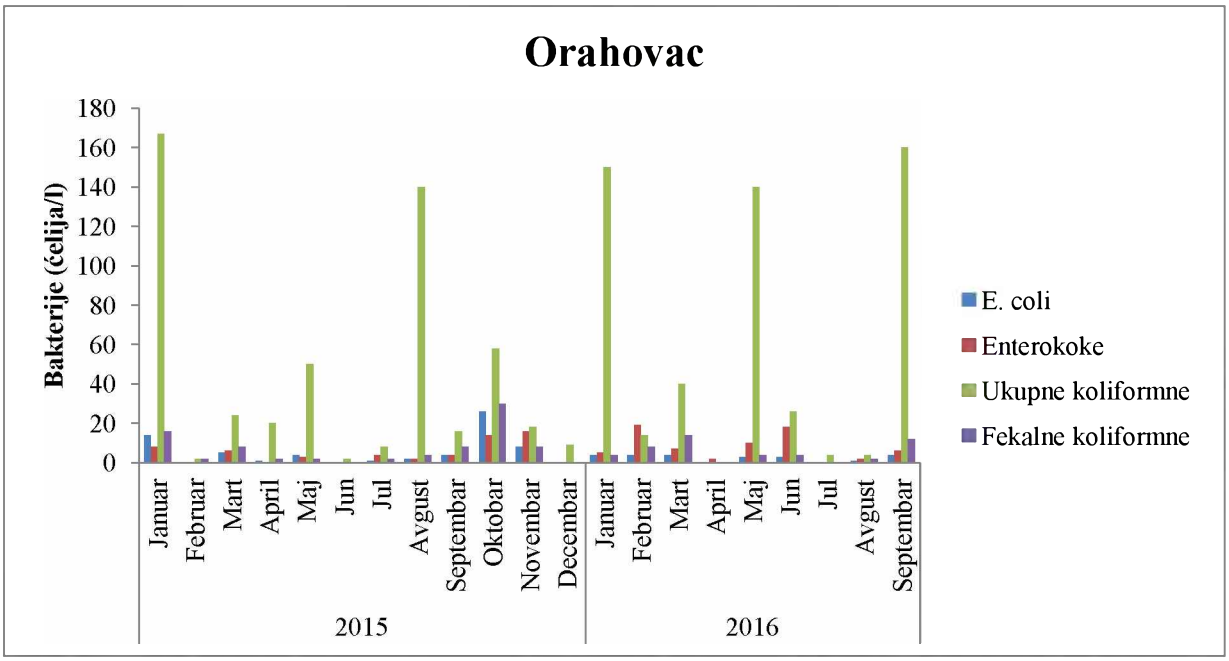
Na uzgajalištu u Orahovcu se brojnost *E. coli* kretala od <1 ćel./100 ml tokom januara, juna i decembra 2015. i aprila i jula 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 26 ćel./100 ml tokom oktobra 2015. godine (prosječna brojnost 4.19 ćel./100ml), dok se na uzgajalištu u Kamenarima brojnost *E. coli* kretala od <1 ćel./100 ml tokom aprila i juna 2015. i januara, aprila, juna i avgusta 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 49 ćel./100 ml tokom februara 2016. godine (prosječna brojnost 6.23 ćel./100ml) (Slika 6.2.4.1 i 6.2.4.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti *E. coli* (t=0.666; p=0.509).

Brojnost enterokoka se na uzgajalištu u Orahovcu kretala od <1 ćel./100 ml tokom februara, aprila, juna, decembra 2015. i jula 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 19 ćel./100ml tokom februara 2016. godine (prosječna brojnost 6 ćel./100ml), dok se na uzgajalištu u Kamenarima brojnost enterokoka kretala od <1 ćel./100 ml tokom juna, jula i avgusta 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 18 ćel./100ml tokom septembra 2015. godine (prosječna brojnost 4 ćelije/100ml) (Slika 6.2.4.1 i 6.2.4.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti enterokoka (t= -1.222; p=0.228).

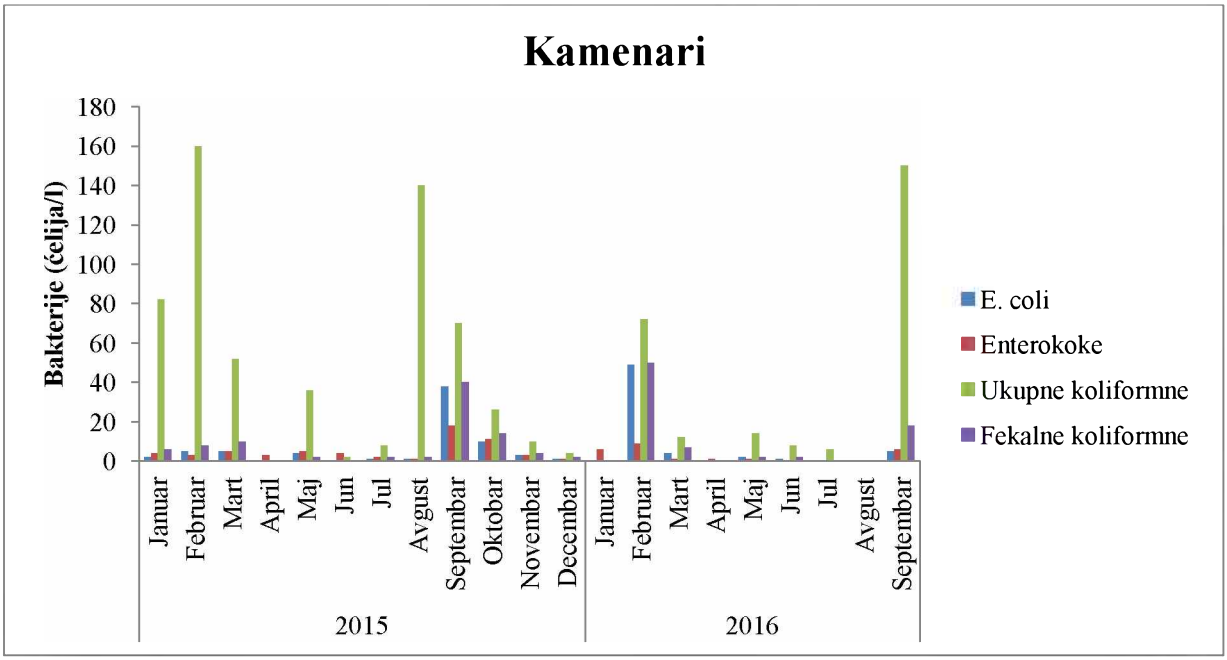
Brojnost ukupnih koliformnih bakterija se na uzgajalištu u Orahovcu kretala od <1 ćel./100 ml tokom aprila 2016, do maksimalne brojnosti 167 ćel./100 ml tokom januara 2015. godine (prosječna brojnost 50 ćel./100ml), dok se na uzgajalištu u Kamenarima brojnost ukupnih koliforma kretala od <1 ćel./100 ml tokom aprila 2015. i januara, aprila i avgusta 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 160 ćel./100ml tokom februara 2015. godine (prosječna brojnost 40.6 ćel./100ml) (Slika 6.2.4.1 i 6.2.4.2). T-test nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti ukupnih koliformnih bakterija (t= -0.545; p=0.588).

Brojnost fekalnih koliformnih bakterija se na uzgajalištu u Orahovcu kretala od <1 ćel./100 ml tokom juna i decembra 2015. godine, do maksimalne brojnosti od 30 ćel./100 ml tokom oktobra 2015. godine (prosječna brojnost 6.2 ćel./100ml), dok se na uzgajalištu u Kamenarima brojnost fekalnih koliforma kretala od <1 ćel./100 ml tokom aprila i juna 2015. i januara, aprila, juna i avgusta 2016. godine, do maksimalne brojnosti od 50 ćelija/100ml tokom februara 2016. godine (prosječna brojnost 8 ćel./100ml) (Slika 6.2.4.1 i 6.2.4.2). T-test

nije pokazao postojanje statistički značajnih razlika između pozicija u pogledu brojnosti fekalnih koliformnih bakterija (t=0.562; p=0.576).



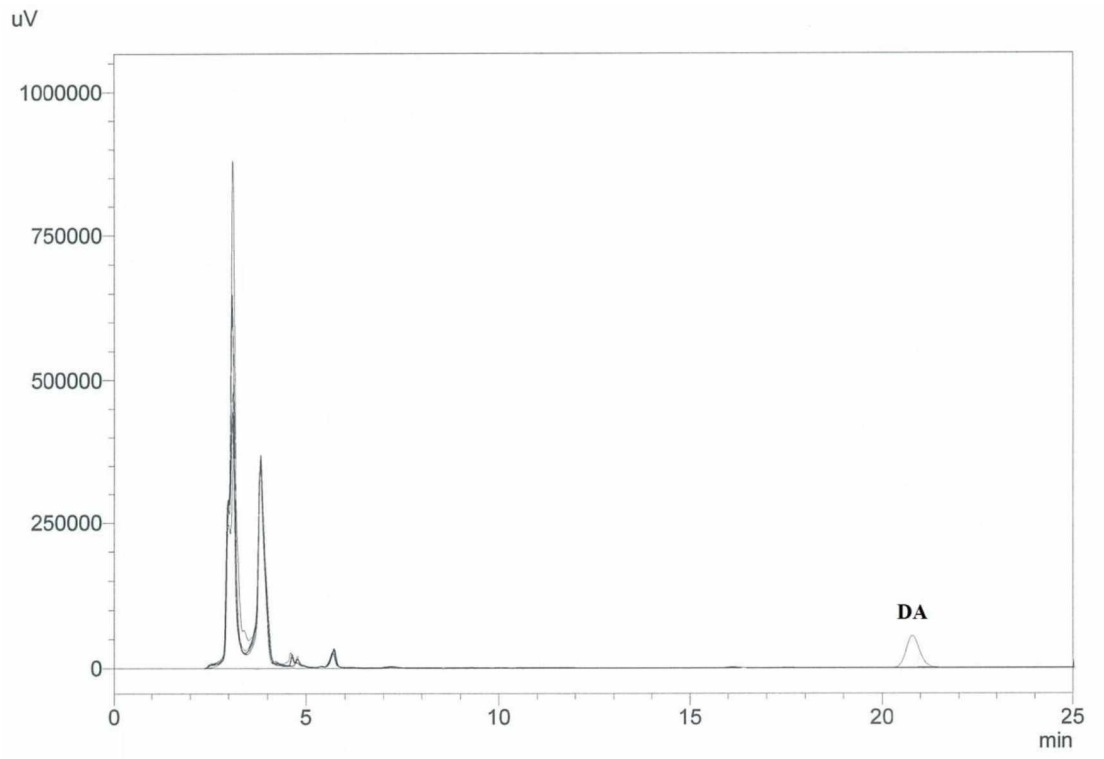
Slika 6.2.4.1. Brojnost *E.coli*, enterokoka i koliformnih bakterija na uzgajalištu u Orahovcu tokom istraživanog perioda



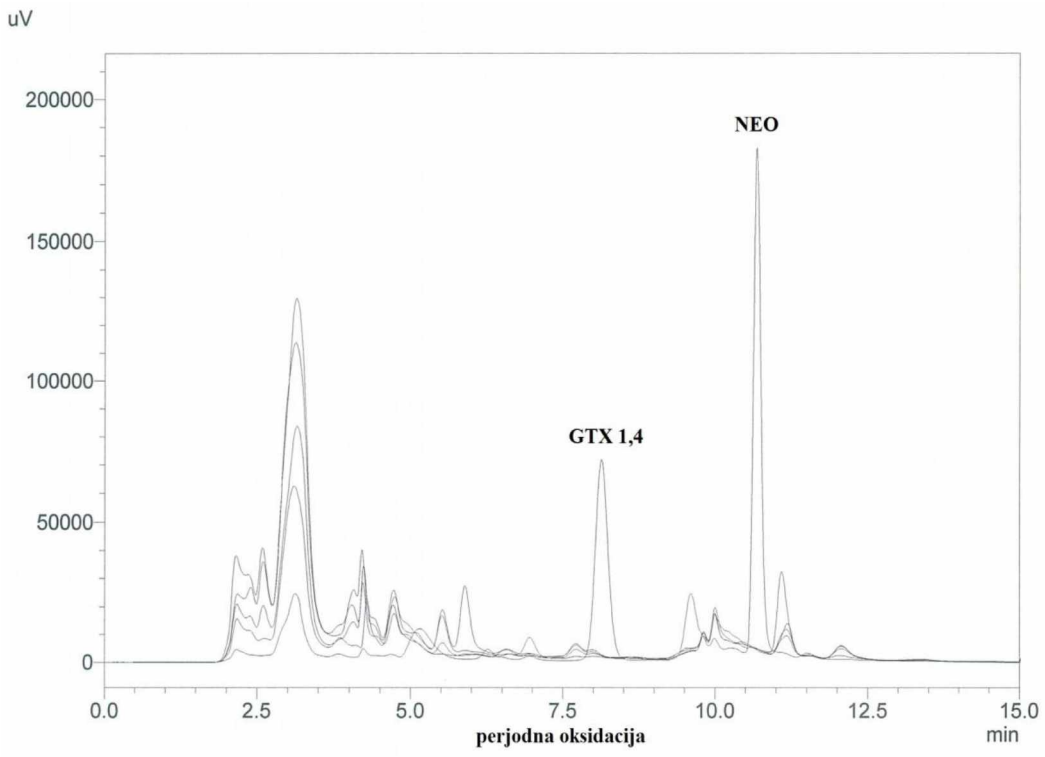
Slika 6.2.4.2. Brojnost *E.coli*, enterokoka i koliformnih bakterija na uzgajalištu u Kamenarima tokom istraživanog perioda

6.3. Biotoksini u tkivu dagnji

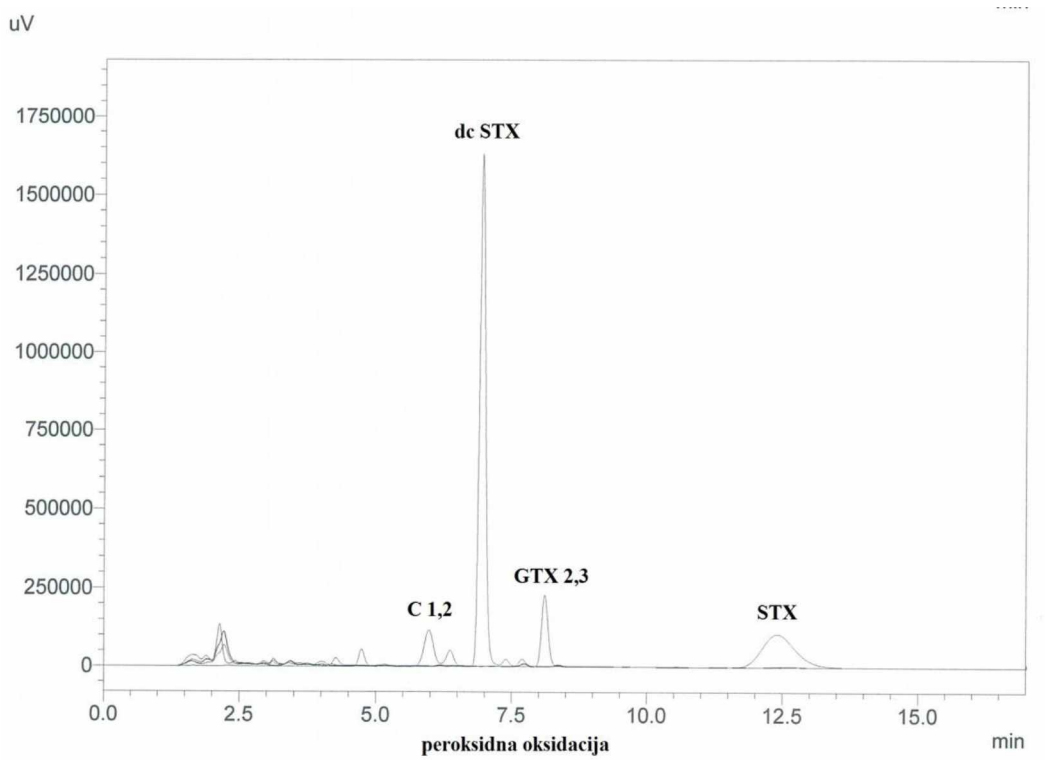
Kvantitativno-kvalitativna analiza biotoksina u tkivu dagnji je pokazala da nema prisustva domoične kiseline i saksitoksina, tačnije da su vrijednosti za cijeli istraživani period na oba uzgajališta bile ispod nivoa detekcije (Slike 6.3.1-6.3.3). Granice detekcije i kvantifikacije su prikazane u Tabeli 6.3.1.



Slika 6.3.1. Hromatogram četiri uzorka i standarda za domoičnu kiselinu



Slika 6.3.2. Hromatogram četiri uzorka i standarda za GTX1,4 i NEO



Slika 6.3.3. Hromatogram četiri uzorka i standarda za C1,2, GTX2,3, dcSTX i STX

Tabela 6.3.1. Granice detekcije (GD) i kvantifikacije (GK) sedam ispitivanih biotoksina

Nivo	STX (µg/kg)	dcSTX (µg/kg)	GTX 1,4 (µg/kg)	GTX 2,3 (µg/kg)	NEO (µg/kg)	C 1,2 (µg/kg)	DA (mg/kg)
GD	51.42	1.168	55.5	8.368	43.9	7.368	0.326
GK	62.32	1.99	74.57	14.36	49.8	12.28	0.928

6.4. Prirast dagnji

Najviše jedinki je uginulo na poziciji NBL, ukupno 44 jedinke, dok je na pozicijama NUD i SVN uginuo gotovo jednak broj jedinki (Tabela 6.4.1). Najveći mortalitet je zabilježen tokom prva dva perioda mjerenja od januara do maja 2015. godine na sve tri pozicije. U ta dva perioda je na poziciji NBL uginulo 29 jedinki, na poziciji NUD 28, a na poziciji SVN nešto manje, 23 jedinke. Najmanji mortalitet je bio tokom zadnja dva perioda uzorkovanja od septembra 2015, do januara 2016. godine na sve tri pozicije. Cijeli eksperiment je preživjelo ukupno 211 jedinki, od čega 66 jedinki na NBL poziciji, 72 jedinke na poziciji NUD i 73 jedinke na poziciji SVN.

Tabela 6.4.1. Broj uginulih jedinki dagnji tokom svakog perioda mjerenja na sve tri pozicije

Period	NBL	NUD	SVN
Jan'15-Mar'15	4	15	19
Mar'15-Maj'15	25	13	4
Maj'15-Jul'15	4	4	5
Jul'15-Sep'15	9	3	7
Sep'15-Nov'15	2	2	2
Nov'15-Jan'16	0	1	2
Ukupno	**44**	**38**	**39**

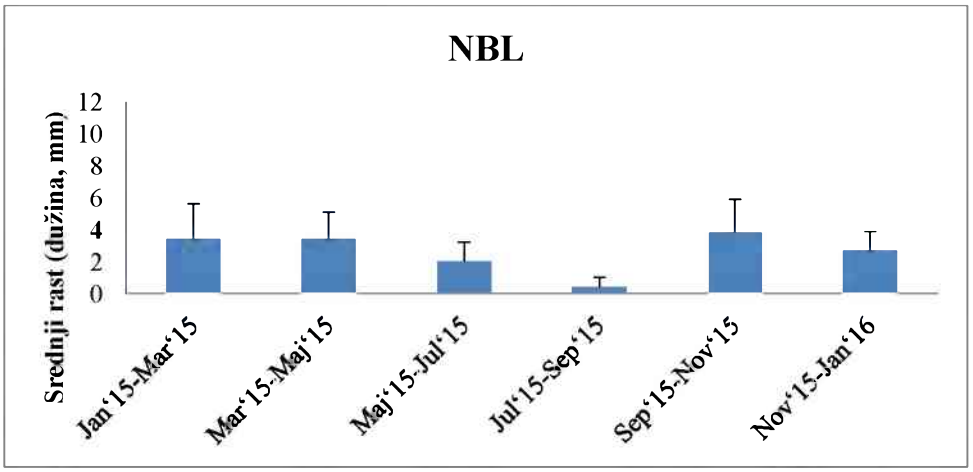
Po završetku eksperimenta (12 mjeseci) dostignuta dužina ljuštura dagnji na poziciji NBL je bila manja u poređenju sa dužinama na pozicijama NUD i SVN. Takođe je i razlika između početne dužine ljuštura i krajnje dužine, dostignute nakon završetka eksperimenta, na poziciji NBL bila manja u poređenju sa ostale dvije pozicije. Srednja dužina ljuštura dagnji na početku i na kraju eksperimenta kao i njihova razlika je data u tabeli 6.4.2.

Na svakoj istraživanoj poziciji su sve jedinke dostigle neophodnu tržišnu dužinu na kraju eksperimenta – 50 mm u dužinu kako je definisano u Naredbi o zabrani lova i stavljanja u promet riblje mlađi, nedoraslih riba i drugih morskih organizama (Sl. list CG, 65/15). Na početku eksperimenta dagnje su bile oko 8-10 mjeseci stare. Na poziciji SVN su sve preživjele jedinke dostigle tržišnu dužinu već nakon 8 mjeseci, što ukazuje da je produkcioni ciklus u monokulturi 16-18 mjeseci. Za isti period na poziciji NUD je 81% preživjelih jedinki dostiglo tržišnu dužinu, dok je na poziciji NBL za isti period 76% preživjelih jedinki dostiglo tržišnu dužinu.

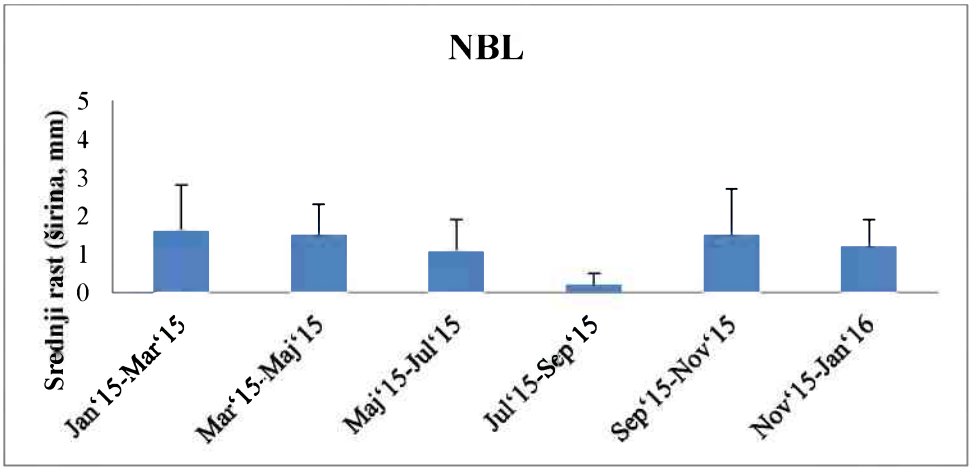
Tabela 6.4.2. Srednja vrijednost dužina ljuštura dagnji na početku i na kraju eksperimenta na sve tri pozicije

Period	NBL	NUD	SVN
Jan'15	43.8±3.9 mm	42±4.5 mm	42.3±3.5 mm
Jan'16	59.7±4.7 mm	63.7±5.6 mm	65.7±5.4 mm
Razlika	15.9±4.9 mm	21.7±5.6 mm	23.4±5.5 mm

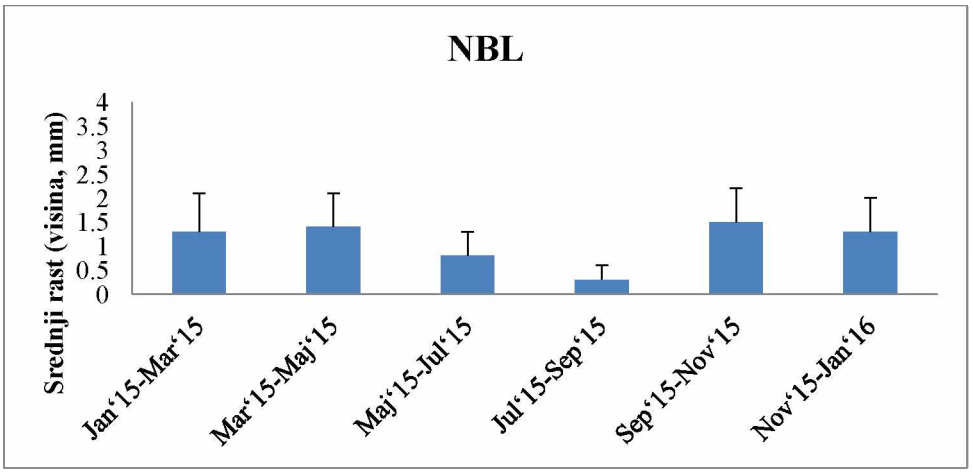
Na poziciji NBL koja se nalazi pored uzgajališta sa ribom, najveći srednji prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda septembar – novembar 2015. godine i iznosio je 3.8 mm. U prva dva perioda mjerenja, od januara do marta 2015. godine i od marta do maja 2015. godine srednji prirast je bio nešto manji, i za oba perioda je iznosio 3.4 mm. Najmanji srednji prirast je bio tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine i iznosio je 0.5 mm. Srednji rast u širinu i visinu ljušture je pokazao sličan trend, pri čemu je srednji rast u širinu ljušture bio najveći tokom prvog perioda od januara do marta 2015. godine, 1.6 mm, a najmanji tokom ljeta, od jula do septembra 2015. godine, 0.2 mm. Visina ljušture je pokazala najveći srednji rast tokom perioda od septembra do novembra 2015. godine, 1.5 mm, a najmanji tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine, 0.3 mm (Grafik 6.4.1 – 6.4.3; Tabela 6.4.3).



Grafik 6.4.1. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji NBL

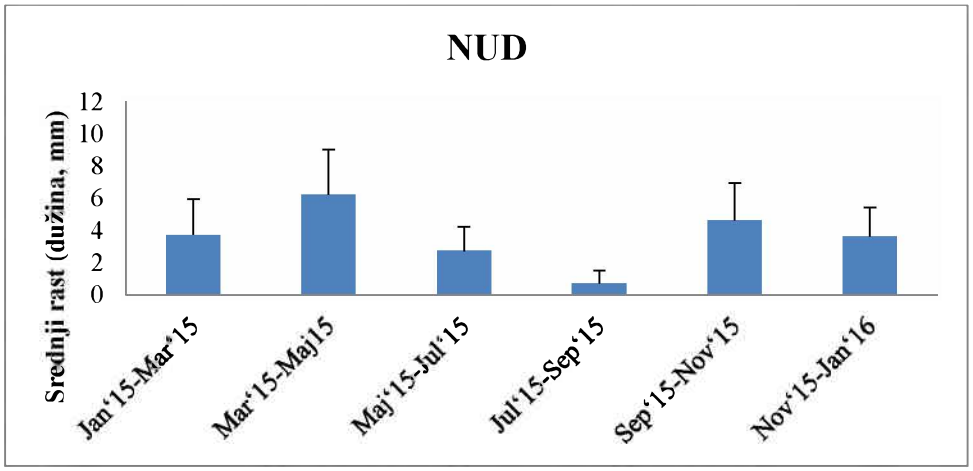


Grafik 6.4.2. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji NBL

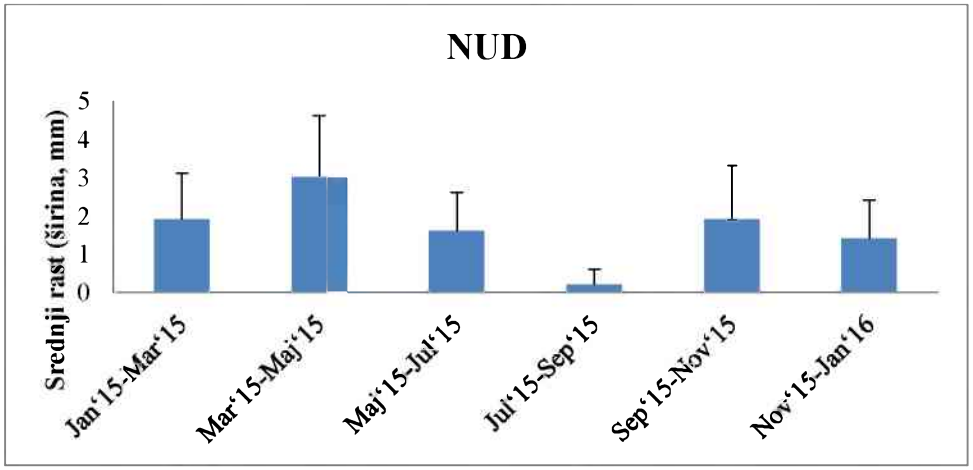


Grafik 6.4.3. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji NBL

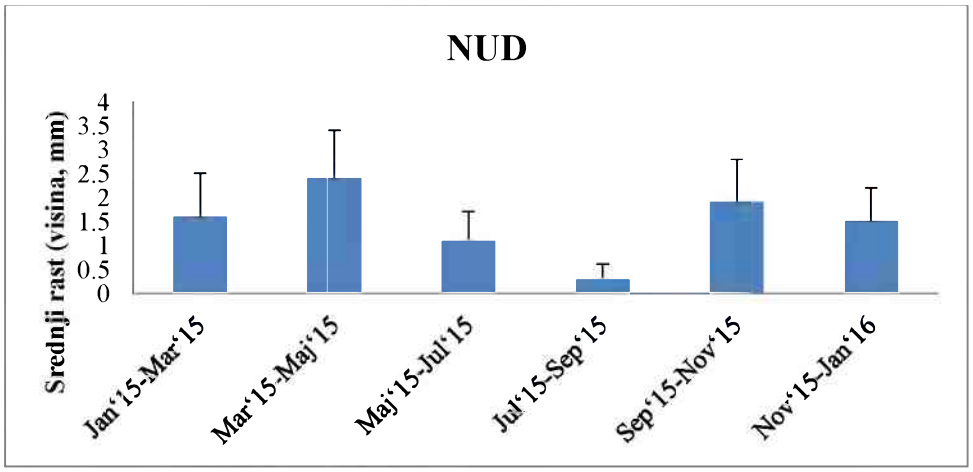
Na poziciji NUD, koja se nalazi na 100 metara udaljenosti od kaveza sa ribom, najveći srednji prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda mart – maj 2015. godine i iznosio je 6.2 mm. Potom slijedi period septembar – novembar 2015. godine kada je srednji prirast iznosio 4.6 mm. U periodu januar – mart 2015. i novembar 2015. – januar 2016. godine srednji prirast je bio sličan i iznosio je 3.8 mm, odnosno 3.6 mm. Najmanji srednji prirast je bio tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine i iznosio je 0.8 mm. Širina ljušture je pokazala najveći srednji rast tokom drugog perioda od marta do maja 2015. godine, 3 mm, a najmanji tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine, 0.2 mm. Srednji rast u visinu ljušture je bio najveći tokom perioda mart – maj 2015. godine 2.4 mm, a najmanji tokom perioda jul – septembar 2015. godine, 0.3 mm (Grafik 6.4.4 – 6.4.6; Tabela 6..4.3).



Grafik 6.4.4. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji NUD

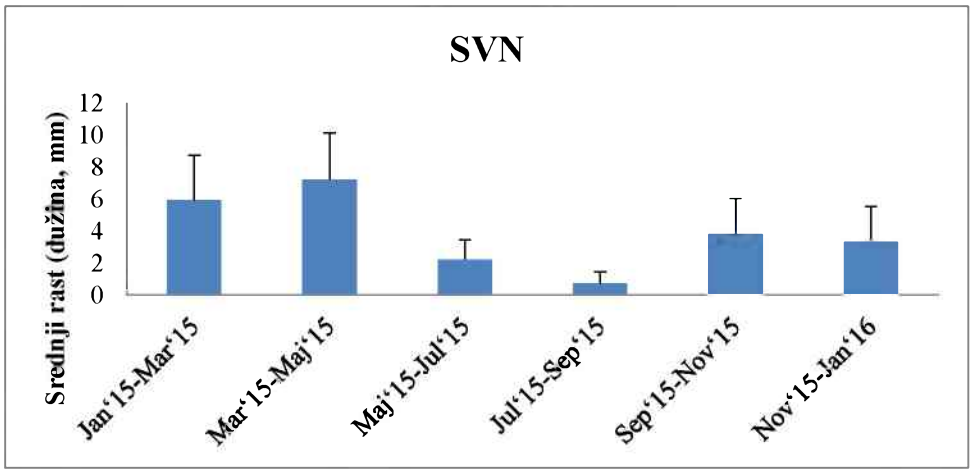


Grafik 6.4.5. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji NUD

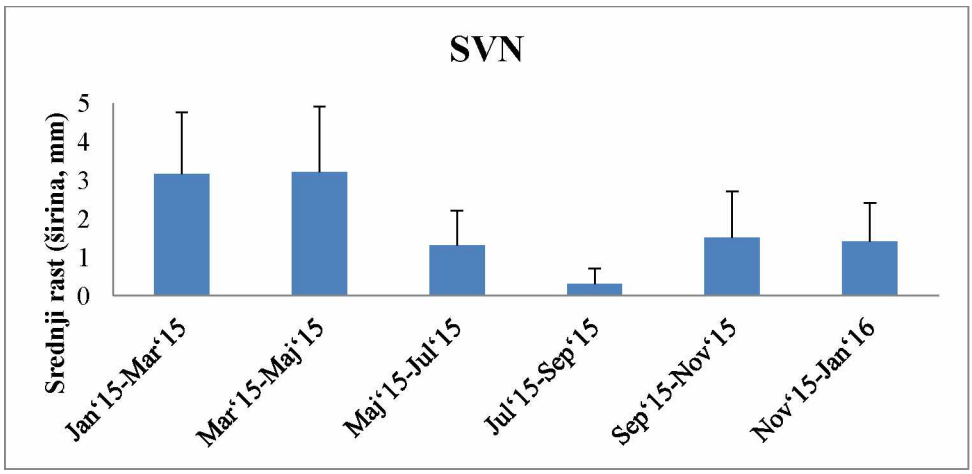


Grafik 6.4.6. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji NUD

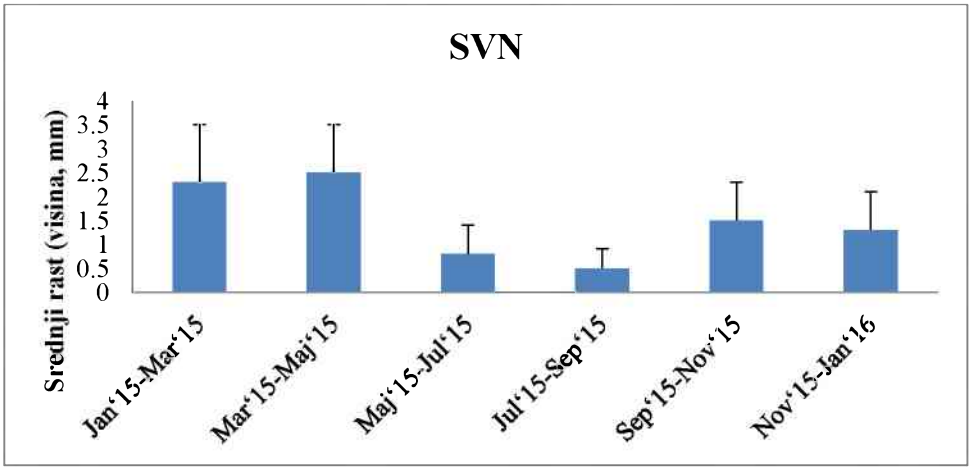
Na poziciji SVN, pozicija na kojoj nema uticaja uzgoja ribe, najveći srednji prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda mart – maj 2015. godine i iznosio je 7.2 mm. Potom slijedi period januar – mart 2015. godine kada je srednji prirast iznosio 5.9 mm. Najmanji srednji prirast je bio tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine i iznosio je 0.8 mm. Širina ljušture je pokazala najveći srednji rast tokom perioda od marta do maja 2015. godine, 3.2 mm, a najmanji tokom ljetnjeg perioda od jula do septembra 2015. godine, 0.3 mm. Visina ljušture je imala najveći srednji rast tokom perioda mart – maj 2015. godine, 2.5 mm, a najmanji tokom perioda jul – septembar 2015. godine, 0.5 mm (Grafik 6.4.7 – 6.4.9; Tabela 6.4.3).



Grafik 6.4.7. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji SVN



Grafik 6.4.8. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji SVN



Grafik 6.4.9. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji SVN

Tabela 6.4.3. Srednje vrijednosti rasta u dužinu, širinu i visinu kod dagnji na sve tri pozicije

Pozicija	Period	Dužina ljušture, mm	Širina ljušture, mm	Visina ljušture, mm
NBL	Jan'15-Mar'15	3.4	1.6	1.3
	Mar'15-Maj'15	3.4	1.5	1.4
	Maj'15-Jul'15	2	1.1	0.8
	Jul'15-Sep'15	0.5	0.2	0.3
	Sep'15-Nov'15	3.8	1.5	1.5
	Nov'15-Jan'16	2.8	1.2	1.3
NUD	Jan'15-Mar'15	3.8	1.9	1.6
	Mar'15-Maj'15	6.2	3	2.4
	Maj'15-Jul'15	2.7	1.6	1.1
	Jul'15-Sep'15	0.8	0.2	0.3
	Sep'15-Nov'15	4.6	1.9	1.9
	Nov'15-Jan'16	3.6	1.4	1.5
SVN	Jan'15-Mar'15	5.9	3.15	2.3
	Mar'15-Maj'15	7.2	3.2	2.5
	Maj'15-Jul'15	2.2	1.3	0.8
	Jul'15-Sep'15	0.8	0.3	0.5
	Sep'15-Nov'15	3.9	1.5	1.5
	Nov'15-Jan'16	3.4	1.4	1.3

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u prirastu (dužina ljušture) između pozicija (F=36.32; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je prirast na NUD i SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL pozicijom (Tabela 6.17). Takođe rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u prirastu između perioda istraživanja (F=179.63; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je prirast bio najveći tokom drugog perioda odnosno od marta do maja 2015. godine, a najmanji tokom četvrtog perioda odnosno od jula do septembra 2015. godine (Tabela 6.4.4).

Tabela 6.4.4. Analiza rasta u dužinu kod dagnji, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	5	179.63	<0.001	4 < 3 < 6 < 5 = 1 < 2
Pozicija	2	36.32	<0.001	NBL < NUD = SVN
Interakcija	10	5.34	<0.001	
Greška	1248			

1 = Jan'15-Mar'15, 2 = Mar'15-Maj'15, 3 = Maj'15-Jul'15, 4 = Jul'15-Sep'15, 5 = Sep'15-Nov'15, 6 = Nov'15-Jan'16

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u širinskom rastu ljuštura dagnji između pozicija (F=36.55; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je širinski rast ljuštura na NUD i SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL pozicijom (Tabela 6.18). Takođe rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u širinskom rastu ljuštura između perioda istraživanja (F=138.87; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je širinski rast ljuštura bio najveći tokom drugog perioda odnosno od marta do maja 2015. godine, a najmanji tokom četvrtog perioda odnosno od jula do septembra 2015. godine (Tabela 6.4.5).

Tabela 6.4.5. Analiza rasta u širinu kod dagnji, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	5	138.87	<0.001	4 < 3 = 6 = 5 < 1 < 2
Pozicija	2	36.55	<0.001	NBL < NUD = SVN
Interakcija	10	10.16	<0.001	
Greška	1248			

1 = Jan'15-Mar'15, 2 = Mar'15-Maj'15, 3 = Maj'15-Jul'15, 4 = Jul'15-Sep'15, 5 = Sep'15-Nov'15, 6 = Nov'15-Jan'16

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u visinskom rastu ljuštura dagnji između pozicija (F=32.18; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je visinski rast ljuštura na NUD i SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL pozicijom (Tabela 6.19). Takođe rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u visinskom rastu ljuštura između perioda istraživanja (F=91.91; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je visinski rast ljuštura bio najveći tokom drugog perioda odnosno od marta do maja 2015. godine, a najmanji tokom četvrtog perioda odnosno od jula do septembra 2015. godine (Tabela 6.4.6).

Tabela 6.4.6. Analiza rasta u visinu kod dagnji, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	5	91.91	<0.001	4 < 3 < 6 < 5 = 1 < 2
Pozicija	2	32.18	<0.001	NBL < NUD = SVN
Interakcija	10	8.27	<0.001	
Greška	1248			

1 = Jan'15-Mar'15, 2 = Mar'15-Maj'15, 3 = Maj'15-Jul'15, 4 = Jul'15-Sep'15, 5 = Sep'15-Nov'15, 6 = Nov'15-Jan'16

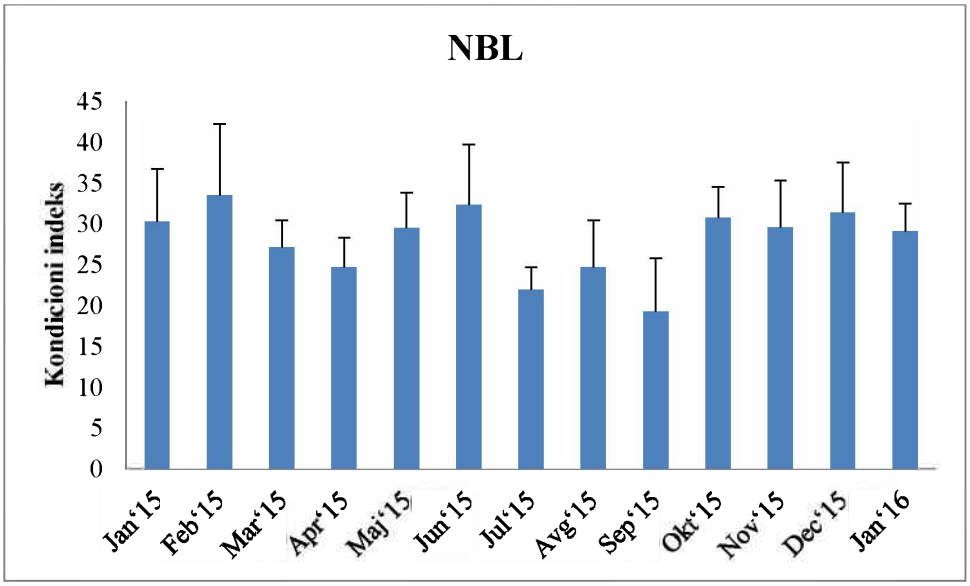
Parametri rasta dagnji na sve tri pozicije su izračunati upotrebom Bertalanffy-jeve jednačine. Rezultati pokazuju da je asimptotska dužina najveća na poziciji SVN ($L\infty$ = 69.18 mm), a najmanja na poziciji NBL ($L\infty$ = 62.52 mm). Asimptotske dužine i koeficijenti stope rasta su dati u tabeli 6.4.7.

Tabela 6.4.7. Parametri rasta kod dagnji na svakoj od istraživanih pozicija

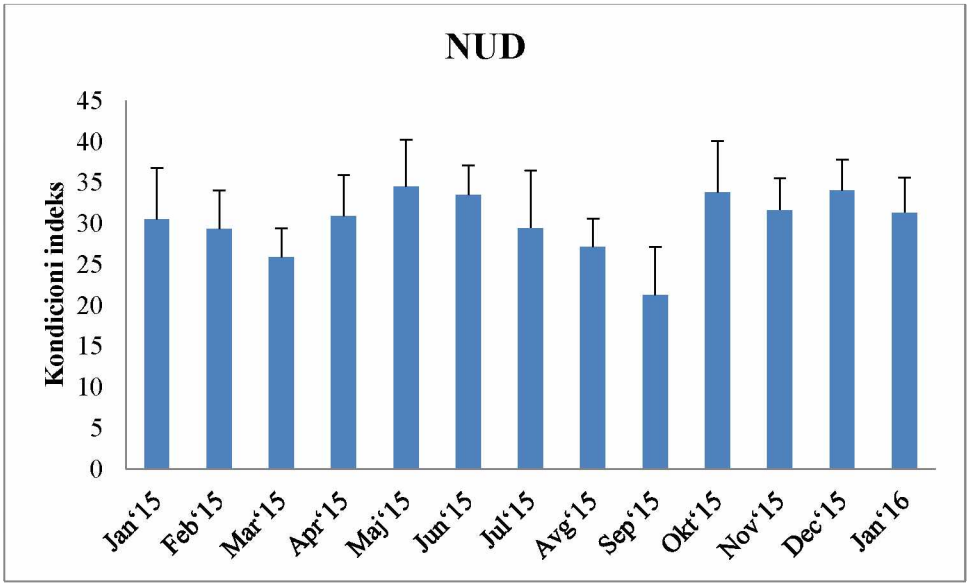
Parametri	**NBL**	**NUD**	**SVN**
L_∞ (mm)	62.52	65.27	69.18
k (godina^{-1})	1.709	2.079	1.95

6.5. Kondicioni indeks dagnji

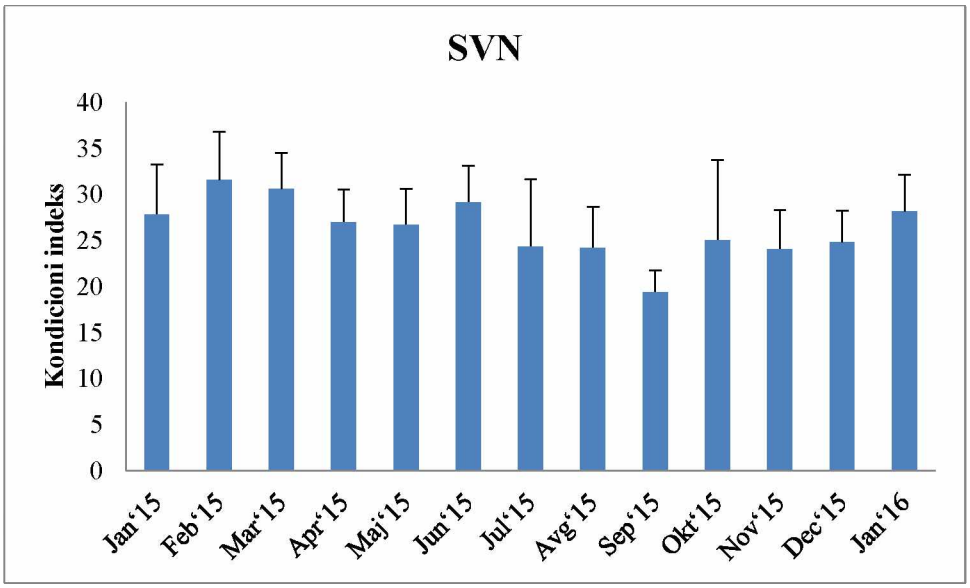
Na poziciji NBL najveća vrijednost kondicionog indeksa je bila tokom februara 2015. godine i iznosila je 33.45, dok je najmanja vrijednost bila tokom septembra 2015. godine i iznosila je 19.28. Na poziciji NUD najveća vrijednost kondicionog indeksa je bila tokom maja 2015. godine i iznosila je 34.47, dok je najmanja vrijednost bila tokom septembra 2015. godine i iznosila je 21.18. Na poziciji SVN najveća vrijednost kondicionog indeksa je bila tokom februara 2015. godine i iznosila je 31.54, dok je najmanja vrijednost bila tokom septembra 2015. godine i iznosila je 19.35. Tokom cijelog istraživanog perioda vrijednosti kondicionog indeksa su bile najvisočije na NUD poziciji, osim tokom februara i marta 2015. godine (Grafici 6.5.1-6..5.3; Tabela 6.5.1).



Grafik 6.5.1. Srednje vrijednosti kondicionog indeksa i standardne devijacije na poziciji NBL



Grafik 6.5.2. Srednje vrijednosti kondicionog indeksa i standardne devijacije na poziciji NUD



Grafik 6.5.3. Srednje vrijednosti kondicionog indeksa i standardne devijacije na poziciji SVN

Tabela 6.5.1. Srednje vrijednosti kondicionog indeksa dagnji na sve tri pozicije

Period	NBL	NUD	SVN
Januar 2015	30.21	30.46	27.81
Februar 2015	33.45	29.26	31.54
Mart 2015	27.07	25.84	30.56
April 2015	24.63	30.82	26.97
Maj 2015	29.42	34.47	26.68
Jun 2015	32.26	33.44	29.12
Jul 2015	21.9	29.4	24.32
Avgust 2015	24.66	27.09	24.17
Septembar 2015	19.28	21.18	19.35
Oktobar 2015	30.67	33.77	25.01
Novembar 2015	29.5	31.58	24.03
Decembar 2015	31.3	33.96	24.77
Januar 2016	29.07	31.28	28.12

Statističke analize kondicionog indeksa (ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom i Kruskal-Wallis test sa Dunn *post hoc* komparacijom) su pokazale da se tokom januara, februara i septembra 2015. godine vrijednosti kondicionog indeksa nisu statistički razlikovale između pozicija. Od aprila do avgusta 2015. godine i tokom januara 2016. godine vrijednosti kondicionog indeksa se nisu statistički značajno razlikovale između pozicija NBL i SVN, dok su tokom perioda od oktobra do decembra 2015. godine jedinke sa pozicije NBL imale slične vrijednosti kondicionog indeksa kao jedinke sa pozicije NUD i bile su statistički značajno visočije u poređenju sa vrijednostima kondicionog indeksa na poziciji SVN. Vrijednosti kondicionog indeksa na poziciji SVN su jedino u martu 2015. godine bile statistički značajno visočije u poređenju sa druge dvije pozicije (Tabela 6.5.2).

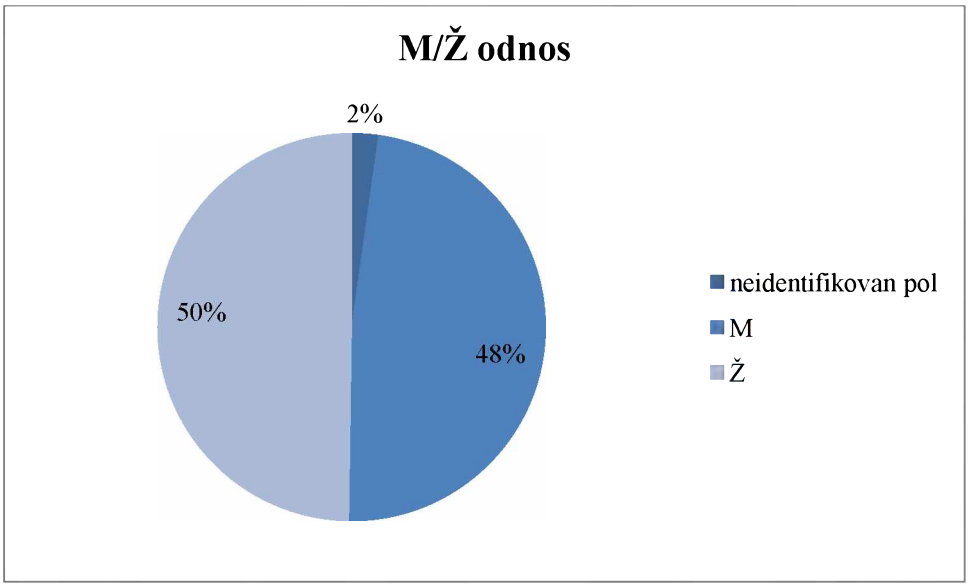
Tabela 6.5.2. Analiza kondiciong indeksa, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom i Kruskal-Wallis test sa Dunn *post hoc* komparacijom

Godina	Mjesec	ANOVA/KW	*Post hoc* komparacija
	Januar	$F = 1.744^{NS}$	—
	Februar	$H = 4.267^{NS}$	—
	Mart	F = 13.99***	NUD=NBL, SVN>NBL, SVN>NUD
	April	F = 17.22***	NUD>NBL, SVN=NBL, NUD>SVN
	Maj	F = 21.39***	NUD>NBL, SVN=NBL, NUD>SVN
	Jun	F = 5.439**	NUD=NBL, SVN=NBL, SVN<NUD
2015	Jul	F = 11.99***	NUD>NBL, SVN=NBL, NUD>SVN
	Avgust	F = 4.224*	NUD=NBL, SVN=NBL, NUD>SVN
	Septembar	$H = 2.3446^{NS}$	—
	Oktobar	F = 13.8***	NUD=NBL, NBL>SVN, NUD>SVN
	Novembar	F = 20.74***	NUD=NBL, NBL>SVN, NUD>SVN
	Decembar	F = 31.65***	NUD=NBL, NBL>SVN, NUD>SVN
2016	Januar	F = 5.235**	NUD=NBL, NBL=SVN, NUD>SVN

*p <0.05; ** p< 0.01; *** p<0.001; NS – nije statistički značajno

6.6. Histološka analiza gonada dagnji

Analiza odnosa polova je urađena na ukupno 1260 jedinki. Kod 28 jedinki nije bilo moguće odrediti pol – devet jedinki sa NBL, 11 jedinki sa NUD i 8 jedinki sa SVN pozicije. Na poziciji NBL je bilo ukupno 196 mužjaka i 215 ženki, na poziciji NUD 201 mužjak i 208 ženki, a na poziciji SVN 208 mužjaka i 204 ženke. χ^2 test nije pokazao statistički značajne razlike između broja mužjaka i ženki u ukupnom uzorku (χ^2=3.12; p=0.07). Na grafiku 6.6.1 je dat šematski prikaz odnosa mužjaka i ženki dagnji na ukupnom uzorku. Odnos polova je gotovo identičan, 50% jedinki čine ženke, 48% mužjaci i kod 2% jedinki nije bilo moguće odrediti pol.



Grafik 6.6.1. Odnos mužjaka i ženki dagnji na ukupnom uzorku

Kvalitativna i kvantitativna histološka analiza su odrađene na ukupnom uzorku, jer je mjesečno uzorkovano samo po pet jedinki sa svake pozicije. Kvalitativna analiza je urađena za oba pola zajedno.

6.6.1. Kvalitativna histološka analiza

U ovom istraživanju je gametogeneza kod dagnji podijeljena na 7 razvojnih stadijuma: neaktivni stadijum, rano sazrijevanje, kasno sazrijevanje, zreli stadijum, mrijest, ponovno razvijanje, izmrješteni stadijum. Stadijumi razvoja kod ženki su prikazani na slikama 6.6.1.1 – 6.6.1.6.

Neaktivni stadijum (0): U ovom stadijumu nije bilo moguće odrediti pol jedinki, moglo se uočiti malo nediferenciranih zametnih ćelija. Ovaj stadijum se javljao od juna do novembra 2015. godine, a najveći procenat jedinki je bio u ovom stadijumu tokom avgusta 2015. godine.

Rano sazrijevanje (I): U ovom stadijumu se javljaju prve spermatogonije kod mužjaka i oogonije kod ženki. Ovaj stadijum se javljao od maja do oktobra 2015. godine.

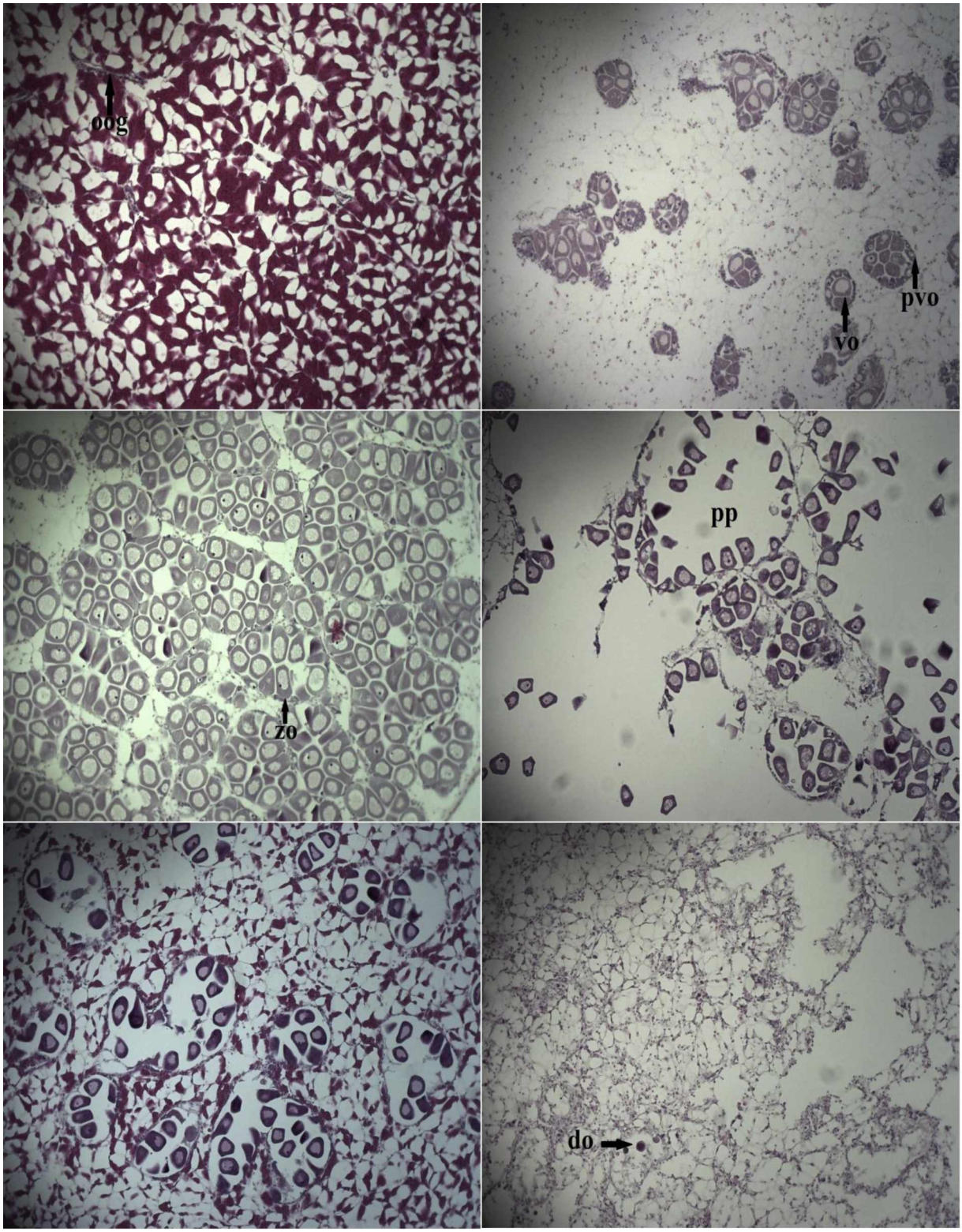
Kasno sazrijevanje (II): U ovom stadijumu se kod mužjaka javljaju spermatocite kao i prvi spermatozoidi, a kod ženki previtelogene i vitelogene oocite. Ovaj stadijum se javljao tokom juna, septembra i novembra 2015. godine.

Zreli stadijum (IIIA): U ovom stadijumu se kod mužjaka u režnjevima javljaju zreli spermatozoidi koji prave ružičasti lumen svojim repićima. Kod ženki se gubi intersticijsko vezivno tkivo i dominiraju zrele oocite. Ovaj stadijum se javljao od februara do juna mjeseca 2015. godine kao i od oktobra 2015. do januara 2016. godine. Najveći procenat jedinki je bio u ovom stadijumu tokom oktobra, novembra i decembra 2015. godine.

Stadijum mrijesta (IIIB): U ovom stadijumu se kod mužjaka uočavaju ispražnjeni režnjevi, a kod ženki se mogu vidjeti oocite slobodne u lumenu i prazan prostor. Ovaj stadijum se javljao od februara do maja 2015. godine, kao i od novembra 2015. do januara 2016. godine. Najveći procenat jedinki je bio u ovom stadijumu tokom februara, marta, aprila 2015. i tokom januara 2016. godine.

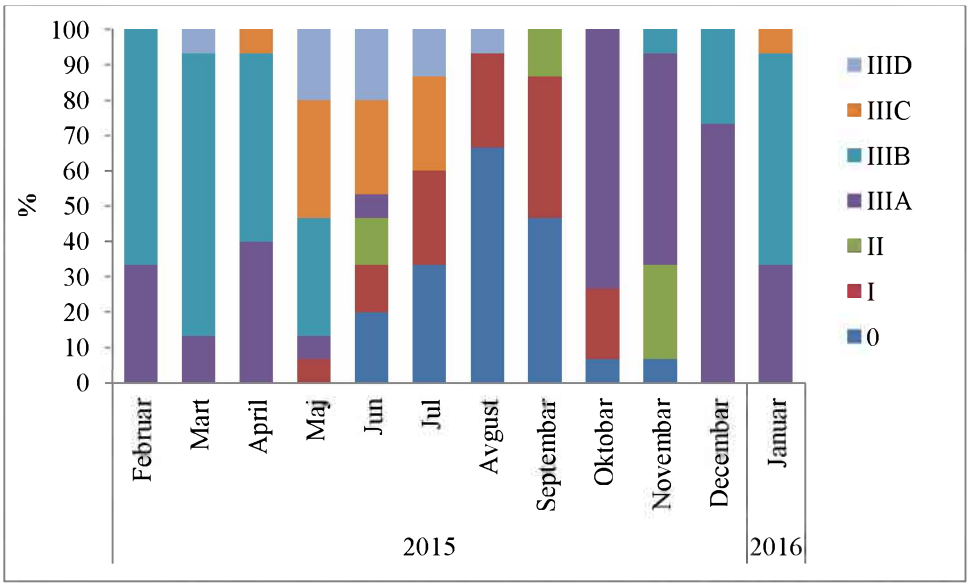
Stadijum ponovnog razvijanja (IIIC): U ovom stadijumu se formiraju nove oocite i spermatozoidi. Stadijum je jako sličan stadijumu II i mogu se lako pomiješati. Ovaj stadijum se javljao od aprila do jula 2015. godine kao i u januaru 2016. godine.

Izmrješteni stadijum (IIID): U ovom stadiju su režnjevi kod mužjaka prazni, kao i folikuli kod ženki sa prisustvom degenerativne oocite. Ovaj stadijum se javljao u martu, maju, junu, julu i avgustu 2015. godine.



Slike 6.6.1.1. – 6.6.1.6. Stadijumi gametogeneze kod ženki (I; II; IIIA; IIIB; IIIC; IIID); oog – oogonija; pvo – previtelogena oocita; vo – vitelogena oocita; zo – zrela oocita; pp – prazan prostor; do – degenerativna oocita

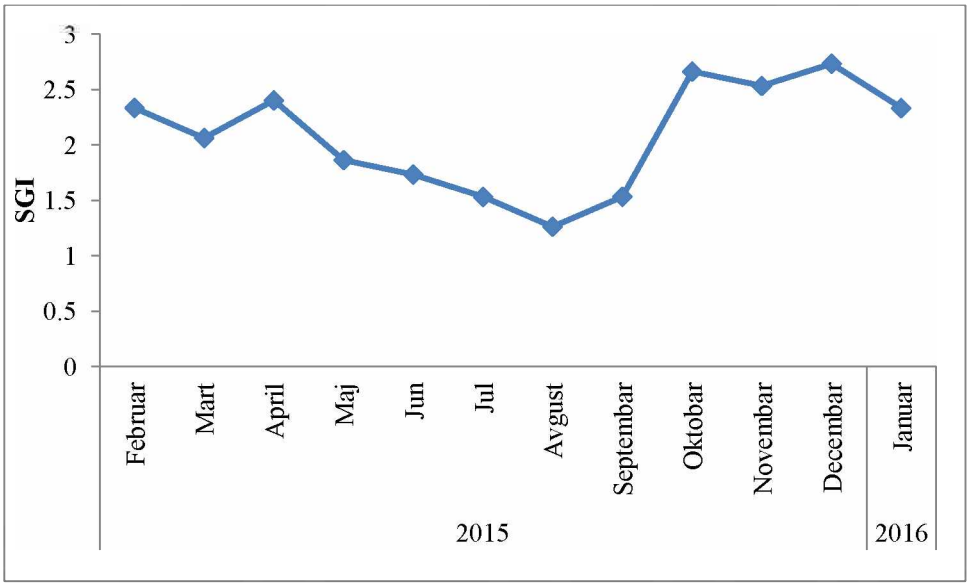
Kvalitativna analiza je pokazala da dagnje imaju kontinuiranu gametnu aktivnost tokom godine. Tokom ljetnje sezone dolazi do neaktivnog perida koji je dominantan u avgustu mjesecu, kada je više od 50% jedinki bilo neaktivno (Grafik 6.6.1.1). Uporedo sa tim i vrijednosti SGI su bile najmanje tokom avgusta mjeseca (Tabela 6.6.1.1 i Grafik 6.6.1.2). Period neaktivnosti gonada se poklapao sa periodom najvećih vrijednosti temperature morske vode. Krajem ljeta kada je temperatura vode pala ispod 20°C započela je i aktivnost gonada, a zrele jedinke su se javile već u oktobru mjesecu. Tokom novembra su se javile prve jedinke koje počinju da se mrijeste. Od oktobra do aprila mjeseca većina jedinki je bila u zrelom stadijumu ili stadijumu mrijesta. Tokom maja i juna su dominirale jedinke u stadijumima obnove gonada i izmriještenom stadijumu. Mrijest je bio naintenzivniji tokom februara, marta i aprila 2015, kao i januara 2016. godine. SGI nikad nije dostigao svoju maksimalnu vrijednost. Najveće vrijednosti SGI se poklapaju sa periodom kada je najveći procenat jedinki u zrelom stadijumu, tokom oktobra, novembra i decembra mjeseca (Tabela 6.6.1.1).



Grafik 6.6.1.1. Frekvencija sedam razvojnih stadijuma gonada dagnji kod oba pola zajedno

Tabela 6.6.1.1. Srednje vrijednosti gonadnog indeksa dagnji kod oba pola zajedno

Godina	Mjesec	SGI
2015	Februar	2.33
	Mart	2.06
	April	2.40
	Maj	1.86
	Jun	1.73
	Jul	1.53
	Avgust	1.26
	Septembar	1.53
	Oktobar	2.66
	Novembar	2.53
	Decembar	2.73
2016	Januar	2.33



Grafik 6.6.1.2. Grafički prikaz srednjih vrijednosti gonadnog indeksa dagnji kod oba pola zajedno

6.6.2. Kvantitativna histološka analiza

Kvantitativna analiza je obuhvatila brojanje i mjerenje dijametra ženskih polnih ćelija – oocita. Veličina oocita se kretala od minimalne vrijednosti 13.8µm u martu 2015. godine do maksimalne vrijednosti 132.63µm u decembru 2015. godine (Tabela 6.6.2.1). Tokom ljetnjeg perioda je naveći broj jedinki bio u stadijumu mirovanja i nije im bilo moguće odrediti pol. Jedinke koje su i bile u nekom od aktivnih stadijuma tokom ljeta su bile muškog pola ili su pak bile ženke u početnom stadijumu razvoja gonada (stadijum I) kada je bio prisutan veliki broj sitnih oocita u početku razvoja pa nisu izmjerene. Iz ovog razloga tokom ljetnjeg perioda (jul, avgust, septembar) ne postoje srednje vrijednosti veličina oocita. Najveći broj oocita je izmjeren u novembru 2015. godine, 1305 oocita, a najmanji broj je izmjeren u junu 2015. godine, 30 oocita. Najveće srednje vrijednosti oocita su bile tokom novembra i decembra mjeseca (Tabela 6.6.2.1). Gonada sa najmanjim brojem oocita, svega 13 oocita je zabilježena u maju 2015. godine, a gonada sa najvećim brojem oocita, 303 oocite je zabilježena u januaru 2016. godine.

Tabela 6.6.2.1. Veličina oocita dagnji: N – broj izmjerenih oocita, X – srednja vrijednost, SD – standardna devijacija, Max – maksimum, Min – minimum

Godina	Mjesec	N	X (µm) ± SD	Max (µm)	Min (µm)
2015	Februar	493	57.66 ± 15.73	103.1	20.7
	Mart	494	59.06 ± 14.38	98.99	13.8
	April	812	61.50 ± 9.88	101.98	31.75
	Maj	123	58.95 ± 7.49	80.5	41.71
	Jun	30	58.46 ± 6.42	73.16	45.4
	Jul	/	/	/	/
	Avgust	/	/	/	/
	Septembar	/	/	/	/
	Oktobar	462	56.68 ± 10.52	90.86	26.85
	Novembar	1305	66.31 ± 13.08	116.53	30.63
	Decembar	817	66.58 ± 12.09	132.63	38.7
2016	Januar	1240	61.76 ± 10.62	103.1	29.96

6.7. Prirast kamenica

Najviše jedinki je uginulo na poziciji NBL, ukupno 56 jedinki i još 14 jedinki je izgubljeno tokom eksperimenta. Na poziciji NUD je uginulo ukupno 49 jedinki, dok su na poziciji SVN uginule 42 jedinke (Tabela 6.7.1). Najveći mortalitet je zabilježen tokom trećeg i četvtog perioda mjerenja od jula do novembra 2015. godine na sve tri pozicije. U ta dva perioda je na poziciji NBL uginula 51 jedinka, na poziciji NUD 34 jedinke, a na poziciji SVN nešto manje, 25 jedinki. Mortaliteta nije bilo na istraživanim pozicijama tokom prvog i zadnjeg perioda eksperimenta, odnosno od januara do marta 2015. godine i od jula do septembra 2016. godine. Na poziciji NBL tokom 2016. godine nije uginula nijedna jedinka, dok su na poziciji NUD u istom periodu uginule tri jedinke, a na poziciji SVN samo dvije jedinke. Cijeli eksperiment je preživjelo ukupno 169 jedinki, od čega 40 jedinki na poziciji NBL, 61 jedinka na poziciji NUD i 68 jedinki na poziciji SVN.

Tabela 6.7.1. Broj uginulih jedinki kamenica na svakoj poziciji tokom svakog perioda mjerenja (* - u periodu Nov‘15-Jan’16 kašeta sa 14 kamenica je izgubljena)

Period	NBL	NUD	SVN
Mar‘15-Maj‘15	0	0	0
Maj‘15-Jul‘15	5	9	12
Jul‘15-Sep‘15	33	16	14
Sep‘15-Nov‘15	18	18	11
Nov‘15-Jan‘16	14*	3	3
Jan‘16-Mar‘16	0	2	1
Mar‘16-Maj‘16	0	1	0
Maj‘16-Jul‘16	0	0	1
Jul‘16-Sep‘16	0	0	0
Ukupno	**70**	**49**	**42**

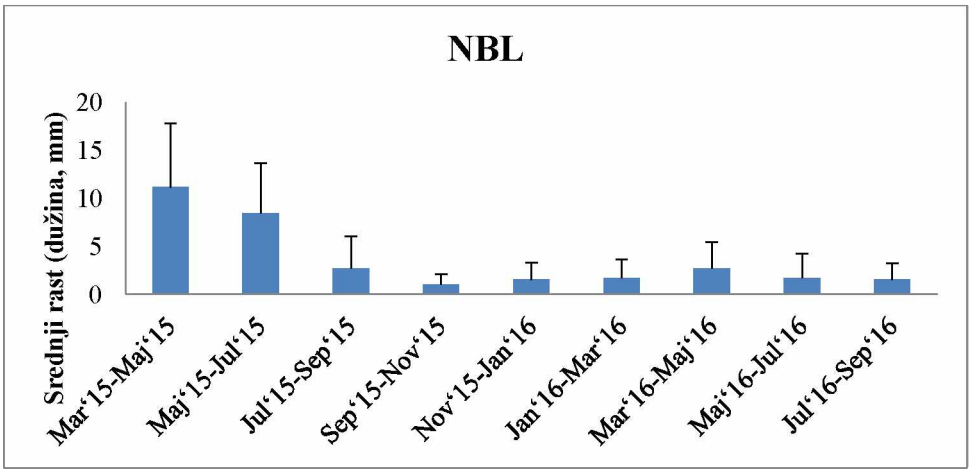
Po završetku eksperimenta (18 mjeseci) dostignuta dužina ljuštura kamenica na poziciji NBL je bila manja u poređenju sa dužinama ljuštura na pozicijama NUD i SVN. Takođe je i razlika između početne i krajnje dužine ljuštura, dostignute nakon završetka eksperimenta, na poziciji NBL bila manja u poređenju sa pozicijama NUD i SVN. Srednja dužina ljuštura kamenica na početku i na kraju eksperimenta kao i njihova razlika je data u tabeli 6.7.2.

Na pozicijama NUD i SVN su sve jedinke dostigle neophodnu tržišnu dužinu na kraju eksperimenta – 60 mm u dužinu, kako je definisano u Naredbi o zabrani lova i stavljanja u promet riblje mlađi, nedoraslih riba i drugih morskih organizama (Sl. list CG, 65/15), dok na poziciji NBL četiri jedinke nisu dostigle tržišnu dužinu od 60 mm za vrijeme trajanja eksperimenta. Na početku eksperimenta kamenice su bile oko 13-15 mjeseci stare. Na poziciji SVN nakon 10 mjeseci 94% jedinki je dostiglo tržišnu dužinu što ukazuje na produkcioni ciklus u monokulturi od 23-25 mjeseci. Za isti period na pozicijama NUD i NBL je 80% preživjelih jedinki dostiglo tržišnu dužinu.

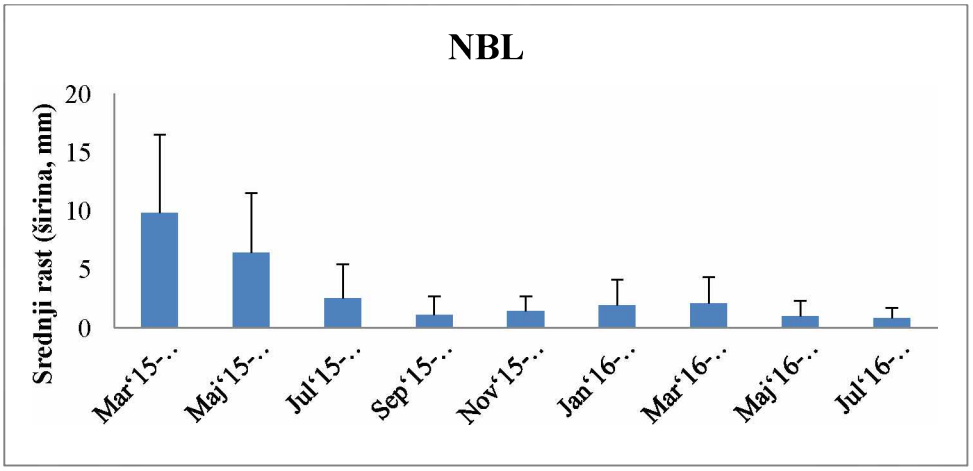
Tabela 6.7.2. Srednja vrijednost dužina ljuštura kamenica na početku i na kraju eksperimenta

Period	NBL	NUD	SVN
Jan'15	43±6.5 mm	42.9±6.5 mm	44.6±6.5 mm
Jan'16	75.4±11 mm	82.5±9.3 mm	85±9 mm
Razlika	32.4±11 mm	39.5±10.1 mm	40.3±10.4 mm

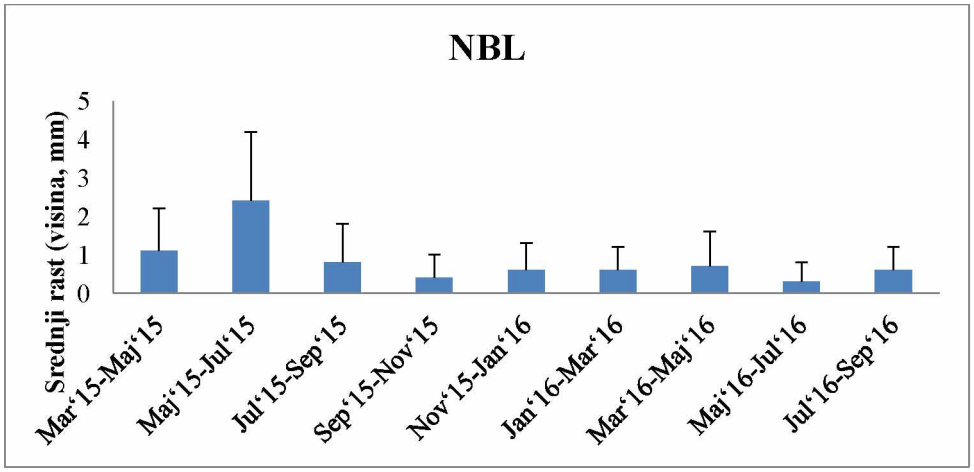
Na poziciji NBL koja se nalazi pored uzgajališta sa ribom, najveći srednji prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda mart – maj 2015. godine i iznosio je 11.2 mm, a potom od maja do jula 2015. godine kada je iznosio 8.4 mm. Najmanji srednji prirast je bio tokom četrvtog perioda od septembra do novembra 2015. godine i iznosio je 1 mm. Srednji rast u širinu ljušture je bio najveći tokom prvog perioda od marta do maja 2015. godine i iznosio je 9.8 mm, dok je najmanji srednji rast u širinu bio od jula do septembra 2016. godine i iznosio je 0.8 mm. Visina ljušture je imala najveći srednji rast tokom drugog perioda, odnosno od maja do jula 2015. godine, 2.4 mm, a najmanji tokom osmog perioda, odnosno od maja do jula 2016. godine 0.3 mm (Grafik 6.7.1 – 6.7.3; Tabela 6.7.3).



Grafik 6.7.1. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji NBL

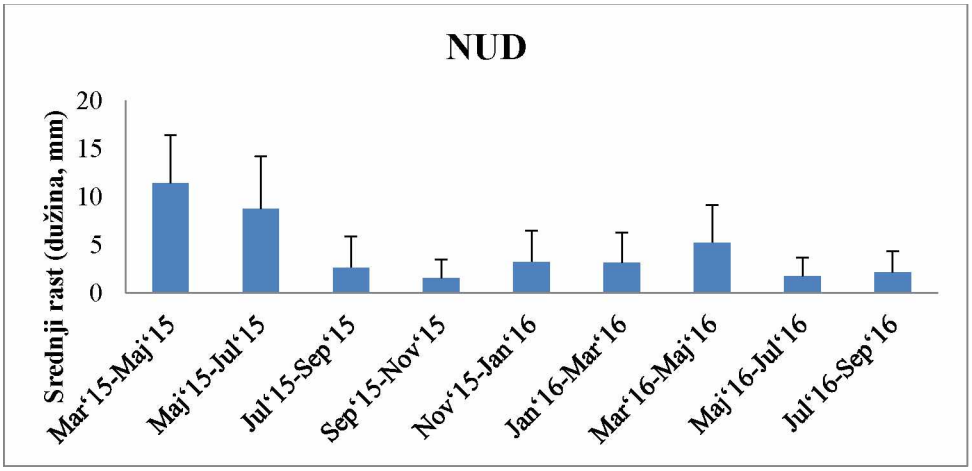


Grafik 6.7.2. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji NBL

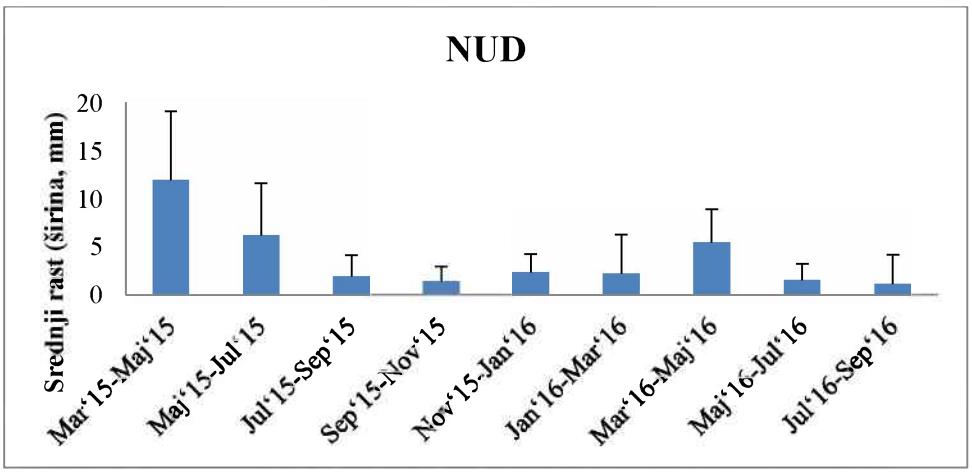


Grafik 6.7.3. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji NBL

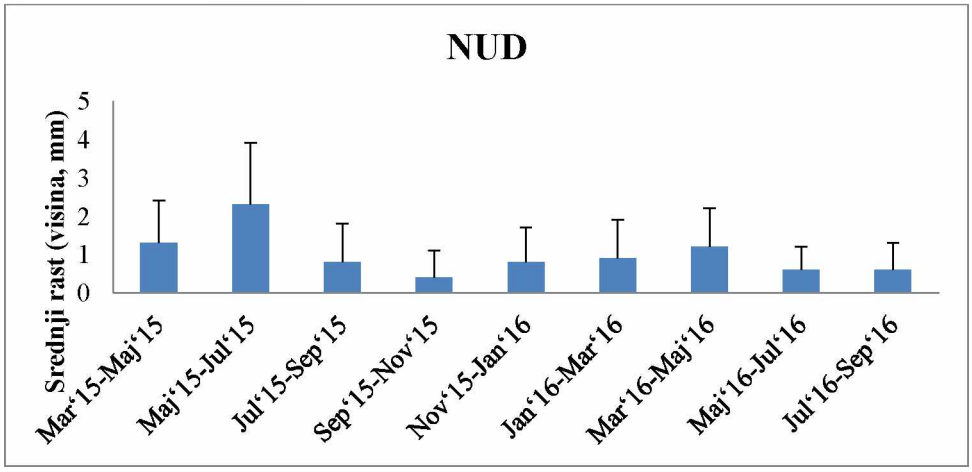
Na poziciji NUD, koja se nalazi na 100 metara udaljenosti od kaveza sa ribom, najveći srednji prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda mart – maj 2015. godine i iznosio je 11.4 mm. Potom slijedi period maj – jul 2015. godine kada je srednji prirast iznosio 8.7 mm. Najmanji srednji prirast je bio od septembra do novembra 2015. godine i iznosio je 1.5 mm. Širina ljušture je pokazala najveći srednji rast tokom prvog perioda od marta do maja 2015. godine 11.9 mm, a najmanji tokom zadnjeg perioda od jula do septembra 2016. godine, 1.1 mm. Visina ljušture je imala najveći srednji rast tokom drugog perioda maj – jul 2015. godine, 2.3 mm, a najmanji tokom perioda septembar – novembar 2015. godine, 0.4 mm (Grafik 6.7.4 – 6.7.6; Tabela 6.7.3).



Grafik 6.7.4. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji NUD

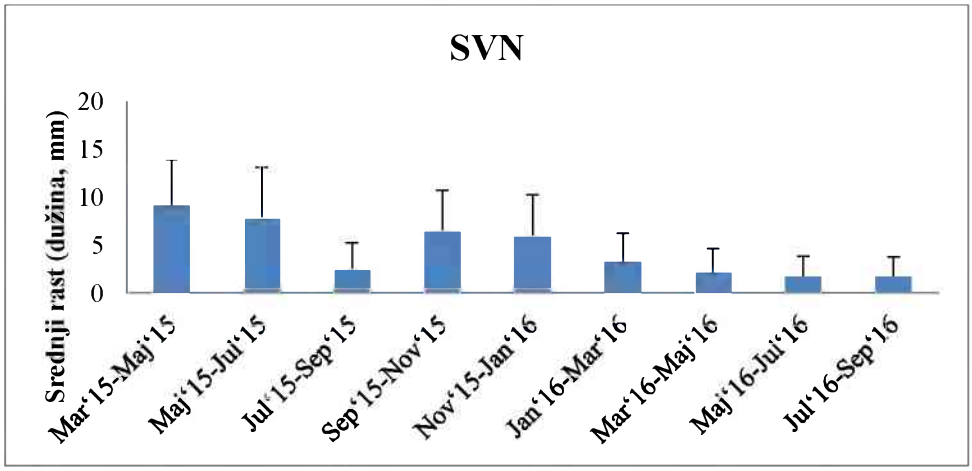


Grafik 6.7.5. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji NUD

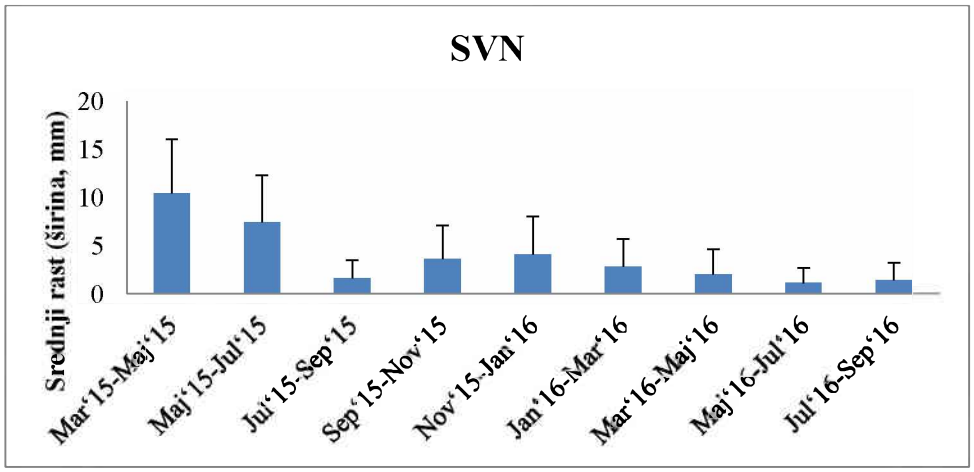


Grafik 6.7.6. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji NUD

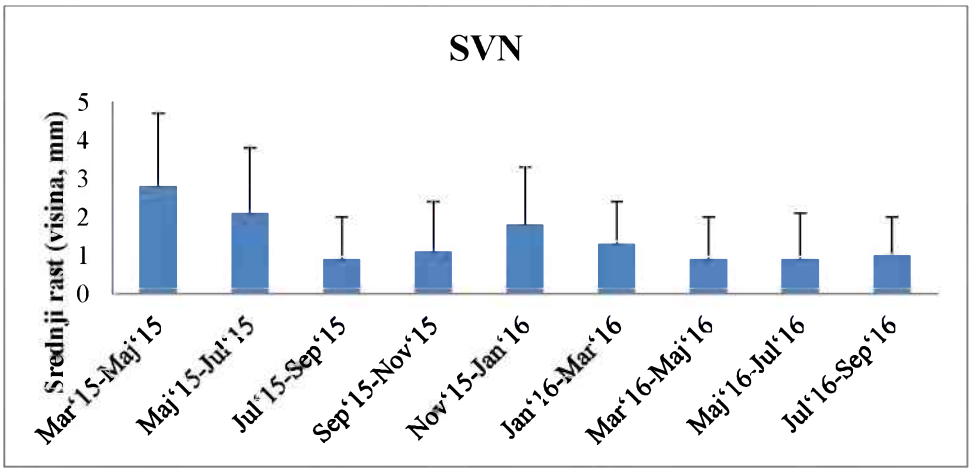
Na poziciji SVN, pozicija na kojoj nema uticaja uzgoja ribe, najveći prirast (rast ljušture u dužinu) je bio tokom perioda mart – maj 2015. godine i iznosio je 9.2 mm. Potom slijedi period maj – jul 2015. godine kada je prirast iznosio 7.8 mm. Najmanji prirast je bio tokom perioda maj – jul 2016. i jul – septembar 2016. godine i iznosio je 1.7 mm. Takođe, vrlo intenzivan prirast kamenica je bio od septembra do novembra 2015. godine i iznosio je 6.4 mm. Rast u širinu ljušture je bio najveći tokom prvog perioda od marta do maja 2015. godine, 10.4 mm, a najmanji tokom perioda maj – jul 2016. godine, 1.1 mm. Visina ljušture je takođe najviše rasla tokom perioda mart – maj 2015. godine, srednji rast je iznosio 2.8 mm, a najmanje tokom perioda jul – septembar 2015., mart – maj 2016. i maj – jul 2016. godine, 0.9 mm (Grafik 6.7.7 – 6.7.9; Tabela 6.7.3).



Grafik 6.7.7. Srednji rast u dužinu i standarna devijacija na poziciji SVN



Grafik 6.7.8. Srednji rast u širinu i standarna devijacija na poziciji SVN



Grafik 6.7.9. Srednji rast u visinu i standarna devijacija na poziciji SVN

Tabela 6.7.3. Srednje vrijednosti rasta u dužinu, širinu i visinu kod kamenica na sve tri pozicije

Pozicija	Period	Dužina ljušture, mm	Širina ljušture, mm	Visina ljušture, mm
NBL	Mar‘15-Maj‘15	11.2	9.8	1.1
	Maj‘15-Jul‘15	8.4	6.4	2.4
	Jul‘15-Sep‘15	2.7	2.5	0.8
	Sep‘15-Nov‘15	1	1.1	0.4
	Nov‘15-Jan‘16	1.5	1.4	0.6
	Jan‘16-Mar‘16	1.7	1.9	0.6
	Mar‘16-Maj‘16	2.7	2.1	0.7
	Maj‘16-Jul‘16	1.7	1	0.3
	Jul‘16-Sep‘16	1.5	0.8	0.6
NUD	Mar‘15-Maj‘15	11.4	11.9	1.3
	Maj‘15-Jul‘15	8.7	6.2	2.3
	Jul‘15-Sep‘15	2.6	1.9	0.8
	Sep‘15-Nov‘15	1.5	1.4	0.4
	Nov‘15-Jan‘16	3.2	2.3	0.8
	Jan‘16-Mar‘16	3.1	2.2	0.9
	Mar‘16-Maj‘16	5.2	5.4	1.2
	Maj‘16-Jul‘16	1.7	1.5	0.6
	Jul‘16-Sep‘16	2.1	1.1	0.6
SVN	Mar‘15-Maj‘15	9.2	10.4	2.8
	Maj‘15-Jul‘15	7.8	7.4	2.1
	Jul‘15-Sep‘15	2.4	1.6	0.9
	Sep‘15-Nov‘15	6.4	3.6	1.1
	Nov‘15-Jan‘16	5.8	4.1	1.8
	Jan‘16-Mar‘16	3.2	2.8	1.3
	Mar‘16-Maj‘16	2.1	2	0.9
	Maj‘16-Jul‘16	1.7	1.1	0.9
	Jul‘16-Sep‘16	1.7	1.4	1

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u prirastu između pozicija ($F=7.536$; $p<0.001$), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je prirast na NUD i SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL pozicijom (Tabela 6.7.4). Rezultati ANOVA testa su takođe pokazali da postoje statistički značajne razlike u prirastu između perioda istraživanja ($F=119.321$; $p<0.001$), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je prirast bio najveći tokom prvog perioda, odnosno od marta do

maja 2015. godine, a najmanji tokom osmog i devetog perioda, odnosno perioda maj – jul 2016. i jul – septembar 2016. godine (Tabela 6.7.4).

Tabela 6.7.4. Analiza rasta u dužinu kod kamenica, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	8	119.321	<0.001	8 = 9 < 3 = 6 < 4 = 7 = 5 < 2 < 1
Pozicija	2	7.536	<0.001	NBL < NUD = SVN
Interakcija	16	9.665	<0.001	
Greška	1494			

1 = Mar'15-Maj'15, 2 = Maj'15-Jul'15, 3 = Jul'15-Sep'15, 4 = Sep'15-Nov'15, 5 = Nov'15-Jan'16, 6 = Jan'16-Mar'16, 7 = Mar'16-Maj'16, 8 = Maj'16-Jul'16, 9 = Jul'16-Sep'16

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u širinskom rastu ljuštura kamenica između pozicija (F=7.559; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je širinski rast ljuštura na NUD i SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL pozicijom (Tabela 6.7.5). Rezultati ANOVA testa su takođe pokazali da postoje statistički značajne razlike u širinskom rastu ljuštura između perioda istraživanja (F=136.688; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je širinski rast ljuštura bio najveći tokom prvog perioda, odnosno od marta do maja 2015. godine, a najmanji tokom osmog i devetog perioda, odnosno perioda maj – jul 2016. i jul – septembar 2016. godine (Tabela 6.7.5).

Tabela 6.7.5. Analiza rasta u širinu kod kamenica, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	8	136.688	<0.001	9 = 8 < 3 = 4 = 6 < 5 = 7 < 2 < 1
Pozicija	2	7.559	<0.001	NBL < NUD = SVN
Interakcija	16	4.657	<0.001	
Greška	1494			

1 = Mar'15-Maj'15, 2 = Maj'15-Jul'15, 3 = Jul'15-Sep'15, 4 = Sep'15-Nov'15, 5 = Nov'15-Jan'16, 6 = Jan'16-Mar'16, 7 = Mar'16-Maj'16, 8 = Maj'16-Jul'16, 9 = Jul'16-Sep'16

Rezultati ANOVA testa su pokazali da postoje statistički značajne razlike u visinskom rastu ljuštura kamenica između pozicija (F=34.394; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je visinski rast ljuštura na SVN poziciji statistički značajno veći u poređenju sa NBL i NUD pozicijom (Tabela 6.7.6). Rezultati ANOVA testa su takođe

pokazali da postoje statistički značajne razlike u visinskom rastu ljuštura između perioda istraživanja (F=35.577; p<0.001), dok je Turkey *post hoc* komparacija pokazala da je visinski rast ljuštura bio najveći tokom drugog perioda, odnosno od maja do jula 2015. godine, a najmanji tokom trećeg, četvrtog, osmog i devetog perioda, odnosno perioda jul – septembar 2015, septembar – novembar 2015, maj – jul 2016. i jul – septembar 2016. godine (Tabela 6.7.6).

Tabela 6.7.6. Analiza rasta u visinu kod kamenica, ANOVA sa Turkey *post hoc* komparacijom

Faktor	**d.f.**	***F***	***p***	***Post hoc* komparacija**
Period	8	35.577	<0.001	8 = 4 = 9 = 3 < 7 = 6 = 5 < 1 < 2
Pozicija	2	34.394	<0.001	NBL = NUD < SVN
Interakcija	16	4.966	<0.001	
Greška	1494			

1 = Mar'15-Maj'15, 2 = Maj'15-Jul'15, 3 = Jul'15-Sep'15, 4 = Sep'15-Nov'15, 5 = Nov'15-Jan'16, 6 = Jan'16-Mar'16, 7 = Mar'16-Maj'16, 8 = Maj'16-Jul'16, 9 = Jul'16-Sep'16

Parametri rasta kamenica na sve tri pozicije su izračunati upotrebom Bertalanffy-jeve jednačine. Rezultati pokazuju da je asimptotska dužina najveća na poziciji SVN ($L\infty$ = 88.64 mm), a najmanja na poziciji NBL ($L\infty$ = 77 mm). Asimptotske dužine i koeficijenti stope rasta su dati u tabeli 6.7.7.

Tabela 6.7.7. Parametri rasta kod kamenica na svakoj od istraživanih pozicija

Parametri	**NBL**	**NUD**	**SVN**
L_∞ (mm)	77.00	87.98	88.64
k (godina^{-1})	1.965	1.676	2.101

6.8. Faunistička istraživanja školjki u Bokokotorskom zalivu

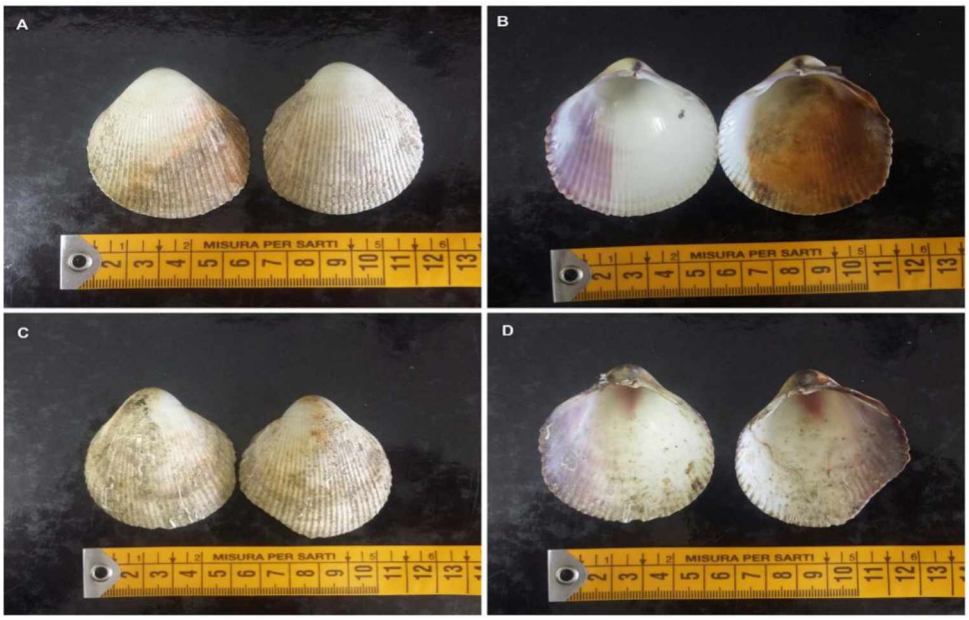
U toku istraživanja ukupno je identifikovana 101 vrsta školjki iz 33 familije i tri podklase. Na lokalitetu Sveti Marko i Sveta Nedjelja je identifikovano 65 vrsta, na Njivicama 41 vrsta, na Morinju 58 vrsta, na Svetoj Stasiji 62 vrste i na poziciji IBM ukupno 64 vrste.

Od identifikovanih vrsta dvije spadaju u alohtone vrste (*Fulvia fragilis* i *Pinctada imbricata radiata*). Vrsta *Pinctada imbricata radiata* je nađena na lokalitetu Sv. Marko. Sakupljena je samo jedna ljuštura ukupne dužine 43 mm.Nalaz vrste *Fulvia fragilis* je novi za faunu morskih školjki Crne Gore i Jadranskog mora. Dvije ljušture su sakupljene na lokalitetu Sv. Marko. Prva ljuštura je sakupljena 11. maja 2016. godine i imala je dužinu 56.5 mm. Spoljašnji dio ljušture je bijelo-bež boje, dok je predio oko umba ljubičast. Ljuštura sa spoljne strane ima 40 rebara. Unutrašnji dio ljušture je bijele boje, dok je u posteriornom dijelu i udubljenju kod umba ljubičast. Druga ljuštura je sakupljena 6. oktobra 2016. godine, dužine 56 mm sa 39 rebara, a boja spoljašnjeg i unutrašnjeg dijela je bila ista kao kod prve ljušture (Slika 6.8.1).

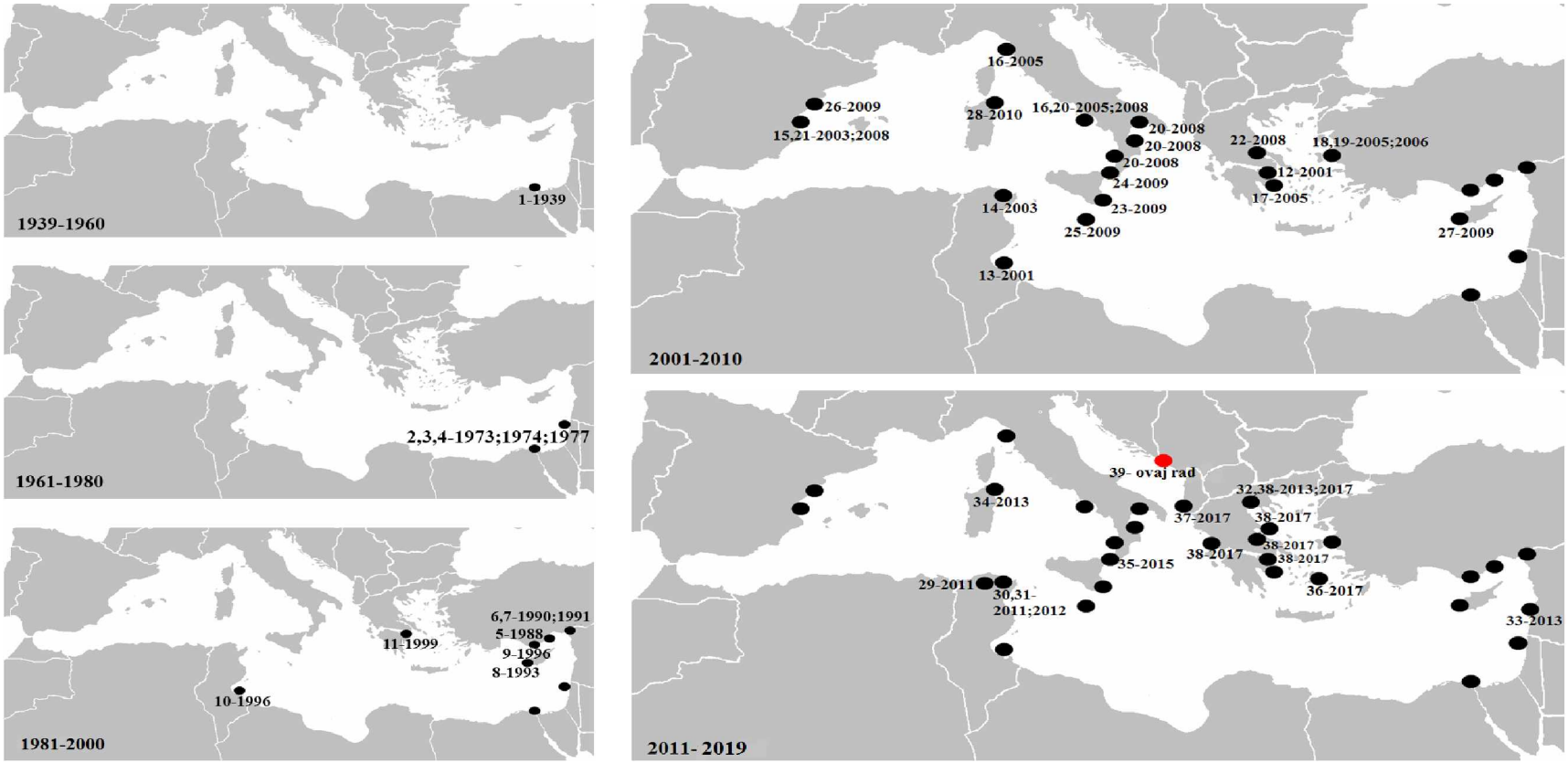
Maksimalna dubina na transektu na kojem su sakupljene ljušture vrste *F. fragilis* je 12 m. Do 5 m dubine dno se odlikuje kamenito-ljušturastom strukturom sa prisustvom algi *Cystoseira foeniculacea* i *Acetabularia acetabulum* kao i prisustvom morskih cvijetnica, *Cymodocea nodosa* i *Posidonia oceanica*. Nakon ovog dijela se javlja stepenica, visine 4 m, posle koje se od 9 m do 12 m dubine dno odlikuje pjeskovito-muljevitim i muljevitim sastavom. Na slici 6.8.2 su prikazani svi nalazi vrste u vodama Sredozemlja, kao i vremenske promjene u distribuciji vrste, počevši od prvog nalaza iz 1939. godine sve do 2019. godine.

Od ukupnog broja identifikovanih vrsta, 45 vrsta su jestive školjke. Dvije vrste, *Mytilus galloprovincialis* i *Ostrea edulis* se uzgajaju u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva. Desetak vrsta koje su identifikovane su uključene u uzgoj ili su još uvijek na eksperimentalnom nivou uzgoja širom Evrope i Sredozemlja (*Arca noae, Pinna nobilis, Aequipecten opercularis, Pecten jacobaeus, Mimachlamys varia, Ruditapes decussates, Venus verucossa, Phapia* sp.). Dvije identifikovane vrste su zakonom zaštićene u Crnoj Gori i to: prstac *Lithophaga lithophaga* i palastura *Pinna nobilis* (Sl. list CG, 76/06). Palastura je identifikovana na svim istraživanim lokalitetima, dok je prstac identifikovan samo na lokalitetu Njivice. Sakupljene su samo tri ljušture prstaca. Na ovom lokalitetu je identifikovan

negativan antropogeni uticaj koji se ogleda u izlovu ove vrste i uništavanju kamenitih staništa koje ona naseljava, zbog ekonomske važnosti i činjenice da se vrsta koristi u ishrani.



Slika 6.8.1. Ljušture vrste *F. fragilis*, spolja i iznutra; A i B – ljuštura nađena 6. oktobra 2016. godine; C i D – ljuštura nađena 11. maja 2016. godine



Slika 6.8.2. Vremensko i prostorno širenje vrste u Sredozemnom moru podijeljeno u pet perioda (1939–1960; 1961–1980; 1981–2000; 2001–2010; 2011–danas) (1. Moazzo, 1939; 2. Barash i Danin, 1973; 3. Ghisotti, 1974; 4. Barash i Danin, 1977; 5. Lindner, 1988; 6. Enzenross i sar., 1990; 7. Niederhöfer i sar., 1991; 8. Fischer, 1993; 9. Buzzurro i Greppi, 1996; 10. Passamonti, 1996; 11. Vardala-Theodorou, 1999; 12. Delamotte i Vardala-Theodorou, 2001; 13. Enzenros i Enzenros, 2001; 14. Ben Souissi i sar., 2003; 15. Zenetos i sar., 2003; 16. Crocetta, 2005; 17. Zenetos i sar., 2005; 18. Öztürk i Poutiers, 2005; 19. Çinar i sar., 2006; 20. Crocetta i sar., 2008; 21. Tamayo-Goya, 2008; 22. Zenetos i sar., 2008; 23. Brancato i Reittano, 2009; 24. Crocetta i sar., 2009; 25. Goud i Mifsud, 2009; 26. López Soriano i sar., 2009; 27. Zenetos i sar., 2009; 28. Doneddu, 2010; 29. Mahmoud i sar., 2011; 30. Rifi i sar., 2011; 31. Rifi i sar., 2012; 32. Angelidis, 2013; 33. Crocetta i sar., 2013; 34. Marchini i sar., 2013; 35. Sperone i sar., 2015; 36. Lipej i sar., 2017; 37. Gerovasileiou i sar., 2017; 38. Crocetta i sar., 2017; 39. ovaj rad)

6.8.1. Sistematska pripadnost identifikovanih vrsta

Klasa: Bivalvia

Podklasa: Protobranchia

Red: Nuculanida

Familija: Nuculanidae

Lembulus pella (Linneaus, 1758)

Red: Nuculida

Familija: Nuculidae

Nucula spp.

Podklasa: Pteriomorphia

Red: Arcida

Familija: Arcidae

Arca noae (Linneaus, 1758)

Arca tetragona (Poli, 1795)

Anadara gibbosa (Reeve, 1844)

Anadara sp.

Barbatia barbata (Linneaus, 1758)

Familija: Glycymeridae

Glycymeris pilosa (Linnaeus, 1767)

Glycymeris spp.

Familija: Noetiidae

Striarca lactea (Linneaus, 1758)

Red: Limida

Familija: Limidae

Limaria hians (Gmelin, 1791)

Limaria tuberculata (Olivi, 1792)

Limaria sp.

Red: Mytilida

Familija: Mytilidae

Gibbomodiola adriatica (Lamarck, 1819)

Lithophaga lithophaga (Linneaus, 1758)

Modiolus barbatus (Linneaus, 1758)

Musculus subpictus (Cantraine, 1835)

*Mytilaster lineatus (*Gmelin, 1791)

Mytilaster spp.

Mytilus galloprovincialis (Lamarck, 1819)

Red: Ostreida

Familija: Ostreidae

Ostrea edulis (Linneaus, 1758)

Familija: Pinnidae

Pinna nobilis (Linnaeus, 1758)

Familija: Pteriidae

Pinctada imbricata radiata (Leach, 1814)

Red: Pectinida

Familija: Anomiidae

Anomia ephippium (Linneaus, 1758)

Familija: Pectinidae

Aequipecten opercularis (Linneaus, 1758)

Flexopecten hyalinus (Poli, 1795)

Flexopecten glaber (Linnaeus, 1758)

Flexopecten spp.

Mimachlamys varia (Linnaeus, 1758)

Palliolum incomparabile (Risso, 1826)

Pecten jacobaeus (Linneaus, 1758)

Talochlamys multistriata (Poli, 1795)

Familija: Spondylidae

Spondylus gaederopus (Linneaus, 1758)

Podklasa: Heterodonta

Red: Adapedonta

Familija: Hiatellidae

Hiatella rugosa (Linneaus, 1767)

Familia: Pharidae

Ensis ensis (Linnaeus, 1758)

Red: Cardiida

Familia: Cardiidae

Acanthocardia echinata (Linnaeus, 1758)

Acanthocardia deshayesii (Payraudeau, 1826)

Acanthocardia paucicostata (G. B. Sowerby II, 1834)

Acanthocardia tuberculata (Linneaus, 1758)

Cerastoderma edule (Linnaeus, 1758)

Cerastoderma glaucum (Bruguière, 1789)

Fulvia fragilis (Forsskål in Niebuhr, 1775)

Laevicardium crassum (Gmelin, 1791)

Laevicardium oblongum (Gmelin, 1791)

Parvicardium exiguum (Gmelin, 1791)

Parvicardium scabrum (Philippi, 1844)

Papillicardium papillosum (Poli, 1791)

Familija: Psammobiidae

Gari depressa (Penannt, 1777)

Gari fervensis (Gmelin, 1791)

Familija: Semelidae

Abra spp.

Familija: Solecurtidae

Azorinus chamasolen (Da Costa, 1778)

Solecurtus strigilatus (Linnaeus, 1758)

Solecurtus sp.

Familija: Tellinidae

Arcopella balaustina (Linnaeus, 1758)

Bosemprella incarnata (Linnaeus, 1758)

Gastrana fragilis (Linneaus, 1767)

Moerella distorta (Poli, 1791)

Moerella donacina (Linnaeus, 1758)

Moerella pulchella (Lamarck, 1818)

Peronidia albicans (Gmelin, 1791)

Serratina serrata (Brochi, 1814)

Tellina spp.

Red: Carditida

Familija: Carditidae

Cardites antiquatus (Linnaeus, 1758)

Glans trapezia (Linnaeus, 1767)

Red: Lucinida

Familija: Lucinidae

Ctena decussata (Costa O.G., 1829)

Loripes orbiculatus (Poli, 1791)

Loripinus fragilis (Philippi, 1836)

Lucinella divaricata (Linneaus, 1758)

Lucinoma borealis (Linnaeus, 1767)

Red: Myida

Familija: Corbulidae

Corbula gibba (Olivi, 1792)

Familija: Pholadidae

Pholas dactylus (Linnaeus, 1758)

Familija: Teredinidae

Teredo navalis (Linneaus, 1758)

Red: Venerida

Familija: Veneridae

Callista chione (Linnaeus, 1758)

Chamelea gallina (Linneaus, 1758)

Clausinella fasciata (da Costa, 1778)

Dosinia lupinus (Linneaus, 1758)

Dosinia exoleta (Linneaus, 1758)

Gouldia minima (Montagu, 1803)

Irus irus (Linneaus, 1758)

Lajonkairia lajonkairii (Payraudeau, 1826)

Mysia undata (Pennant, 1777)

Petricola lithophaga (Retzius, 1786)

Pitar rudis (Poli, 1795)

Polititapes spp.

Ruditapes decussatus (Linnaeus, 1758)

Timoclea ovata (Pennant, 1777)

Venus casina (Linnaeus, 1758)

Venus verrucosa (Linneaus, 1758)

Red: -

Familija: Chamidae

Chama gryphoides (Linneaus, 1758)

Pseudochama gryphina (Lamarck, 1819)

Familija: Gastrochaenidae

Rocellaria dubia (Pennant, 1777)

Familija: Mactridae

Lutraria oblonga (Gmelin, 1791)

Spisula subtruncata (da Costa, 1778)

Familija: Mesodesmatidae

Donacilla cornea (Poli, 1795)

Familija: Ungulinidae

Diplodonta rotundata (Montagu, 1803)

Familija: Pandoridae

Pandora inaequivalvis (Linnaeus, 1758)

Pandora pinna (Montagu, 1803)

Familija: Thraciidae

Thracia corbuloidea (Blainville, 1827)

Thracia phaseolina (Lamarck, 1818)

Thracia pubescens (Pulteney, 1799)

Thracia spp.

6.8.2. Dominantnost i frekvencija

Na ukupnom uzorku, u grupu eudominantnih (Ed), dominantnih (D) i subdominantnih (Sd) spada ukupno 16 vrsta: *Acanthocardia paucicostata*, *Diplodonta rotundata, Dosinia exolenta, Gari depressa, Gouldia minima, Laevicardium oblongum, Mytilus galloprovincialis, Nucula* sp., *Ostrea edulis, Papillicardium papillosum, Parvicardium exigum, Parvicardium scabrum, Pitar rudis, Polititapes* sp., *Ruditapes decussatus* i *Venus verucossa* (Tabela 6.8.2.1). Ostalih 85 vrsta spadaju u grupu recedentnih (10 vrsta) i subrecedentnih (75 vrsta).

U pogledu konstantnosti u grupu eukonstantnih (Ek) i konstantnih (K) vrsta spada ukupno 40 vrsta (Tabela 6.8.2.1). Ostale vrste spadaju u akcesorne (15 vrsta) i akcidentalne vrste (46 vrsta).

Tabela 6.8.2.1. Lista identifikovanih vrsta po lokalitetima tokom sve četiri sezone uzorkovanja, njihova dominantnost i frekvencija (d – dominantnost; F – frekvencija; Ed – eudominantne vrste; D – dominantne vrste; Sd – subdominantne vrste; R – recedentne vrste; Sr – subrecedentne vrste; Ek – eukonstantne vrste; K – konstantne vrste; As – akcesorne vrste; Ac – akcidentne vrste)

Vrste	Sv. Marko	Sv. Nedjelja	Njivice	Morinj	Sv. Stasije	IBM	d (%)	Kat.	F (%)	Kat.
Abra spp.	*	*		*	*	*	1.43	R	66.67	K
Acanthocardia deshayesii				*			0.01	Sr	4.17	Ac
Acanthocardia echinata		*					0.01	Sr	4.17	Ac
Acanthocardia paucicostata	*	*		*	*	*	2.18	Sd	62.5	K
Acanthocardia tuberculata	*						0.01	Sr	4.17	Ac
Acropella balaustina	*	*		*	*	*	0.31	Sr	50	K
Aequipecten opercularis		*		*			0.07	Sr	12.5	Ac
Anadara gibossa						*	0.03	Sr	4.17	Ac
Anadara sp.				*			0.01	Sr	4.17	Ac
Anomia ephippium	*	*	*	*	*	*	0.61	Sr	75	Ek
Arca noae	*	*	*	*	*	*	1.95	R	58.33	K
Arca tetragona	*		*			*	0.03	Sr	8.33	Ac
Azorinus chamasolen	*	*		*	*	*	0.77	Sr	54.17	K
Barbatia barbata		*	*	*	*	*	0.53	Sr	41.67	As
Bosemprella incarnata	*	*		*		*	0.27	Sr	75	Ek
Callista chione		*			*		0.07	Sr	8.33	Ac
Cardites antiquatus					*		0.01	Sr	4.17	Ac
Cerastoderma sp.				*		*	0.41	Sr	16.67	Ac
Cerastoderma glaucum		*				*	0.21	Sr	16.67	Ac
Chama gryphoides	*	*	*	*	*	*	0.6	Sr	54.17	K
Chamelea gallina				*	*		0.1	Sr	12.5	Ac
Clausinella fasciata		*			*		0.4	Sr	25	As
Corbula gibba	*	*	*	*	*	*	0.96	Sr	91.67	Ek

Ctena decussata	*	*	*		*		0.14	Sr	29.17	As
Diplodonta rotundata	*	*	*	*	*	*	4.11	Sd	75	Ek
Donacilla cornea	*	*					0.04	Sr	8.33	Ac
Dosinia exolenta	*	*		*	*	*	2.3	Sd	62.5	K
Dosinia lupinus	*				*	*	0.04	Sr	12.5	Ac
Ensis ensis		*					0.01	Sr	4.17	Ac
Flexopecten glaber	*	*	*	*	*	*	1.32	R	70.83	K
Flexopecten hyalinus	*	*	*		*		0.56	Sr	29.17	As
Flexopecten spp.	*	*	*	*		*	0.29	Sr	33.33	As
Fulvia fragilis	*						0.02	Sr	8.33	Ac
Gari depressa	*	*		*	*	*	2.98	Sd	79.17	Ek
Gari fervensis	*	*		*	*	*	0.19	Sr	45.83	As
Gastrana fragilis	*	*	*	*	*	*	1.05	R	70.83	K
Gibbomodiola adriatica	*	*	*	*	*	*	0.83	Sr	83.33	Ek
Glans trapezia	*		*				0.78	Sr	16.67	Ac
Glycymeris pilosa		*					0.11	Sr	16.67	Ac
Glycymeris spp.		*			*		0.08	Sr	16.67	Ac
Gouldia minima	*	*	*	*	*	*	5.47	D	100	Ek
Hiatella rugosa		*	*	*	*	*	0.18	Sr	37.5	As
Irus irus	*		*			*	0.05	Sr	16.67	Ac
Laevicardium crassum	*	*		*	*	*	1.57	R	62.5	K
Laevicardium oblongum	*	*		*	*	*	2.3	Sd	70.83	K
Lajoncairia lajonkairii			*				0.06	Sr	12.5	Ac
Lembulus pella	*					*	0.05	Sr	12.5	Ac
Limaria hians						*	0.02	Sr	4.17	Ac
Limaria sp.						*	0.01	Sr	4.17	Ac
Limaria tuberculata	*	*	*	*	*	*	0.31	Sr	70.83	K
Lithophaga lithophaga			*				0.03	Sr	12.5	Ac
Loripes orbiculatus	*	*	*	*	*	*	1.24	R	54.17	K
Loripinus fragilis	*		*			*	0.04	Sr	12.5	Ac
Lucinella divaricata	*						0.03	Sr	4.17	Ac
Lucinoma borealis	*	*					0.13	Sr	8.33	Ac
Lutraria oblonga		*					0.02	Sr	4.17	Ac
Mimachlamys varia	*	*	*	*	*	*	0.47	Sr	83.33	Ek
Modiolus barbatus	*		*				0.38	Sr	20.83	Ac
Moerella pulchella	*			*	*	*	0.19	Sr	37.5	As
Moerella distorta	*						0.06	Sr	4.17	Ac
Moerella donacina	*	*		*	*	*	0.52	Sr	66.67	K
Musculus subpictus	*	*			*	*	0.11	Sr	25	As
Mysia undata						*	0.01	Sr	4.17	Ac
Mytilaster lineatus					*	*	1.73	R	33.33	As
Mytilaster spp.		*			*	*	1.18	R	29.17	As
Mytilus galloprovincialis	*	*	*	*	*	*	2.61	Sd	79.17	Ek
Nucula spp.	*	*	*	*	*	*	2.07	Sd	87.5	Ek
Ostrea edulis	*	*	*	*	*	*	2.13	Sd	70.83	K
Palliolum incomparabile	*				*		0.03	Sr	8.33	Ac
Pandora inaequivalvis		*					0.02	Sr	4.17	Ac

Pandora pinna				*			0.01	Sr	4.17	Ac
Papillicardium papillosum	*	*	*	*	*	*	5.6	D	87.5	Ek
Parvicardium exiguum	*	*	*	*	*	*	2.01	Sd	87.5	Ek
Parvicardium scabrum	*	*	*	*	*	*	4.94	Sd	79.17	Ek
Pecten jacobaeus	*	*		*	*	*	1.46	R	75	Ek
Peronidia albicans	*				*	*	0.06	Sr	12.5	Ac
Petricola lithophaga	*			*	*		0.04	Sr	16.67	Ac
Pholas dactylus			*				0.02	Sr	8.33	Ac
Pinctada imbricata radiata	*						0.01	Sr	4.17	Ac
Pinna nobilis	*	*	*	*	*	*	0.29	Sr	54.17	K
Pitar rudis	*	*	*	*	*	*	7.41	D	95.83	Ek
Polititapes **spp.**	*	*	*	*	*	*	6.55	D	100	Ek
Pseudochama gryphina	*	*	*	*	*	*	1.79	R	70.83	K
Rocellaria dubia	*	*	*			*	0.28	Sr	66.67	K
Ruditapes decussatus	*	*		*	*	*	2.11	Sd	54.17	K
Serratina serrata	*	*		*	*	*	0.16	Sr	45.83	As
Solecurtus **sp.**				*			0.01	Sr	4.17	Ac
Solecurtus striangulatus		*					0.01	Sr	4.17	Ac
Spisula subtruncata	*	*			*	*	0.26	Sr	33.33	As
Spondylus gaederophys			*	*			0.12	Sr	12.5	Ac
Striarca lactea	*	*	*	*	*	*	0.47	Sr	54.17	K
Talochlamys multistriata	*	*	*	*	*	*	0.55	Sr	54.17	K
Tellina **spp.**					*		0.03	Sr	4.17	Ac
Teredo navalis	*						0.03	Sr	4.17	Ac
Thracia corbuloidea		*		*	*	*	0.08	Sr	29.17	As
Thracia phaseolina	*	*		*	*	*	0.27	Sr	29.17	As
Thracia pubescens				*	*		0.19	Sr	12.5	Ac
Thracia **spp.**				*	*		0.02	Sr	50	K
Timoclea ovata		*		*	*	*	0.79	Sr	50	K
Venus casina		*	*	*		*	0.07	Sr	16.67	Ac
Venus verucossa	*	*	*	*	*	*	15.54	Ed	95.83	Ek

Sastav zajednica na osnovu abundance (brojnosti) školjki je dat za svih šest istraživanih lokaliteta. Na lokalitetu Sveti Marko udio od 67.66% čini 10 vrsta, dok preostalih 32.34% čini 55 vrsta. Vrsta sa najvećim udjelom je *Venus verucossa*, 14.43%, dok je druga vrsta po udjelu *Pitar rudis* sa 10.02%. Tu je i vrsta *Gouldia minima* sa udjelom od 9.08% (Grafik 6.8.2.1).

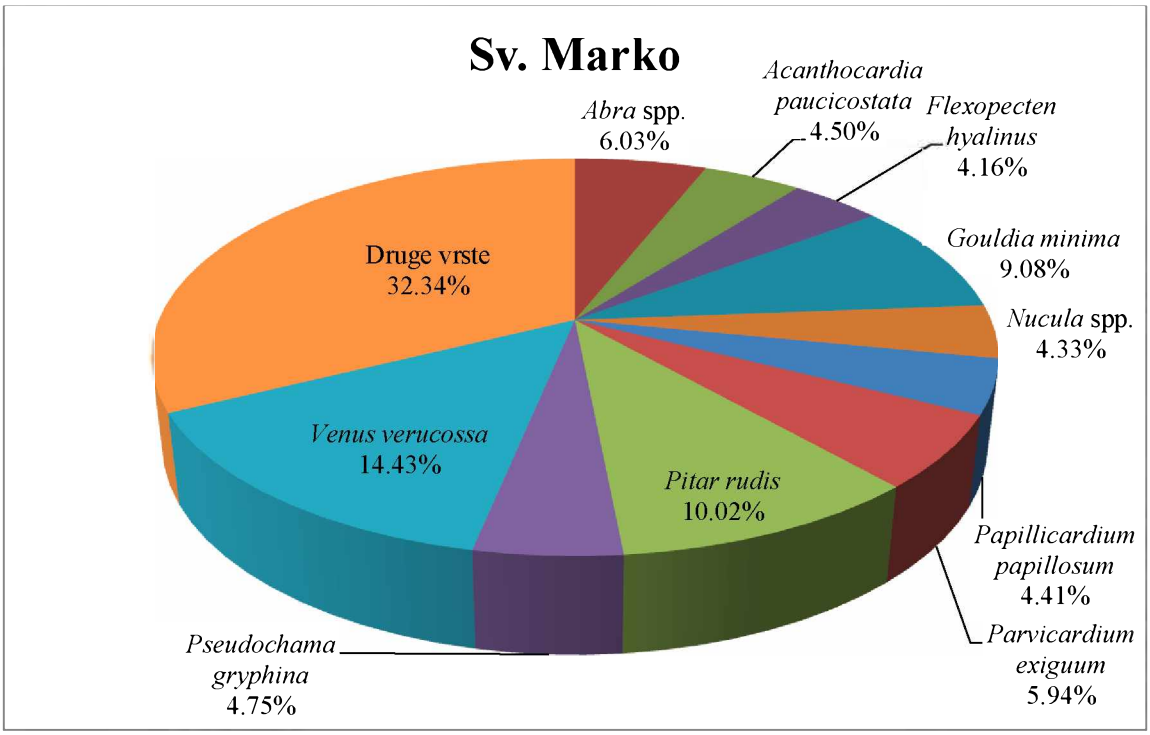
Na lokalitetu Sveta Nedjelja udio od 73.48% čini 11 vrsta, dok preostalih 26.52% čine 54 vrste. Vrsta sa najvećim udjelom je *Venus verucossa*, 12.58%, dok se na drugom mjestu nalazi vrsta *Papillicardium papillosum* sa 11.07%. Vrste *Pitar rudis* i *Parvicardum scabrum* imaju udio od 11.01% (Grafik 6.8.2.2).

Na lokalitetu Njivice udio od 85.13% čini 10 vrsta, dok preostalih 14.87% čini 31 vrsta. Vrsta sa najvećim udjelom je *Venus verucossa*, 44.26%, dok je druga po udjelu vrsta *Arca noae* 9.13% (Grafik 6.8.2.3).

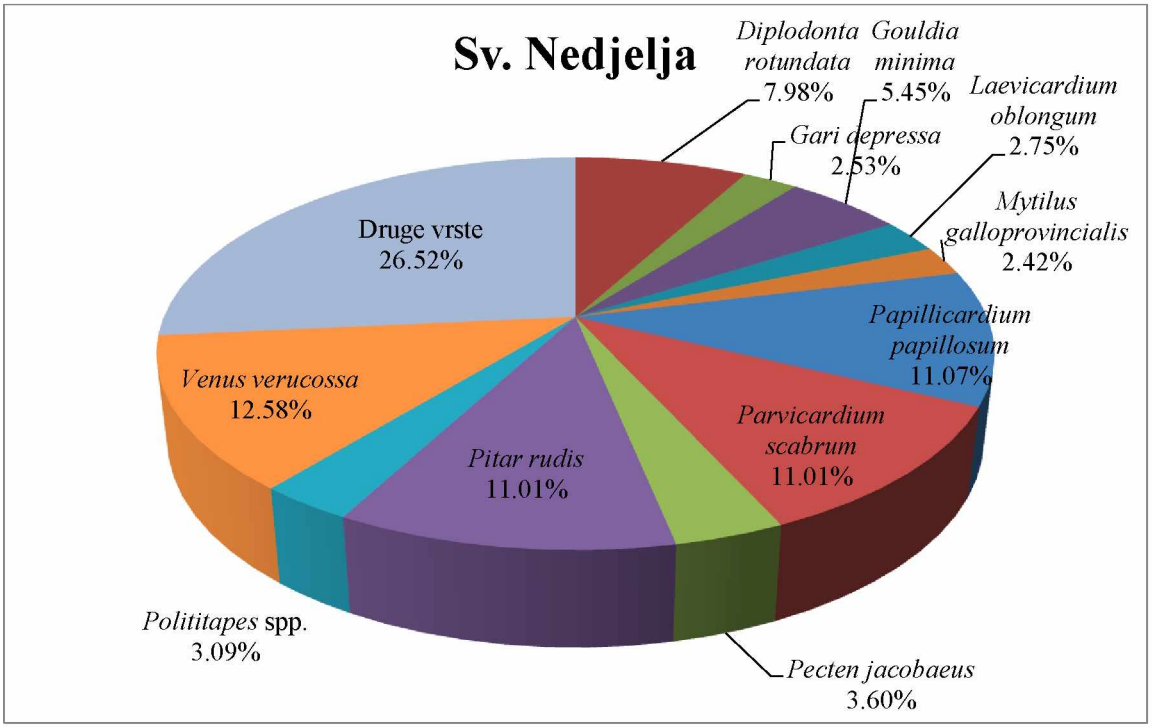
Na lokalitetu Morinj udio od 65.54% čini 11 vrsta, dok preostalih 34.46% čini 47 vrsta. Vrsta sa najvećim udjelom je *Venus verucossa*, 10.94%, dok je druga vrsta po udjelu *Pitar rudis* 9.46%, a potom *Ruditapes decussatus* 7.73% (Grafik 6.8.2.4).

Na lokalitetu Sveti Stasije udio od 65.54% čini 10 vrsta, dok preostalih 34.46% čine 52 vrste. Vrsta sa najvećim udjelom je *Diplodonta rotundata*, 8.52%, dok je druga vrsta po udjelu *Dosinia exolenta* 8.47%. *Venus verucossa* je na petom mjestu sa udjelom od 7.30% (Grafik 6.8.2.5).

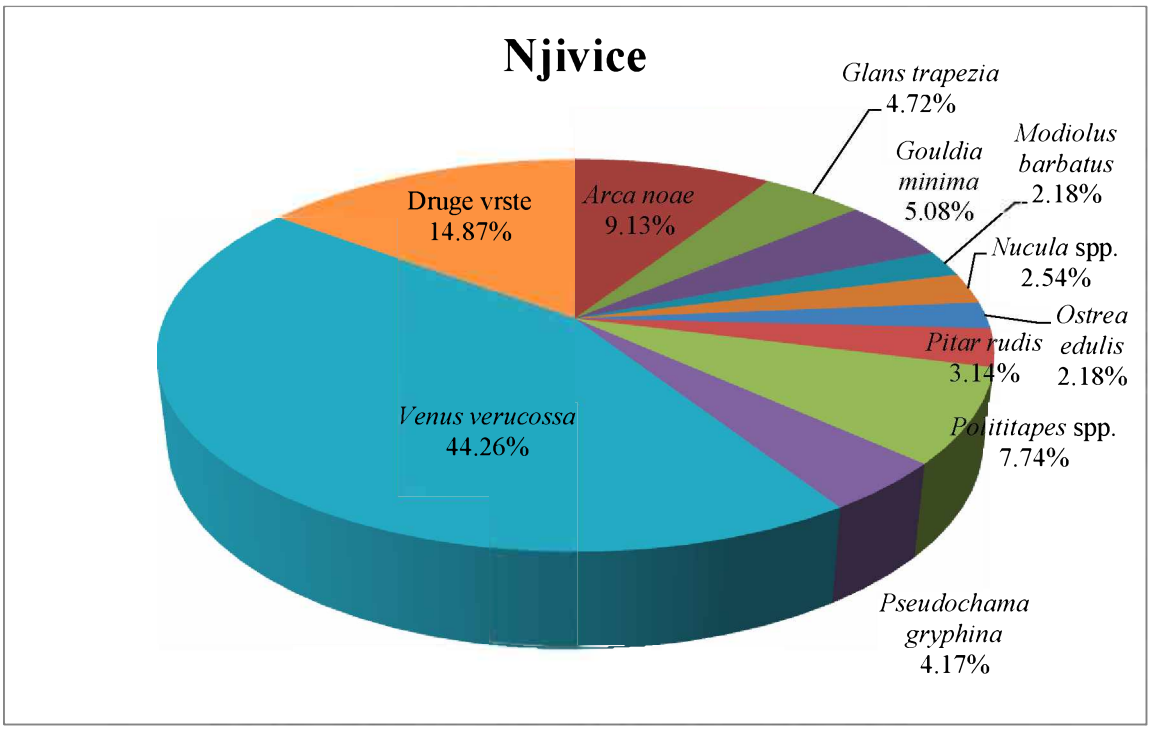
Na lokalitetu IBM udio od 63.41% čini 12 vrsta, dok preostalih 36.59% čine 52 vrste. Vrsta sa najvećim udjelom je *Polititapes* spp., 12.86%, dok je druga vrsta po udjelu *V. verucossa* 7.89%. Nakon ove dvije vrste dolazi *Pitar rudis* sa udjelom 7.38% (Grafik 6.8.2.6).



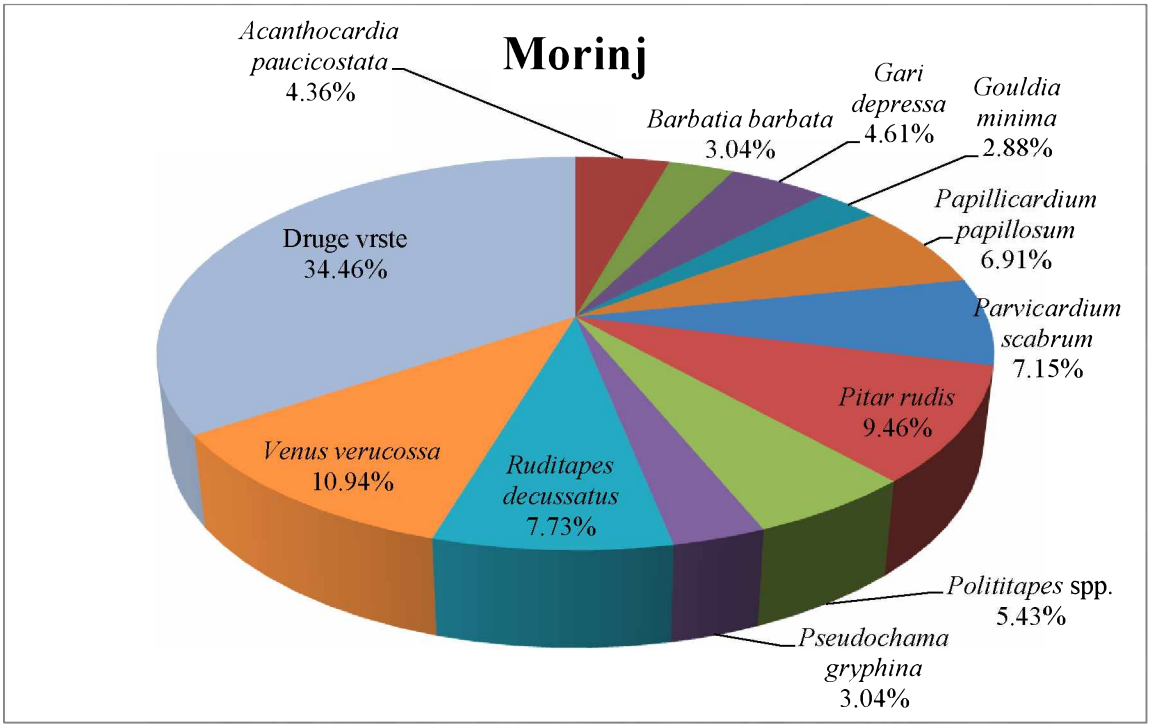
Grafik 6.8.2.1 Sastav zajednice školjki na lokalitetu Sveti Marko



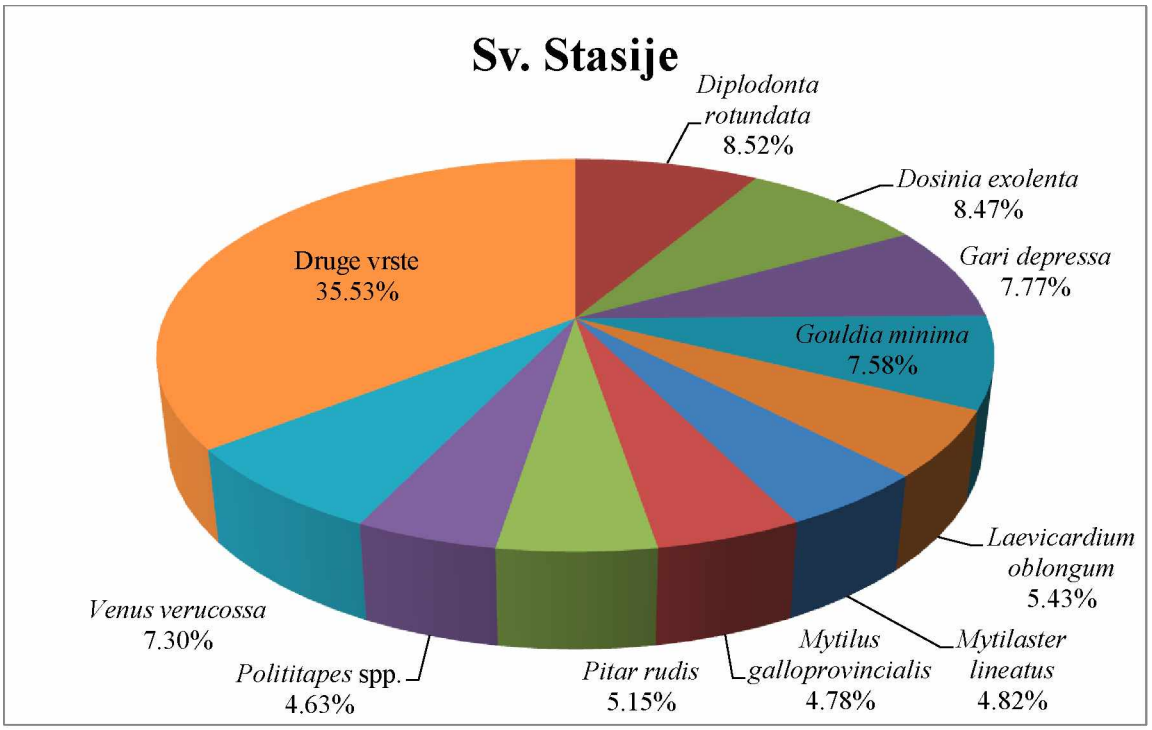
Grafik 6.8.2.2. Sastav zajednice školjki na lokalitetu Sveta Nedjelja



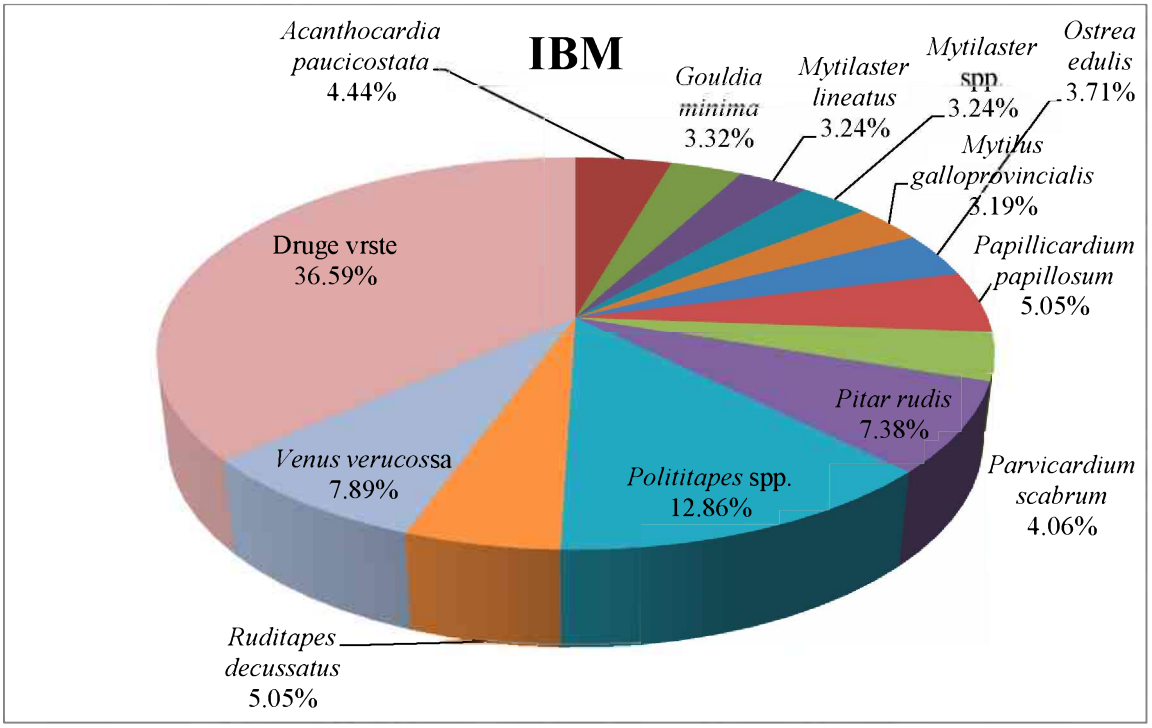
Grafik 6.8.2.3. Sastav zajednice školjki na lokalitetu Njivice



Grafik 6.8.2.4. Sastav zajednice školjki na lokalitetu Morinj



Grafik 6.8.2.5. Sastav zajednice školjki na lokalitetu Sveti Stasije



Grafik 6.8.2.6. Sastav zajednice školjki na lokalitetu IBM

6.8.3. Gustina populacija

U toku istraživanja sakupljene su ukupno 10282 ljušture, od čega: 1178 ljuštura na lokalitetu Sveti Marko, 1780 ljuštura na lokalitetu Sveta Nedjelja, 1654 ljušture na lokalitetu Njivice, 1216 ljuštura na lokalitetu Morinj, 2136 ljuštura na lokalitetu Sveti Stasije i 2318 ljuštura na loakalitetu IBM. Sakupljeni su samo ljušturni ostaci, bez živih jedinki. Na lokalitetu IBM je sakupljeno najviše jedinki, odnosno ljuštura školjki i abundanca na ovom lokalitetu iznosi 11.59 ind/m^2. Najmanji broj jedinki je sakupljen na lokalitetu Morinj, abundanca na ovom lokalitetu iznosi 6.08 ind/m^2.

Abundanca eudominantnih, dominantnih i subdominantnih vrsta je data u tabeli 6.8.3.1. Od izdvojenih vrsta *Venus verucossa* je imala najveću abundancu na svim lokalitetima, osim na lokalitetima Sveti Stasije i IBM. Na lokalitetu Sveti Stasije vrsta *Diplodonta rotundata* je imala najveću abundancu 0.91 ind/m^2, dok je na lokalitetu IBM vrsta *Polititapes* spp. imala najveću abundancu 1.49 ind/m^2. Najmanju abundancu je imala vrsta *Ruditapes decussatus* na lokalitetu Sv.Marko, 0.005 ind./m^2 i *Diplodonta rotundata* na lokalitetu Njivice, 0.005 ind./m^2. Među ovim vrstama je i pet komercijalno važnih vrsta

(*Mytilus galloprovincialis*, *Ostrea edulis*, *Polititapes* spp., *Ruditapes decussatus* i *Venus verucossa*).

Tabela 6.8.3.1. Abundanca (ind./m^2) eudominantnih, dominantnih i subdominantnih vrsta po lokalitetima

Vrste	**Sv. Marko**	**Sv. Nedjelja**	**Njivice**	**Morinj**	**Sv. Stasije**	**IBM**
Acanthocardia paucicostata	0.265	0.015	/	0.265	0.06	0.515
Diplodonta rotundata	0.195	0.71	0.005	0.07	0.91	0.225
Dosinia exolenta	0.015	0.18	/	0.03	0.905	0.055
Gari depressa	0.04	0.225	/	0.28	0.83	0.155
Gouldia minima	0.535	0.485	0.42	0.175	0.81	0.385
Laevicardium oblongum	0.02	0.245	/	0.17	0.58	0.17
Mytilus galloprovincialis	0.01	0.215	0.08	0.155	0.51	0.37
Nucula spp.	0.255	0.185	0.21	0.055	0.215	0.145
Ostrea edulis	0.01	0.035	0.18	0.095	0.345	0.43
Papillicardium papillosum	0.26	0.985	0.17	0.42	0.46	0.585
Parvicardium exigum	0.35	0.045	0.045	0.055	0.255	0.285
Parvicardium scabrum	0.23	0.98	0.065	0.435	0.36	0.47
Pitar rudis	0.59	0.98	0.26	0.575	0.55	0.855
Polititapes spp.	0.135	0.275	0.64	0.33	0.495	1.49
Ruditapes decussatus	0.005	0.01	/	0.47	0.015	0.585
Venus verucossa	0.85	1.12	3.66	0.665	0.78	0.915

U tabeli 6.8.3.2 je data abudanca preostalih komercijalnih vrsta za svaki od istraživanih lokaliteta. Vrsta *Arca noae* je imala najveću abundancu na lokalitetu Njivice, 0.755 ind./m^2. Najmanje abundance su imale vrste *Arca noae* i *Callista chione* na lokalitetu Sveti Stasije, 0.005 ind/m^2. *Callista chione* je sakupljena i na lokalitetu Sveta Nedjelja sa abundancom 0.03 ind/m^2. *Chamelea gallina* je nađena samo na dva lokaliteta sa malom abundancom, 0.03 ind/m^2 – Morinj i 0.02 ind/m^2 – Sveti Stasije. Vrsta *Pecten jacobaeus* je imala najveću abundancu na lokalitetu IBM, a uopšte nije bila identifikovana na lokalitetu Njivice.

Tabela 6.8.3.2. Abundanca (ind/m^2) preostalih komercijalnih vrsta na istraživanim pozicijama

Vrste	Sv. Marko	Sv. Nedjelja	Njivice	Morinj	Sv. Stasije	IBM
Arca noae	0.075	0.055	0.755	0.08	0.005	0.035
Callista chione	/	0.03	/	/	0.005	/
Chamelea gallina	/	/	/	0.03	0.02	/
Pecten jacobaeus	0.02	0.32	/	0.1	0.145	0.165

6.8.4. Indeksi diverziteta i indeksi sličnosti

Analiza indeksa diverziteta je odrađena za svaki lokalitet zasebno nezavisno od sezone uzorkovanja (Tabela 6.8.4.1). Vrijednosti Margalefovog indeksa su se kretale od minimalne vrijednosti 5.397 na poziciji Njivice do maksimalne vrijednosti 9.05 na poziciji Sveti Marko. Pielou indeks se kretao od minimalne vrijednosti 0.6158 na poziciji Njivice do maksimalne vrijednosti 0.8275 na poziciji IBM. Shannon-Wienerov indeks se kretao od minimalne vrijednosti 2.287 na poziciji Njivice do maksimalne vrijednosti 3.441 na poziciji IBM. Simpsonov indeks se kretao od minimalne vrijednosti 0.7795 na poziciji Njivice do maksimalne vrijednosti 0.953 na poziciji IBM.

Tabela 6.8.4.1. Indeksi diverziteta školjki po lokalitetima (S – broj vrsta; N – broj jedinki)

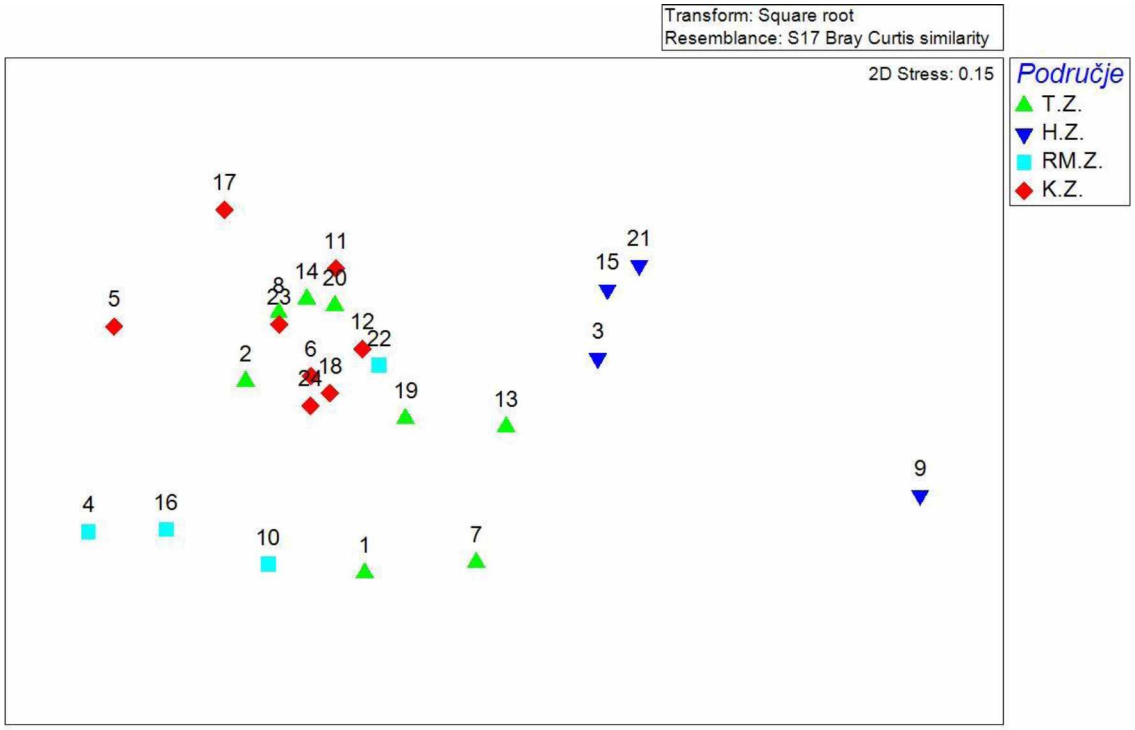
Pozicije	S	N	Margalefov indeks	Pielou indeks	Shannon-Wienerov indeks	Simpsonov indeks
Sv. Marko	65	1178	9.05	0.7668	3.201	0.939
Sv. Nedjelja	65	1780	8.551	0.7479	3.122	0.9315
Njivice	41	1654	5.397	0.6158	2.287	0.7795
Morinj	58	1216	8.024	0.821	3.333	0.9495
Sv. Stasije	62	2136	7.956	0.7811	3.224	0.9483
IBM	64	2318	8.131	0.8275	3.441	0.953

Analiza indeksa sličnosti je urađena kroz dva indeksa sličnosti, Žakardov i Sorensenov indeks, koji su zasnovani samo na kvalitativnim podacima odnosno podacima o prisustvu/odsustvu vrsta u zajednici (Tabela 6.8.4.2). Po Žakardovom indeksu najsličnije zajednice su na Morinju i Sv. Stasiji – 66.67% sličnosti, a najmanje je sličnosti između zajednica na Njivicama i Sv. Stasiji – 39.73% sličnosti. Po ovom indeksu najmanji procenti sličnosti su u poređenju svih zajednica sa zajednicom na Njivicama. Po Sorensenovom indeksu najsličnije zajednice su na Sv. Nedjelji i Sv. Stasiji – 80.31% sličnosti, a najmanje je sličnosti između zajednica na Njivicama i Sv. Stasiji – 56.31% sličnosti. Po ovom indeksu kao i po prethodnom, najmanji procenti sličnosti su u poređenju svih zajednica sa zajednicom na Njivicama.

Tabela 6.8.4.2. Vrijednosti Žakardovog i Sorensenovog indeksa sličnosti na istraživanim lokalitetima

Pozicije	**Jaccard-ov indeks**	**Jacard-ov indeks (%)**	**Sorensen-ov indeks**	**Sorensen-ov indeks (%)**
Sv. Marko x Sv. Nedjelja	0.5926	59.26	0.7385	73.85
Sv. Marko x Njivice	0.4857	48.57	0.6415	64.15
Sv. Marko x Morinj	0.5375	53.75	0.6992	69.92
Sv. Marko x Sv. Stasije	0.6026	60.26	0.7402	74.02
Sv. Marko x IBM	0.6538	65.38	0.7907	79.07
Sv. Nedjelja x Njivice	0.4384	43.84	0.6038	60.38
Sv. Nedjelja x Morinj	0.6184	61.84	0.7642	76.42
Sv. Nedjelja x Sv Stasije	0.6623	66.23	0.8031	80.31
Sv. Nedjelja x IBM	0.6538	65.38	0.7907	79.07
Njivice x Morinj	0.4286	42.86	0.6061	60.61
Njivice x Sv. Stasije	0.3973	39.73	0.5631	56.31
Njivice x IBM	0.4583	45.83	0.6286	62.86
Morinj x Sv. Stasije	0.6667	66.67	0.8000	80.00
Morinj x IBM	0.6486	64.86	0.7869	78.69
Sv. Stasije x IBM	0.6622	66.22	0.7778	77.78

Sličnost zajednica je urađena i pomoću Bray-Curtisovog indeksa sličnosti koji je zasnovan i na kvantitativnim podacima, odnosno podacima o brojnosti jedinki svih identifikovanih vrsta. Rezultati nMDS analize u pogledu četiri glavna područja (Hercegnovski zaliv, Tivatski zaliv, Risansko-Morinjski zaliv i Kotorski zaliv) pokazuju razdvajanje zajednica školjki na području Hercegnovskog zaliva (Slika 6.8.4.1). Rezultati ANOSIM testa ukazuju da su ove razlike statistički značajne (R> 0.7; p< 0.05) (Tabela 6.8.4.3). Na osnovu R vrijednosti dobijenih u ANOSIM testu u poređenju ostalih područja, može se zaključiti da su zajednice na ovim područjima slične.



Slika 6.8.4.1. nMDS dijagram brojnosti školjki četiri glavna područja (T.Z. – Tivatski zaliv; H.Z. – Hercegnovski zaliv; RM.Z. – Risansko-Morinjski zaliv; K.Z. – Kotorski zaliv)

Tabela 6.8.4.3. Rezultati ANOSIM testa brojnosti školjki između četiri glavna područja (T.Z. – Tivatski zaliv; H.Z. – Hercegnovski zaliv; RM.Z. – Risansko-Morinjski zaliv; K.Z. – Kotorski zaliv)

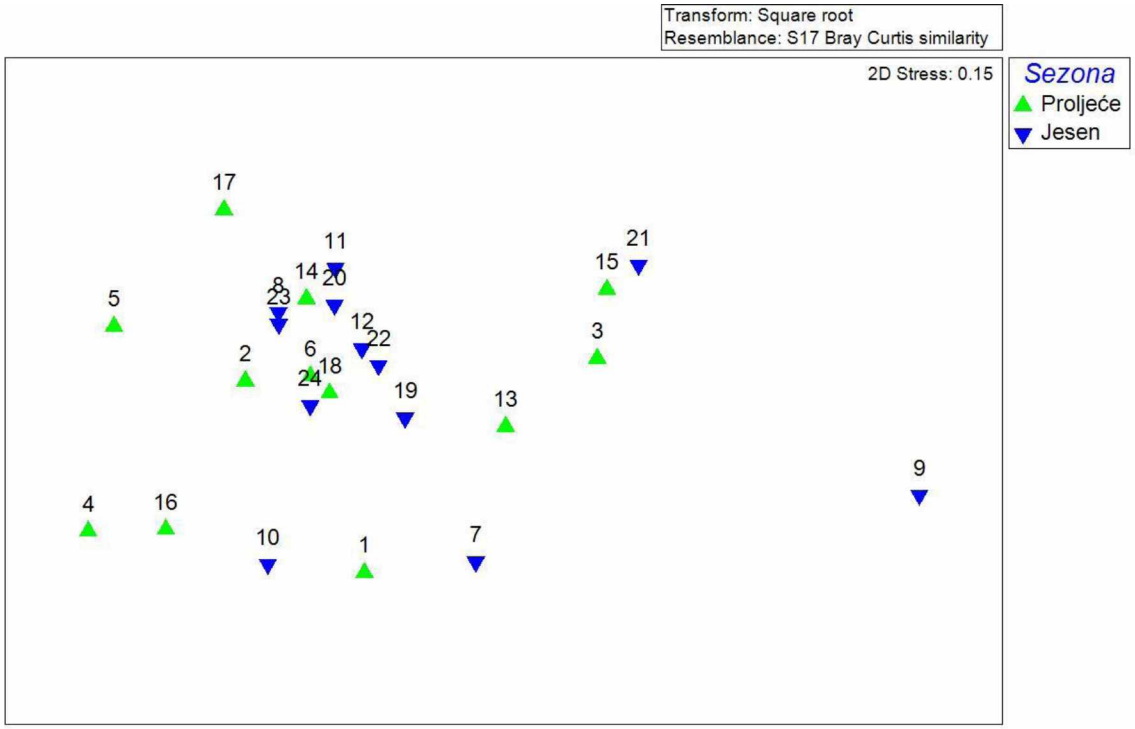
Grupe	R	p
T.Z. x H.Z.	0.73	0.002
T.Z. x RM.Z.	0.458	0.012
T.Z. x K.Z.	0.248	0.012
H.Z. x RM.Z.	0.771	0.029
H.Z. x K.Z.	0.915	0.002
RM.Z. x K.Z.	0.458	0.016

Rezultati SIMPER testa takođe potvrđuju rezultate dobijene nMDS metodom. Na osnovu ovoga testa je utvrđen najveći procenat različitosti sa područjem Hercegnovski zaliv (Tabela 6.8.4.4).

Tabela 6.8.4.4. Rezultati SIMPER testa, prosječne različitosti između četiri glavna područja (T.Z. – Tivatski zaliv; H.Z. – Hercegnovski zaliv; RM.Z. – Risansko-Morinjski zaliv; K.Z. – Kotorski zaliv)

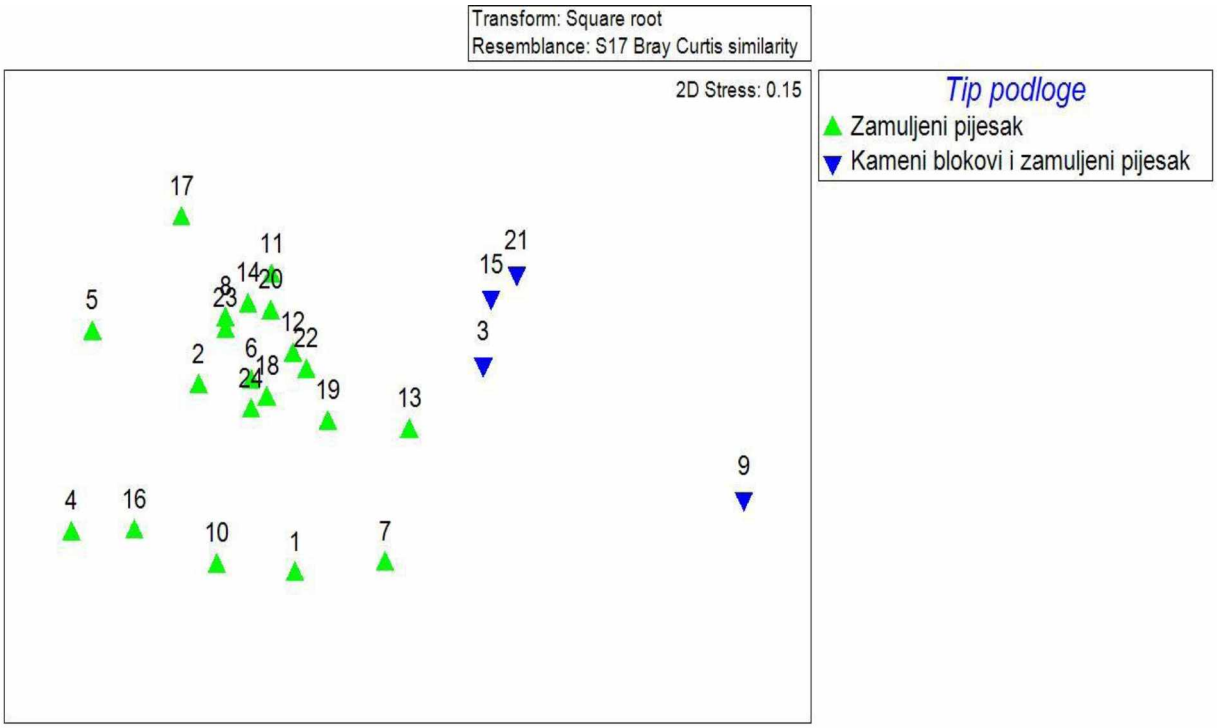
Grupe	Prosječna različitost (%)
T.Z. x H.Z.	60.67
T.Z. x RM.Z.	52.16
T.Z. x K.Z.	46.64
H.Z. x RM.Z.	68.48
H.Z. x K.Z.	65.10
RM.Z. x K.Z.	50.58

Rezultati nMDS analize u pogledu sezone uzorkovanja su pokazali da nema jasnog razdvajanja u sastavu zajednica između lokaliteta (Slika 6.8.4.2), što su potvrdili i rezultati ANOSIM testa (R = 0.026; p = 0.244).



Slika 6.8.4.2. nMDS dijagram brojnosti školjki između sezona uzorkovanja

Rezultati nMDS analize u pogledu tipa podloge su pokazali jasno razdvajanje zajednica zamuljenih pijesaka i zajednica na podlozi kameni blokovi i zamuljeni pijesak (Slika 6.8.4.3), što su potvrdili i rezultati ANOSIM testa (R = 0.755; p = 0.001).



Slika 6.8.4.2. nMDS dijagram brojnosti školjki na osnovu tipa podloge

7. DISKUSIJA

7.1. Integralna multi-trofička akvakultura

U ovom radu na osnovu analize prirasta mediteranske dagnje i pljosnate kamenice nije utvrđeno da u IMTA sistemu istraživane vrste imaju bolji prirast u poređenju sa monokulturom. Nađeno je daa u monokulturi (SVN pozicija) obje vrste imaju bolji prirast, međutim na osnovu rezultata analize varijanse (ANOVA test) prirast u monokulturi se ne razlikuje od prirasta dagnji i kamenica koje su uzgajane na NUD poziciji koja se nalazi 100 m udaljenosti od uzgajališta ribe. Rezultati analize varijanse (ANOVA test) ukazuju na značajno bolji prirast školjki na ove dvije pozicije u poređenju sa NBL pozicijom – pozicija koja se nalazi pored kaveza sa ribom.

Suprotno analizi prirasta, statistički značajno veće vrijednosti kondicionog indeksa (ANOVA test) na pozicijama NBL i NUD u poređenju sa SVN pozicijom, mogu ukazivati da se dagnje hrane organskim materijama koje potiču od intenzivnog uzgoja orade i brancina.

Veliki je broj istraživanja koja su sprovedena i koja se sprovode na polju integralne multi-trofičke akvakulture riba i drugih nižih trofičkih organizama. Poznato je da uzgoj ribe ima negativne posledice po ekosistem usled intenzivnog unosa hrane u vodeni medijum. Uvođenje nižih trofičkih vrsta u integralni uzgoj sa ribom može da doprinese usvajanju i iskorišćavanju otpadnih organskih i neorganskih materija koje nastaju u procesu uzgoja riba i da doprinese boljem prinosu tih vrsta. Veliki je broj vrsta nižih trofičkih nivoa koje se uvode u ovakav način uzgoja (alge, školjke, morski krastavci). Za školjke, primarno dagnje postoje brojna istraživanja, od kojih neka čvrsto podržavaju ovakav sistem uzgoja i ukazuju na benefite koji se mogu njime postići, dok sa druge strane ima istraživanja koja ne nalaze apsolutno nikakve razlike u ovakvom načinu uzoga u poređenju sa uzgojem u monokulturi. Veliki je broj "markera" koji se kod školjki mogu koristiti kao indikatori odnosno pokazatelji da li IMTA sistem ima prednosti u odnosu na monokulturu ili ne. Tako Peharda i sar. (2007) prate prirast i kondicioni indeks kod mediteranske dagnje i ukazuju da je prirast bolji u IMTA sistemu, kao i na to da je tokom zimskih mjeseci kondicioni indeks dagnji visočiji u IMTA sistemu što može da ukazuje da dagnje iskorišćavaju organsku materiju koja nastaje tokom procesa uzgoja. Navarrete-Mier i sar. (2010) kroz analizu prirasta, teških metala i stabilnih izotopa ugljenika kod mediteranske dagnje i pljosnate kamenice ne nalaze razlike u IMTA

sistemu uzgoja u poređenju sa lokacijama koje su udaljene od uzgajališta. Sarà i sar. (2012) prate prirast kod mediteranske dagnje i pacifičke kamenice i nalaze da obje vrste imaju bolji prirast u IMTA sistemu u poređenju sa referentnom lokacijom. Župan i sar. (2014) kod vrste *Arca noae* koriste stabilne izotope ugljenika i azota i ne nalaze nikakve razlike u vrijednostima ovih parametara u IMTA sistemu i na referentnoj lokaciji. Mazzola & Sarà (2001) na osnovu analize stabilnih izotopa ugljenika zaključuju da dagnje imaju uticaja na recikliranje organske materije u blizini uzgajališta. Viji i sar. (2014) na osnovu stepena eutrofikacije i fizičko-hemijskih parametara vode procjenjuju benefite integralnog uzgoja ribe *Etroplus suratensis* i kamenice *Crassostrea madrasensis* i ukazuju da je u integralnom uzgoju ove dvije vrste stepen eutrofikacije smanjen. Aguado-Gimenes i sar. (2014) kod pljosnate kamenice ukazuju da u pogledu prirasta nema razlika između IMTA i referentne pozicije, ali su kamenice na IMTA poziciji imale statistički značajno visočije vrijednosti kondicionog indeksa. Na osnovu analize masnih kiselina ukazuju da kamenice usvajaju organske materije koje potiču od uzgoja ribe ali na minimalnom nivou. Takođe na osnovu analize izotopa azota ukazuju da kamenice indirektno putem konzumacije fitoplanktona usvajaju otpadne produkte uzgoja.

U vodama Sredozemlja i cijeloj Evropi IMTA sistem uzgoja je još uvijek na eksperimentalnom nivou, nije došlo do komercijalne primjene kao što je to slučaj u Kanadi i Aziji. Evropa u suštini kasni za ostalim djelovima svijeta kada je IMTA u pitanju, a Barrington i sar. (2009) slabiji napredak prepisuju nedostatku ubjedljivih političkih, socijalnih i ekonomskih rezonovanja, nedostatku motivacije za održivost i dugoročnu profitabilnost, kao i nedostacima u odgovornom upravljanju priobalnim vodama.

Analiza fizičko-hemijskih i bioloških parametara vode i mesa dagnji u ovom radu nije pokazala postojanje statistički značajnih razlika između IMTA uzgajališta i monokulture. Vrijednosti temperature, saliniteta, providnosti i rastvorenog kisonika su bile ujednačene na oba uzgajališta, što se poklapa sa rezultatima koje daje Župan (2012) u oblasti Pašmanskog kanala u Hrvatskoj. Poznato je da rastvorenost kiseonika u vodi u blizini uzgajališta riba može biti smanjena usled njegovog iskorišćavanja u procesima respiracije uzgajanih riba kao i usled metaboličke aktivnosti mikroorganizama u vodi (Price i sar., 2015). Mnogobrojna su istraživanja koja pokazuju da uzgajališta riba nemaju uticaja na koncentraciju rastvorenog kiseonika u vodi (Sarà, 2007; Aksu i sar., 2010; Philipose i sar., 2012). Nasuprot ovim istraživanjima, á Norði i sar. (2011) su na uzgajalištu riba na Farskim ostrvima našli smanjene

vrijednosti rastvorenog kiseonika za 11-26% u poređenju sa referentnom lokacijom. Po Price i sar. (2015) sezonska i dnevna dinamika vodenih masa uzrokuju više promjena u koncentraciji kiseonika u vodi nego što to uzrokuju uzgajališta riba. Nash i sar. (2005) su u toku monitoringa na uzgajalištima riba našli smanjenje koncentracije kiseonika na 2 mg/l samo ispod kaveza koji su imali veliku gustinu nasada ribe.

Rezultati ovoga rada ne ukazuju na smanjenu providnost vode u blizini uzgajališta. Nepostojanje razlika na istraživanim uzgajalištima u pogledu providnosti morske vode se može objasniti time da usled izdašnog priliva slatkih voda koji je karakterističan za Bokokotorski zaliv kao i uticaja morskih struja, dolazi do razrijeđivanja organskih i neorganskih materija i fitoplanktona i samim tim ne dolazi do smanjenja providnosti. Smanjenu providnost morske vode u blizini uzgajališta sa ribom usled prisutnosti velike količine organske materije koja dolazi iz kaveza u oblasti Águilas u jugoistočnoj Španiji su našli Ruiz i sar. (2001). Matijević i sar. (2009) ukazuju na moguću vezu smanjene providnosti morske vode i blizine uzgajališta sa ribom u oblasti srednjeg Jadrana. Takođe, Aksu i Kocatas (2007) na uzgajalištima orade i brancina u Turskoj ukazuju na manju providnost u poređenju sa kontrolnim lokalitetima, ali istraživanje nije uključivalo statističku značajnost dobijenih rezultata.

Iako u ovom radu nisu nađene statistički značajne razlike između istraživanih uzgajališta u pogledu koncentracije nutrijenata ipak su srednje vrijednosti pojedinih parametara (nitrati, nitriti, fosfati, silikati) bile veće u IMTA sistemu u poređenju sa monokulturom. Uzgajališta riba su prepoznata kao dodatni izvori azota i fosfora (nepojedena riblja hrana, feces riba, amonijak, urea) (Price i sar., 2015). Na veće vrijednosti nitrata i fosfata na uzgajalištu u Orahovcu ukazuju i Joksimović i sar. (2017) što tumače većim prilivom slatkih voda kao i činjenicom da je na tom lokalitetu uzgajalište riba. Na veće vrijednosti nitrata i nitrita u površinskom sloju vode na uzgajalištu u Orahovcu u poređenju sa uzgajalištem u Kamenarima tokom zime, proljeća i ljeta ukazuju i Drakulović i sar. (2013). Fofor je poznat kao limitirajući faktor primarne produkcije u Jadranskom moru. U vodama južnog Jadrana fosfati su prisutni u tragovima 6.6 µg/l (Joksimović i sar., 2016). Matijević i sar. (2009) su u oblasti srednjeg Jadrana našli nešto veće vrijednosti nutrijenata na uzgajalištima orade i brancina u poređenju sa referentnim lokalitetom, koje su bile povećane samo u površinskom sloju vode. Takođe Tsagaraki i sar. (2011) u Grčkoj nalaze povećane

vrijednosti fosfora i azota na uzgajalištu orade i brancina, ali ukazuju i na dobre hidrodinamičke uslove koji dovode do razrijeđenja ovih nutrijenata. Povećane vrijednosti azota i fosfora na uzgajalištima orade i brancina u Jonskom moru nalaze i Mantzavrakos i sar. (2005), s tim što ukazuju na njihovo smanjenje već na 30 m udaljenosti od uzgajališta. Povećane vrijednosti nutrijenata u srednjem Jadranu na uzgajalištu tune su našli Matijević i sar. (2006). Da uzgajališta tune imaju veći uticaj na sadržaj nutrijenta u vodi u poređenju sa uzgajalištem orade i brancina su dokazali Aguado-Giméz i sar. (2006). Autori ukazuju da je na uzgajalištu tuna u Sredozemnom moru koncentracija azota u vodi 2-6 puta veća, a fosfora 3-5 puta veća u poređenju sa uzgajalištem orade i brancina. Nasuprot tome, istraživanja na uzgajalištu tune na Malti ukazuju da nema povećanih vrijednosti azota i fosfora u vodi (Schembri i sar., 2002).

Iako razlike u vrijednostima hlorofila *a*, pokazatelja biomase fitoplanktona, nisu statistički značajne, ipak je srednja koncentracija hlorofila *a* na IMTA uzgajalištu bila veća u poređenju sa monokulturom. Srednja koncentracija hlorofila *a* na uzgajalištu u Orahovcu je iznosila 1.28 mg/m^3, dok je na uzgajalištu Kamenarima iznosila 0.93 mg/m^3. Na osnovu ovih rezultata se može pretpostaviti da uzgajalište ribe ima uticaja na primarnu produkciju u Orahovcu, na šta ukazuje i Župan (2012) za oblast Pašmanskog kanala. Autor je našao najveće varijacije u vrijednostima hlorofila *a* na poziciji koja je bila pored kaveza sa ribom. Da nema uticaja uzgoja orade i brancina na primarnu produkciju u Turskim obalnim vodama su dokazali Demirak i sar. (2006) kao i Basaran i sar. (2010) koji nisu našli razlike u koncentraciji hlorofila *a* na uzgajalištima u poređenju sa referentnim lokacijama. Takođe, Vezzuli i sar. (2008) i Aksu i sar. (2010) nisu našli razlike u koncentraciji hlorofila *a* na uzgajalištima tune i referentnim lokalitetima. Skejić i sar. (2011) nalaze statistički značajno veće koncentracije hlorofila *a* u centralnom Jadranu na uzgajalištu orade i brancina u poređenju sa referentnom lokacijom ali samo tokom ljetnjih mjeseci. Modica i sar. (2006) i Sarà i sar. (2012) su našli značajno visočije vrijednosti hlorofila *a* na uzgajalištima orade i brancina na Siciliji. Apostolaki i sar. (2007) su samo na jednom uzgajalištu orade i brancina našli povećanu primarnu produkciju, dok to nije bio slučaj sa druga dva ispitivana uzgajališta.

U ovom radu nisu nađene statistički značajne razlike u pogledu brojnosti nijedne ispitivane grupe mikroplanktona između IMTA uzgajališta i monokulture. Brojnost fitoplanktona, tačnije mikroplanktona koga su činile dijatomeje, dinoflagelate, kokolitoforidi i

silikoflagelate je imao različitu dinamiku tokom istraživanog perioda na oba uzgajališta. Sezonska distribucija na oba uzgajališta je odstupala od karakterističnog bimodalnog ciklusa. Za bimodalni ciklus su karakteristične dvije visoke vrijednosti fitoplanktona i to tokom kasne zime-ranog proljeća i tokom jeseni (Pestorić, 2013). Prema Katranidis i sar. (2003) dodatno obogaćivanje vodenog stuba nutrijentima koji potiču od strane uzgajališta riba značajno utiču na sastav i brojnost fitoplanktona. Skejić i sar. (2011) u vodama srednjeg Jadrana ukazuju na statistički značajno povećanu biomasu fitoplanktona tokom ljetnjih mjeseci na uzgajalištu orade i brancina u poređenju sa referentnom lokacijom. Tokom našeg istraživanja dijatomeje su bile brojnije na oba uzgajališta posebno tokom hladnijeg perioda, što se i poklapa sa rezultatima dosadašnjih istraživanja (Drakulović i sar., 2017). Dominantnost dijatomeja u mikroplanktonu ne iznenađuje, s obzirom da je to eurivalentna grupa organizama, prilagodljiva na različite uslove sredine. Dinoflagelate su bile brojnije na IMTA uzgajalištu u svim sezonama osim tokom ljeta 2016. godine kada su bile brojnije na uzgajalištu u Kamenarima – monokultura. Jiang i sar. (2013b) nalaze stastistički značajno veću biomasu dinoflagelata na uzgajalištu sa ribom u poređenju sa referentnom lokacijom.

Treba imati u vidu da je u ovom istraživanju obrađen samo sezonski aspekt fitoplanktona i to na dubini između 2 i 3 m i da su neophodna detaljnija istraživanja (mjesečna dinamika i uzorkovanje na dubinama 0, 5, 10, 20, 30 m) radi dobijanja relevantnijih rezultata u pogledu praćenja mogućeg uticaja uzgajališta riba na biomasu fitoplantona.

Dinoflagelate su grupa u koju spada najveći broj toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta koje mogu da luče biotoksine i uzrokuju štetna "cvjetanja" algi. U toku istraživanja na oba istraživana uzgajališta je identifikovano ukupno osam toksičnih i potencijalno toksičnih vrsta dinoflagelata i jedan potencijalno toksični rod iz grupe dijatomeja (*Pseudo-nitzchia* spp.). Najbrojnije od dinoflagelata su bile vrste *Prorocentrum cordatum* i *P. micans,* ali nisu prelazile brojnost od 10^3 ćel./l ni na jednom od istraživanih uzgajališta. Drakulović i sar. (2014) su zabilježili veliku abundancu toksične vrste *P. micans* u Bokokotorskom zalivu (10^6 ćel/l). U istoj oblasti Bosak i sar. (2011) su našli veću brojnost vrste *P. cordatum* (4×10^4 ćel/l). Prema Drakulović (2012) brojnost toksičnih vrsta dinoflagelata u Bokokotorskom zalivu nije alarmantna. Drakulović i sar. (2013; 2014; 2015) ukazuju na neophodnost stalnog monitoringa toksičnih vrsta, posebno u oblastima gdje su smještena uzgajališta riba i školjki da bi se na vrijeme spriječile eventualne negativne posledice. U ovom radu vrste roda *Pseudo-*

nitzchia su u pojedinim sezonama imale veću brojnost (na uzgajalištu u Orahovcu su imale brojnost reda 10^4 ćel/l, a na uzgajalištu u Kamenarima 10^5 ćel/l). Vrste ovoga roda su dominantne vrste fitoplanktona u centralnom i južnom Jadranu (Burić i sar., 2008). Malo je istraživanja koja ukazuju na povezanost uzgoja ribe sa cvjetanjem toksičnih vrsta algi. Cvjetanje toksičnog fitoplanktona nije samo posledica povećanih vrijednosti nutrijenata, već su u to uključeni i drugi ekološki faktori (Price i sar., 2015). Rensel i sar. (2010) ukazuju da hidrološki uslovi, limitirana svjetlost i dobra izmiješanost vodenog stuba u oblasti sjeverozapadnog Pacifika utiču na to da ne dolazi do cvjetanja toksičnih vrsta fitoplanktona na uzgajalištu lososa. Cvjetanje toksičnih algi pored kaveza sa ribom u Kini nalaze Liu i sar. (2012), ali ukazuju da u istoj oblasti postoje izvori industrijskog, poljoprivrednog i nuklearnog zagađenja, koji takođe mogu da utiču na eutrofikaciju i cvjetanje toksičnih algi. Hasani i sar. (2012) ukazuju na povećanje brojnosti toksičnih vrsta algi u blizini uzgajališta sa ribom u Indoneziji kao posledicu povećanih vrijednosti nutrijenata. U oblasti centralnog Jadrana, na uzgajalištu orade i brancina kao i na referentnoj lokaciji Skejić i sar. (2011) ne nalaze toksične vrste fitoplanktona koje bi mogle imati negativnih efekata po morske organizme ili uzrokovati dijaretičko i paralitičko trovanje kod ljudi.

Rezultati ovoga istraživanja ukazuju da nema tragova biotoksina, domoične kiseline i saksitoksina, u tkivu dagnji što ujedno podržava i rezultate o brojnosti toksičnog fitoplanktona. Svi dobijeni rezultati analize biotoksina su bili ispod granice detekcije. Domoičnu kiselinu luče vrste dijatomeja iz rodova *Nitzchia* i *Pseudo-nitzchia*, dok saksitoksine luče vrste iz roda *Alexandrium* kao i vrste *Gymnodinium catenatum* i *Pyrodinium bahamense* (Arapov, 2013; Gvozdenović i sar., 2015). Ujević i sar. (2010) ukazuju da toksične vrste ne ispoljavaju uvijek svoju toksičnost. Takođe, isti autori navode da ukoliko abundanca toksičnih vrsta ne prelazi 1 x 10^5 ćel/l oblast se može smatrati sigurnom sa apekta pojave amnezijskog trovanja kod ljudi. U ovom radu smo brojnost *Pseudo-nitzchia* spp. veću od 1 x 10^5 ćel/l našli samo u ljetnjoj sezoni 2015. godine na uzgajalištu u Kamenarima. Arapov i sar. (2017) su za oblast centralnog Jadrana identifikovali pet potencijalno toksičnih vrsta iz roda *Pseudo-nitzschia*: *P. calliantha, P. delicatissima, P. fraudulenta, P. pseudodelicatissima/ P. cuspidata* i *P. subfraudulenta*, dok su Bosak i sar. (2010) za oblast Kotorskog zaliva identifikovali toksičnu vrstu *P. calliantha*. Isti autori smatraju da se u Kotorskom zalivu javlja cvjetanje pomenute vrste. Toksične vrste

fitoplanktona koje luče saksitoksine nisu identifikovane u vodama Bokokotorskog zaliva ni tokom ranijih istraživana (Drakulović, 2012; Drakulović i sar., 2017).

Vrijednosti mikrobioloških parametara vode, odnosno brojnost bakterija koje su indikatori fekalnog zagađenja (*E. coli*, enterokoke,koliformne bakterije) su tokom istraživanja na oba uzgajališta bile u dozvoljenim granicama, osim ukupnih koliformnih bakterija koje su u pojedinim mjesecima prelazile vrijednosti koje su dozvoljene na osnovu Uredbe o kalsifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda (< 100 ćelija / 100 ml vode) (Sl. list CG, 27/07). Takođe nisu nađene statistički značajne razlike u brojnosti pomenutih bakterija između IMTA uzgajališta i monokulture. Ilić (2017) je našla da su vrijednosti ukupnih koliforma na uzgajalištima u Bokokotorskom zalivu uglavnom iznad maksimalnih dozvoljenih vrijednosti, dok su ostale grupe bile u granicama dozvoljenih vrijednosti. Glavni izvor fekalnog zagađenja u Bokokotorskom zalivu su neregulisani kanalizacioni ispusti (Drakulović, 2012), a *E coli* je jedan od glavnih indikatora fekalnog zagađenja. Prirodno je prisutna u crijevnom sistemu toplokrvnih organizama. Gorlach-Lira i sar. (2012) nalaze veće vrijednosti *E. coli* na uzgajalištu riba u odnosu na referentne lokalitete, dok Alexopoulos i sar. (2011) nalaze fekalne koliforme bakterije u svim istraživanim uzorcima vode na uzgajalištima riba u vodama Grčke. Takođe Santos i sar. (2012) nalaze ukupne koliformne bakterije i *E. coli* u šest uzoraka vode na farmama riba u Brazilu.

Rezultati sprovedenih istraživanja prirasta, preživljavanja i mortaliteta dagnji i kamenica ukazuju na statistički značajne razlike (ANOVA test) i u pogledu perioda uzorkovanja i u pogledu pozicija. Dobijeni rezultati ukazuju da je na pozicijama SVN i NUD najintenzivniji rast u pogledu dužine, širine i visine ljušture dagnji bio tokom proljeća, a najmanje intenzivan tokom ljeta. Ovi rezultati se poklapaju sa rezultatima dobijenim od strane Peharda i sar. (2007) koji su ukazali na najveće stope rasta dagnji u periodu od marta do maja mjeseca, što se dovodi u vezu sa povećanom količinom dostupe hrane tokom proljeća. Sa druge strane Irisarri i sar. (2015) nalaze maksimalan rast dagnji tokom proljeća i ljeta. Takođe Handå i sar. (2012) nalaze najveći prirast kod plave dagnje tokom ljetnjeg perioda. Kada su u pitanju kamenice, rezultati takođe ukazuju na statistički značajne razlike (ANOVA test) u prirastu i u pogledu perioda uzorkovanja i u pogledu pozicija. Dobijeni rezultati ukazuju da je na svim pozicijama najintenzivniji rast kamenica u dužinu i širinu bio tokom proljeća, od marta do maja 2015. godine. Što se tiče visine ljušture najintenzivniji rast na pozicijama NBL

i NUD je bio tokom perioda maj-jul 2015. godine, dok je na poziciji SVN rast u visinu ljušture bio najintenzivniji tokom perioda mart-maj 2015. godine. Minimalni rast u sve tri dimenzije ljušture je pokazao kako prostorne tako i vremenske razlike. Najmanji prirast (rast u dužinu) je na pozicijama NBL i NUD bio tokom perioda septembar-novembar 2015. godine, a na poziciji SVN je najmanji prirast bio tokom dva zadnja perioda mjerenja, od maja do jula i od jula do septembra 2016. godine. Što se tiče širine ljušture najmanji rast je bio tokom perioda jul-septembar 2016. godine na pozicijama NBL i NUD, dok je na poziciji SVN najmanji rast bio u periodu maj-jul 2016. godine. Kada je u pitanju visina ljušture najmanji rast na poziciji NBL je bio tokom perioda maj-jul 2016. godine, na poziciji NUD tokom perioda septembar-novembar 2015. godine, a na poziciji SVN tokom perioda jul-septembar 2015, mart-maj 2016. i maj-jul 2016. godine. Ovakvi rezultati ukazuju na veću varijabilnost rasta pljosnate kamenice u poređenju sa dagnjom. Askew (1972) je našao intenzivan rast i kod pljosnate kamenice i kod pacifičke kamenice tokom proljeća i ljeta na jugu Velike Britanije. Autor takođe ukazuje da je intenzivan rast kod pacifičke kamenice, ali ne i kod pljosnate kamenice bio i tokom zimskog perioda. Ovi rezultati se dijelom poklapaju sa rezultatima dobijenim u ovoj disertaciji, sa tim što je prirast kamenica tokom zimskog perioda posebno na pozicijama NUD i SVN takođe bio intenzivan. Interesantno je da je i tokom jeseni na poziciji SVN rast ljuštura u sve tri dimenzije bio mnogo veći u poređenju sa NBL i NUD pozicijama. Smanjenje prirasta na sva tri lokaliteta tokom druge polovine ljeta je vjerovatno povezan sa visokim temperaturama vode. Za razliku od ovih rezultata Robert i sar. (1991) u zalivu Arcachon u Francuskoj nalaze intenzivan prirast kod pljosnate kamenice tokom ljetnjeg perioda 1989. godine i smanjenje prirasta sve do ljetnjeg perioda naredne godine. Wilson (1987) nalazi konstantan rast kod pljosnate kamenice u vodama Irske tokom ljetnjeg perioda 1983 i 1984. godine, kao i smanjen prirast tokom zime na svim istraživanim lokalitetima. Intenzivan rast tokom proljeća kod pljosnate kamenice nalaze i Navarette-Mier i sar. (2010) u zapadnom Sredozemlju.

Po Van Erkom Schurink i Griffiths (1992) kao i Župan i Šarić (2014) najveća dostupnost hrane je pri temperaturama između 10°C i 20°C, kada je i prirast dagnji i kamenica najintenzivniji, a usporava se pri temperaturama iznad 20°C. Takođe je za američku kamenicu *Crassostrea virginica* dokazano da se počinje hraniti kada temperatura mora dostigne vrijednosti oko 10ºC (Herbert i sar., 1993). Prema Azcárate i sar. (2005) temperature između 10°C i 20°C su karakteristične za Jadransko more tokom proljeća, a temperature preko 20°C

su tipične za ljetnji period, a sličan godišnji gradijent temperatura je dobijen u ovoj disertaciji za oblast Bokokotorskog zaliva – južni Jadran. Ipak na poziciji NBL je najveći rast dagnji u dužinu i visinu ljušture bio tokom jesenjeg perioda od septembra do novembra 2015. godine, pa je onda uslijedio zimski i proljećni period kada je rast bio gotovo identičan. Najmanji prirast dagnji na NBL poziciji je kao i na pozicijama SVN i NUD bio tokom ljetnjeg perioda 2015. godine.

Rezultati brojnosti fitoplanktona u ovom radu ukazuju na dovoljne količine dostupne hrane i tokom ljeta. Dovoljne količine hrane, a manji prirast se mogu objasniti smanjenim stepenom filtracije tokom ljeta. Theede (1963) ukazuje na povećan stepen filtracije kod plave dagnje tokom proljeća i smanjen stepen filtracije tokom ljeta pod istim temperaturnim vrijednostima vode. Po Shulte (1975) najveće stope filtracije mediteranske dagnje su u rasponu temperatura mora od 15 do 25°C. Naši rezultati pokazuju da je u periodu od jula do septembra 2015. godine, kada su dagnje imale najmanji prirast na sve tri istraživane pozicije i kada je prirast kamenica na sve tri pozicije bio mnogo manji u poređenju sa proljećnim periodom, voda mora bila oko i iznad 25°C. Woo (2004) ukazuje da se kalifornijska dagnja, *M. californianus* gotovo uopšte ne hrani na temperaturama od 24 ºC do 29ºC. Speights i sar. (2017) nalaze da kod istočne kamenice, *Crassostrea virginica* dolazi do smanjenja prirasta, preživljavanja i stope filtracije tokom ljetnjih mjeseci kada je temperatura vode veća od 25 ºC. Takođe, po Župan (2012) dodatni uticaj na usporeni rast dagnji u ljetnom periodu je vjerovatno povezan sa činjenicom da se radi o periodu kada su dagnje usmjerene na obnovu energetskih potreba nakon mrijesta. Rezultati reproduktivnog ciklusa dagnji koje smo dobili u ovom istraživanju ukazuju na to da je većina dagnji tokom ljetnjeg perioda u fazi mirovanja i da su im gonade prazne. Prema (Radetić, 2010) i kamenice u ljetnjem periodu ulaze u fazu mirovanja i obnove rezervi nakon mrijesta što vjerovatno ima uticaj na nešto manji prirarst tokom ljeta.

Kada se pogledaju rezultati prirasta dagnji kroz šest perioda uzorkovanja vidi se da su dagnje sa pozicija SVN i NUD imale veći prirast tokom svih perioda u poređenju sa NBL pozicijom. Kamenice pokazuju nešto drugačiju dinamiku prirasta kroz devet istraživanih perioda. Tokom prva tri perioda kamenice sa pozicije NBL i NUD su imale intenzivniji prirast u poređenju sa kamenicama sa SVN pozicije, ali su tokom druga tri mjerenja kamenice sa pozicije SVN imale intenzivniji prirast u poređenju sa kamenicama na druge dvije pozicije.

Župan (2012) ukazuje na različit odnos prirasta kroz različite periode istraživanja, i da je prirast kod dagnji bio najveći na uzgojnoj linji udaljenoj 60 m od uzgajališta sa ribom tokom četiri od šest perioda istraživanja. Handå i sar. (2012) takođe ukazuju da se prirast dagnji na istraživanim pozicijama praćen kroz sezone razlikuje. Aguado-Gimenez i sar. (2014) kod pljosnate kamenice takođe nalaze razlike u dinamici rasta ljušture kod kamenica sa IMTA lokaliteta i referentne lokacije i da su kamenice u IMTA sistemu uzgoja intenzivnije rasle tokom prvog perioda uzgoja, dok su kamenice sa referentne lokacije imale intenzivniji prirast na kraju drugog uzgojnog perioda, međutim suprotne rezultate dobijaju kada je u pitanju masa kamenica i ove razlike dovode u vezu sa velikom varijabilnošću u razvoju kod ove vrste.

Najveći prirast dagnji i kamenica je bio u monokulturi (SVN), dok je na liniji uzgoja pored uzgajališta ribe prirast dagnji i kamenica bio najmanji (NBL). Župan (2012) u oblasti Pašmanskog kanala takođe nalazi najmanji srednji prirast dagnji na liniji uzgoja koja se nalazi pored uzgajališta sa ribom. Isti autor ukazuje da se pozicije uzgoja pored kaveza sa ribom smatraju nepogodnim za uzgoj školjki jer su pod direktnim i najizraženijim uticajem intenzivnog uzgoja riba. Suprotno od naših rezultata Župan (2012) nalazi najveći srednji prirast kod dagnji uzgajanih na poziciji koja je udaljena 60 m od uzgajališta (23.24 mm), dok je srednji prirast na referentnoj poziciji bio nešto manji, 22.82 mm. Ipak kada se pogledaju rezultati koje autor iznosi, na sve tri pozicije je srednji prirast bio prilično sličan, dok je u ovoj disertaciji prirast na poziciji NBL "odskače" i pokazuje dosta niže vrijednosti u poređenju sa druge dvije pozicije kod obje istraživane vrste. Bajnoci (2014) je našao da dagnje uzgajane na linijama uzgoja koje su udaljene od uzgajališta sa ribom imaju bolji prirast u dužinu, širinu i visinu ljušture u poređenju sa dagnjama uzgajanim pored kaveza sa ribom. Navarette-Mier i sar. (2010) nisu našli nikakve razlike u prirastu kod dagnje i pljosnate kamenice uzgajanim na šest pozicija koje su bile na različitim udaljenostima od kaveza sa ribom. Takođe, Irisarri i sar. (2015) ukazuju na sličan prirast kod dagnji uzgajanih u blizini uzgajališta riba i onih uzgajanih dalje od uzgajališta. Za razliku od ovih autora, Sarà i sar. (2009) ukazuju na to da mediteranska dagnja i pacifička kamenica uzgajane pored kaveza sa ribom imaju bolji prirast u poređenju sa jedinkama koje nisu bile izložene uticaju organskih materija koje dolaze sa uzgajališta ribe. Takođe, Lander i sar. (2012) ukazuju da plava dagnja brže raste kada se uzgaja pored kaveza sa ribom i na poziciji udaljenoj 200 m od kaveza sa ribom, nego na referentnoj lokaciji, posebno tokom zimskog perioda. Rezultati dobijeni tokom petomjesečnog

istraživanja kod ostrva Vrgada u Hrvatskoj od strane Miletić (2016) su pokazali da integralni način uzgoja u zimskom periodu povoljno utiče na prirast mediteranske dagnje kao i na produktivnost cijelog sistema.

Manji prirast dagnji i kamenica na poziciji NBL koji smo dobili u ovom radu u poređenju sa SVN i NUD pozicijom može imati veze sa količinom obraštajnih organizama koji je bio prisutan tokom cijelog perioda istraživanja. Na povećanu gustinu obraštajnih organizama na pozicijama pored kaveza sa ribom ukazuju i Sarà i sar. (2007). Razlike u kvantitativnom i kvalitativnom sastavu obraštajnih organizmima su najvjerovatnije posledica različitih strujanja morske vode. Na NBL poziciji je takođe evidentiran i najveći mortalitet dagnji i kamenica. Prema Stjepčević (1974) velika gustina obraštajnih organizama može da dovede do "gušenja" dagnji i do stagniranja u njihovom rastu i naravno pojavi veće stope mortaliteta. Isti autor je u svom istraživanju ukazao da velika količina obraštaja utiče i na povećanu smrtnost kod kamenica u uvali Kukuljina, Morinju i Orahovcu u oblasti Bokokotorskog zaliva.

Na sve tri pozicije najveći mortalitet dagnji je bio tokom prva dva perioda mjerenja januar-mart i mart-maj 2015. godine. Slične rezultate je dobio i Župan (2012) kod vrste *Arca noae* i ukazuje na mogućnost pojave stresa usled adaptacije jedinki novim uslovima sredine. Na metabolički stres usled transporta i samim tim pojavu većeg stepena mortaliteta kod dagnji ukazuju i Yanick i sar. (2003). Takođe, Kovačić i sar. (2017) ukazuju na stopu mortaliteta od čak 37.66% kod dagnji nakon transporta sa jednog uzgojnog lokaliteta na drugi. Kada su u pitanju kamenice možemo reći da, s obzirom da nije bila povećana smrtnost tokom prva dva perioda mjerenja, nije bilo stresa usled transporta i adaptacije na nove uslove sredine. Najveći mortalitet kamenica je bio tokom trećeg i četvrtog perioda mjerenja tj. tokom ljeta, jul-septembar 2015. godine i tokom jeseni, septembar-novembar 2015. godine na sva tri istraživana lokaliteta. Iste rezultate je dobio i Stijepčević (1974) za uvalu Kukuljina (Tivatski zaliv) dok za Orahovac ukazuje da je najveća smrtnost bila tokom zimskog perioda. Autor ukazuje da nepovoljni uslovi sredine, primarno vrijednosti temperature i saliniteta utiču na povećanu smrtnost kod kamenica. Povećana smrtnost kamenica tokom ljeta je definitivno povezana sa povećanim vrijednostima temperature i saliniteta morske vode. Međutim, iako su u periodu od septemba do novembra vrijednosti temperature i saliniteta bile optimalne za uzgoj kamenica ipak je veliki broj jedinki uginuo na sve tri pozicije. Robert i sar. (1991)

nalaze da je najveća stopa mortaliteta kod pljosnate kamenice bila tokom ljetnjih mjeseci 1990. godine u zalivu Arkahon na obali Francuske, a takođe navode da je veliki mortalitet uočen i tokom proljeća, što povezuju sa ranijim zagrijavanjem vode i povećanjem temperature. Povećan mortalitet tokom ljetnjih mjeseci na jugu Velike Britanije kod pljosnate kamenice nalazi i Askew (1972). Kada se pogleda ukupan mortalitet, kod dagnji na pozicijama NUD i SVN je iznosio 34%, dok je na poziciji NBL mortalitet dagnji iznosio 40%. Kod kamenica je stepen mortaliteta bio nešto visočiji u poređenju sa dagnjama što se i očekivalo. Na poziciji SVN mortalitet je bio 38%, na poziciji NUD 44%, a na poziciji NBL čak 63%, tačnije 50%, a ostatak čine jedinke koje su izgubljene tokom istraživanja usled pucanja kanapa i pada uzgojne kašete na dno. Župan (2012) dobija drugačije rezultate i nalazi najmanji mortalitet dagnji na uzgojnoj liniji pored kaveza sa ribom, dok na uzgojnoj liniji koja je na 60 m udaljenosti od kaveza nalazi najveći mortalitet. Autor takođe prati uzroke mortaliteta i navodi da je najveći broj jedinki uginuo usled predacije od strane vrsta *Sparus aurata* i *Hexaplex trunculus*. Pored mediteranske dagnje Župan (2012) je pratio i vrstu *Arca noae* u okviru dva perioda istraživanja i našao veliku stopu smrtnosti ove vrste koja je u oba slučaja iznosila oko 80%, što objašnjava stresom usled premještanja jedinki iz prirodnog staništa u uzgojno područje. Askew (1972) nalazi stepen mortaliteta od 23% kod pljosnate kamenice na jugu Velike Britanije, dok mortalitet od 29% nalazi kod pacifičke kamenice. Mitchell i sar. (2010) nalaze stopu mortaliteta od 23% kod vrste *Ostrea angasi*. Radetić (2010) navodi da mortalitet kamenica u uzgoju u hrvatskim vodama može da bude i do 70%.

Na kraju istraživanog perioda dagnje na svim pozicijama su dostigle neophodnu komercijalnu dužinu (5 cm, Sl. list CG, 65/15). Međutim, sve dagnje sa pozicije SVN su već nakon 8 mjeseci dostigle komercijalnu dužinu, dok je za isti period 81% dagnji sa pozicije NUD i 76% dagnji sa pozicije NBL dostiglo komercijalnu dužinu. Ovo ukazuje da je produkcioni ciklus u monokulturi 16-18 mjeseci, dok je u IMTA sistemu 20-22 mjeseca. Župan (2012) takođe ukazuje da je nakon 10 mjeseci na lokalitetu koji je bio na 60 m udaljenosti od uzgajališta 80% jedinki dostiglo tržišnu dužinu, međutim na referentoj poziciji je za isti period 53% jedinki dostiglo tržišnu dužinu. Autor takođe navodi da je svega 42% jedinki koje su se uzgajale pored uzgajališta sa ribom za period od 10 mjeseci dostiglo tržišnu dužinu, dok je u ovom radu to postiglo čak 76% jedinki. Ove razlike u suštini potiču od činjenice da prema Hrvatskom zakonu konzumna dužina dagnji iznosi 6 cm (NN, 63/2010), za

razliku od Crne Gore gdje je konzumna dužina dagnji 5 cm (Sl. list CG, 65/15). Prema Mandić i Huter (2014) produkcioni ciklus kod dagnji u Bokokotorskom zalivu iznosi oko 20 mjeseci. Dobijeni rezultati u ovom radu se poklapaju sa navedenim podacima, sa tim što smo dobili da je produkcioni ciklus u monokulturi na SVN poziciji nešto kraći. Prema Jasprica i sar. (1997) – cit. iz Župan (2012) produkcioni ciklus kod dagnji u Limskom kanalu, ušću rijeke Krke i Malostonskom zalivu iznosi između 18 i 24 mjeseca, što se u potpunosti poklapa sa rezultatima dobijenim u ovom radu. Kada su u pitanju kamenice, sve jedinke sa pozicije SVN i NUD su dostigle neophodnu komercijalnu dužinu, dok na poziciji NBL četiri jedinke nisu dostigle komercijalnu dužinu. Ovo ukazuje da je produkcioni ciklus u monokulturi malo kraći i iznosi 23-25 mjeseci u poređenju sa uzgojem u integralnom sistemu sa ribom gdje iznosi oko 25-27 mjeseci. Prema Mandić i Huter (2014) produkcioni ciklus kod kamenica u Bokokotorskom zalivu iznosi od 24 do 30 mjeseci. Takođe Radetić (2010) i Zelić (2015) ukazuju da je produkcioni ciklus kod kamenica na hrvatskoj obali od 24 do 30 mjeseci. Dobijeni rezultati u ovom istraživanju se poklapaju sa literaturnim podacima vezanim za trajanje uzgojnog ciklusa, s tim što je na SVN poziciji – monokultura uzgojni ciklus nešto kraći.

Strujanje morske vode je jedan od bitnih faktora u uzgoju školjki i prema Župan (2012) izloženost školjki pogodnom smjeru struje koja donosi i veće količine hranjivih materija može imati pozitivan efekat na njihov prirast. Veći prirast kod dagnji i kamenica koji je bio na poziciji SVN i koji je sličan kao na poziciji NUD, može biti u vezi sa jakim izlaznim morskim strujama u oblasti tjesnaca Verige, koje iznose oko 20 cm/s (Bellafiore i sar., 2011), a uzgajalište Kamenari je smješteno na samom izlazu iz ovog tjesnaca. Karayücel i Karayücel (2000) – cit. iz Župan (2012) ukazuju na veći prirast kod vrste *Mytilus edulis* koje su izložene uticaju vodenih struja. Župan (2012) takođe navodi da najbrži prirast na liniji uzgoja udaljenoj 60 m od uzgajališta sa ribom može biti rezultat povoljnih morskih struja koje donose uz prirodne hranjive materije i organske materije koje potiču od uzgajališta sa ribom. U ovoj disertaciji pozicija NUD koja je na 100 m udaljenosti od kaveza sa ribom je pod značajnim uticajem slatke vode iz podvodnih izvora kao i pod uticajem priliva slatke vode sa kopna, primarno rijeke Ljute (Bellafiore i sar., 2011), pa se prirast dagnji i kamenica na ovom lokalitetu može dovesti u vezu i sa ovom pojavom. Slične zaključke ima i Bajnoci (2014) u oblasti Malostonskog zaliva koji ukazuje na bolji prirast dagnji na uzgojnoj liniji koja je je bila

najudaljenija od kaveza sa ribom, ali takođe ukazuje da je ova oblast pod uticajem slatke vode koja dolazi iz podzemnih izvora, kao i od rijeke Neretve.

Parametri Bertalanffy-jeve jednačine rasta su pokazali da je asimptotska dužina najveća kod dagnji sa SVN pozicije (69.18 mm), a najmanja kod dagnji sa NBL pozicije (62.52 mm). Na lokalitetu NUD je iznosila 65.27 mm. Peharda i sar. (2007) nalaze najveću asimptotsku dužinu kod dagnji uzgajanih na 60 m udaljenosti od kaveza, dok najmanju asimptotsku dužinu kao i u ovom istraživanju, autori navode kod dagnji uzgajanih pored kaveza sa ribom. Suprotno dobijenim rezultatima u ovoj disertaciji, Sarà i sar. (2012) navode veću asimptotsku dužinu kod mediteranske dagnje uzgajane pored kaveza sa ribom (71 mm) u poređenju sa dagnjama uzgajanim na poziciji koja je udaljena od kaveza (52 mm). Okumuş (1993) u svojoj doktorskoj disertaciji navodi veće asimptotske dužine kod plave dagnje koje su uzgajane pored kaveza sa ribom (72.4 mm i 73.2 mm) u poređenju sa pozicijama na kojima nije bilo uticaja uzgoja ribe (71.6 mm i 68 mm). Bayne i Worrall (1980) ukazuju na nešto veće asimptotske dužine kod plave dagnje u vodama Velike Britanije, i navode vrijednosti od 93.8 mm i 81.3 mm. Irisarri i sar. (2015) ne nalaze veće asimptotske dužine kod mediteranske dagnje uzgajane pored kaveza sa ribom. Kao i kod dagnji, i kod kamenice je dobijena najveća asimptotska dužina na poziciji SVN (88.64 mm), nešto manja na poziciji NUD (87.98 mm) i najmanja na poziciji NBL (77 mm). Richardson i sar. (1993) kod pljosnate kamenice u vodama Velike Britanije navode slične asimptotske dužine koje smo dobili i u ovom radu (72 do 93 mm). Suprotne rezultate nalaze Sarà i sar. (2012) koji u integralnom sistemu uzgoja nalaze veću asimptotsku dužinu pacifičke kamenice, 115 mm, u poređenju sa referentnom lokacijom, 73 mm. Mitchell i sar. (2000) kod vrste *O. angasi* nalaze asimptotske dužine od 103.5 mm do 118.8 mm. Asimptotsku dužinu od 120 mm kod pljosnate kamenice navode Tully i Clarke (2012).

Jedan od najvećih izazova IMTA uzgoja jeste razumijevanje toka i dinamike organskih čestica sa uzgajališta tako da školjke uzgajane u blizini uzgajališta zaista mogu na najefikasniji način da usvoje pomenute materije i samim tim doprinesu njihovom "otklanjanju" iz morskog ekosistema. U prilog ovoj činjenici ide i istraživanje Handå i sar. (2012) koji ukazuju da se prirast dagnji koje su uzgajane sa dvije različite strane uzgajališta riba (istočna i zapadna strana) razlikuje i da dagnje uzgajane na istočnoj strani uzgajališta imaju značajno bolji prirast u poređenju sa dagnjama uzgajanim na zapadnoj strani uzgajališta.

Poznato je da je kondicioni indeks važan parametar koji ukazuje na kvalitet uzgajanih školjki (Župan i Šarić, 2014). Rezultati ovog istraživanja su ukazali da se kondicioni indeks dagnji razlikovao na istraživanim lokalitetima, dagnje uzgajane na poziciji NUD (100 m udaljenosti od uzgajališta riba) su imale veće vrijednosti kondicionog indeksa tokom gotovo cijelog istraživanog perioda u poređenju sa NBL i SVN pozicijom. Vrijednosti kondicionog indeksa na ove dvije pozicije su bile prilično slične, osim hladnijeg perioda godine od oktobra do decembra 2015. godine kao i tokom januara 2016. godine kada su vrijednosti kondicionog indeksa na pozicijama NBL i NUD bile slične i statistički značajno visočije u poređenju sa SVN pozicijom. Ovakvi rezultati mogu da ukazuju da se tokom hladnijeg perioda godine, kada je manje hrane u vodenom medijumu, dagnje hrane organskim materijama koje potiču od procesa uzgoja ribe. Na slične rezultate ukazuje i Župan (2012) koji nalazi povećane vrijednosti kondicionog indeksa tokom zimskog perioda kod dagnji uzgajanih pored uzgajališta ribe. Lander i sar. (2012) su našli pozitivnu korelaciju između kondicionog indeksa dagnji i blizine uzgajališta riba. Župan i sar. (2014) su takođe našli veće vrijednosti kondicionog indeksa kod vrste *Arca noae* uzgajane u blizini uzgajališta ribe u poređenju sa referentnom pozicijom. Irisarii i sar. (2014) ukazuju na statistički značajno visočije vrijednosti kondicionog indeksa dagnji u IMTA sistemu u poređenju sa monokulturom. Veće vrijednosti kondicionog indeksa kod dagnji na uzgojnoj liniji koja je najudaljenija od kaveza sa ribom u poređenju sa dagnjama uzgajanim pored kaveza dobio je i Bajnoci (2014) u oblasti Malostonskog zaliva.

Sa druge strane, rezultati ovog istraživanja se ne poklapaju sa rezultatima koje su dobili Taylor i sar. (1992) i Cheshuk i sar. (2003), koji ukazuju da nema uticaja uzgoja pastrmki na kondicioni indeks kod *M. edulis* and *M. planulatus*. Irisarri i sar. (2015) takođe nisu našli razlike u kondicionom indeksu dagnji uzgajanih pored uzgajališta i onih koje su uzgajane na liniji uzgoja nešto daljoj od uzgajališta. Nije bilo razlika u suvoj masi mesa dagnji koje su uzgajane na šest pozicija na različitoj udaljenosti od uzgajališta ribe (Navarrete-Mier i sar., 2010). Župan i sar. (2016) ukazuju na veće vrijednosti kondicionog indeksa kod dagnji uzgajanih na tradicionalan način u blizini ušća rijeke u oblasti Novigrada u periodu od semptembra 2015. do februara 2016. godine, kao i da su na poziciji na kojoj se nalazi uzgajalište orade i brancina u oblasti Krke, vrijednosti kondiciong indeksa tokom novembra, decembra i januara bile dosta visoke. Ovi rezultati su slični našim rezultatima i takođe mogu

da ukazuju da se u ovom periodu školjke hrane organskim materijama koje potiču sa uzgajališta riba.

Najmanje vrijednosti kondicionog indeksa dobijene u ovom radu su bile na svim istraživanim pozicijama tokom septembra 2015. godine. Niže vrijednosti na sve tri pozicije su bile i tokom jula i avgusta 2015. godine. Niže vrijednosti kondicionog indeksa tokom ljeta su najvjerovatnije rezultat praznih gonada i mirovanja nakon mrijesta. Poznato je da promjene u reproduktivnom ciklusu dagnji značajno utiču na promjene kondicionog indeksa kao i da zavisno od uslova sredine na istom lokalitetu dagnje mogu mijenjati reproduktivnu strategiju iz godine u godinu (Gosling, 1992). Niže vrijednosti kondiciong indeksa tokom ljeta kod dagnji na svim pozicijama uzgoja (referentna tačka i IMTA uzgoj) nalaze i Peharda i sar. (2007) i ukazuju da zimski period treba da bude period intenzivne prodaje dagnji, a ne ljeto kao što je to slučaj u Hrvatskoj. Međutim, kako u Hrvatskoj tako i u Crnoj Gori ljetnji period je period najveće posjete turista koji kupuju i konzumiraju morsku hranu uključujući i dagnje. I rezultati ove disertacije ukazuju na najvisočije vrijednosti kondicionog indeksa tokom hladnijeg perioda godine, a po riječima uzgajivača dagnje su tokom ljetnjeg perioda u Bokokotorskom zalivu skoro "prazne". Mason i Drinkwater (1981) ukazuju da vrijeme plasiranja dagnji na tržište treba da bude tokom jeseni i zime kada su vrijednosti kondicionog indeksa najveće. Veće vrijednosti mokrog mesa dagnji tokom zimskog perioda nalaze i Karayücel i sar. (2010) u vodama Crnog mora. Takođe u skladu sa rezultatima ovoga istraživanja, Orban i sar. (2002) nalaze najveće vrijednosti kondicionog indeksa kod dagnji tokom zimskog perioda u oblasti sjevernog Jadrana, kao i u oblasti Tirenskog mora.

Stjepčević (1974) za oblast Bokokotorskog zaliva ukazuje da je najveći procenat mesa dagnji tokom ljeta i zime što se dijelom poklapa sa rezultatima ovoga istraživanja. Takođe i Marušić i sar. (2009) u sjevernom Jadranu nalaze najmanje vrijednosti kondiciong indeksa kod dagnji tokom zimskog, a najveće tokom ljetnjeg perioda, što se u potpunosti razlikuje od dobijenih rezultata u ovoj disertaciji. Yildiz i sar. (2006) nalaze najmanje vrijednosti kondiciong indeksa kod dagnji tokom zime i ljeta.

Razlike u kondicionom indeksu koje su dobijene u ovom radu su kako vremenske tako i prostorne. Godišnje varijacije u kondicionom indeksu su rezultat interakcije različitih faktora: temperature, saliniteta, koncentracije kiseonika, dostupnosti hrane, promjena u reproduktivnom ciklusu (Hrs-Brenko, 1973; Marguš i Teskeredžić, 1984; Gosling, 1992; Çelik

i sar., 2012). Mitrić i sar. (2016) takođe nalaze prostorne i vremenske razlike u vrijednostima kondicionog indeksa kod dagnji u oblasti Bokokotorskog zaliva. Na prostorne i vremenske varijacije u kondicionom indeksu kod dagnji u zalivu Mali Ston ukazuju i Gavrilović i sar. (2011). Autori su čak uočili razlike u kvalitetu mesa uzgajanih dagnji na različitim dubinama na istoj poziciji uzgoja i navode tu pojavu kao ekonomski problem. Isti autori uočavaju najmanje vrijednosti kondicionog indeksa na svim istraživanim pozicijama tokom februara, što je suprotno rezultatima naših istraživanja. U oblasti Malostonskog zaliva, Marinković (2010) nalazi kako sezonske, tako i prostorne razlike u kondicionom indeksu kod dagnji, a takođe nalazi razlike i između dagnji uzgajanih na različitim dubinama. Bhaby (2015) ukazuje na sezonske varijacije u kondicionom indeksu kod dagnji u oblasti sjevernog Atlantika – Maroko. Mladineo i sar. (2007) takođe ukazuju na sezonske varijacije kondicionog indeksa i nalaze najmanje vrijednosti tokom ljeta kod dlakave dagnje (*Modiolus barbatus*), dok su najveće vrijednosti zabilježene tokom proljeća.

7.2. Reproduktivni ciklus dagnje u Bokokotorskom zalivu

Vrste roda *Mytilus* su odvojenih polova i mogu dostići polnu zrelost već tokom prve godine života (Gosling, 2003). Takođe, isti autor navodi da je odnos polova kod školjki uglavnom jednak. U ovom radu smo ukazali da je mediteranska dagnja u oblasti Bokokotorskog zaliva diecična vrsta (polovi su odvojeni) sa jednakim odnosom polova. Rezultati su pokazali da je 50% jedinki bilo ženskog pola, 48% jedinki muškog pola, dok kod 2% jedinki nije bilo moguće odrediti pol. Statističke analize su pokazale da ne postoje značajne razlike u broju mužjaka i ženki. Na gotovo identične rezultate kod iste vrste u vodama Maroka ukazuju Bhaby i sar. (2014) i Bhaby (2015). U sjevernom Jadranu u laguni Venecija, Da Ros i sar. (1985) takođe nalaze sličan odnos polova kod mediteranske dagnje. Suárez i sar. (2005) nalaze nešto veći broj ženki 54.2%, u odnosu na mužjake 45.2% u Vigo estuaru u Španiji. Sunila (1981) navodi odnos polova 1:1 kod plave dagnje u Finskom zalivu. Suprotno od istraživanja dobijenih u ovom radu, Chelyadina i sar. (2018) kod mediteranske dagnje u oblasti Crnog mora nalazi veći broj mužjaka od ženki tokom cijelog perioda istraživanja (prosječan odnos 2.8:1). Toro i sar. (2002) u zalivu Triniti u Kanadi ne nalaze statistički značajne razlike u odnosu polova kod plave dagnje *M. edulis*.

Kvalitativna i kvantitativna histološka analiza gonada mediteranske dagnje u ovom radu je odrađena na ukupnom uzorku zbog malog broja uzorkovanih jedinki po poziciji i mjesecu. Poznato je da školjke podliježu godišnjem reproduktivnom ciklusu sa jednim ili više perioda mrijesta zavisno od vrste, geografskog položaja i uslova spoljašnje sredine (Gosling, 2003). Kao što je već pomenuto, vrste iz roda *Mytilus* su dobri primjeri fleksibilne reproduktivne strategije, mijenjaju reproduktivnu aktivnost u zavisnosti od uslova spoljašnje sredine (Gosling, 1992). Iz tog razloga populacije iste vrste ovoga roda sa različitih lokaliteta mogu imati različite reproduktivne cikluse, a može se javiti i da populacije na istom lokalitetu mijenjaju reproduktivni ciklus od godine do godine na šta ukazuje i Seed (1975).

U ovom radu je utvrđena kontinuirana gametska aktivnost kod mediteranske dagnje u oblasti Bokokotorskog zaliva sa pojavom neaktivnog stadijuma tokom ljeta kada su temperature mora bile najvisočije. Od juna do septembra su nađene jedinke u neaktivnom stadijumu, pri čemu je tokom avgusta više od 50% jedinki bilo u ovom stadijumu. Od februara do juna 2015. godine se javljaju jedinke u fazi mrijesta. Nakon ljetnjeg mirovanja i pojave pojedinih jedinki u početnim stadijumima razvoja, već u oktobru 2015. godine se javljaju

jedinke sa zrelim gonadama, dok se jedinke u stadijumu mrijesta javljaju u novembru i prisutne su u uzorku sve do januara 2016. godine. Vrijednosti SGI su se poklapale sa periodima razvoja gonada. Maksimalna vrijednost je bila tokom decembra 2015. godine i iznosila je 2.73, kada su sve jedinke bile u zrelom stadijumu ili stadijumu mrijesta, dok je minimalna vrijednost bila tokom avgusta 2015. godine i iznosila je 1.26, kada je i većina jedinki bila u neaktivnom stadijumu.

Samo je jedan rad u literaturi u kojem se opisuje reproduktivni ciklus mediteranske dagnje u Bokokotorskom zalivu (Stjepčević, 1974). Rezultati istraživanja koje je sproveo Stjepčević (1974) se djelimično poklapaju sa rezultatima koje smo dobili u ovom istraživanju. Razlike se mogu pripisati upravo već pomenutim promjenama u reproduktivnoj strategiji usled variranja sredinskih faktora. Prema Gosling (1992) dagnje su najbolji primjer fleksibilne reproduktivne strategije zavisno od uslova spoljašnje sredine. Stjepčević (1974) na osnovu morfologije gonada izučava reproduktivni ciklus kod mediteranske dagnje u uvali Kukuljina, Morinju i Orahovcu. Uočio je da na lokalitetima Orahovac i Morinj gametogeneza počinje u februaru i nastavlja se do kraja aprila, kada počinje mrijest. Na lokalitetu Kukuljina gametogeneza počinje u januaru i traje do marta, kada počinje mrijest. Nakon ovoga perioda slijedi stadijum polnog mirovanja, a krajem ljeta se javlja aktivnost germinalnog tkiva. Autor ukazuje da se dagnje u zalivu mrijeste dva do više puta godišnje i da je mrijest prilično razvučen posebno na lokalitetima u unutrašnjem dijelu zaliva. Hrs-Brenko (1973) na osnovu istraživanja dinamike larvi mediteranske dagnje ukazuje na dug reproduktivni ciklus ove vrste u sjevernom Jadranu, kao i da se intenzivan mrijest javlja tokom kasne jeseni i rane zime, što se poklapa i sa rezultatima dobijenim u ovoj disertaciji.

Rezultati ove disertacije se poklapaju sa rezultatima koje su dobili Bourcart i Lubet (1965), Hrs-Brenko (1971), Valli i sar. (1975) i Da Ros i sar. (1985). Da Ros i sar (1985) su u sjevernom Jadranu (laguna Venecije) dobili gotovo identične rezultate. Našli su najveći broj jedinki u fazi mirovanja tokom ljeta kada se takođe javlja i mali broj jedinki u stadijumu ranog sazrijevanja. Potom se već od septembra javljaju zrele jedinke i sve do kasnog proljeća su jedinke u zrelom stadijumu i stadijumu mrijesta bile prisutne. Najintenzivniji mrijest je bio tokom februara i marta. Vrijednosti SGI su bile najniže tokom ljeta, a najvisočije tokom zimskog perioda. Za istu oblast Meneghetti i sar. (2004) ukazuju na potpuno suprotnu gametogenezu za vrstu *Ruditapes philippinarum*. Autori su našli da se stadijum mirovanja kod

ove vrste javlja tokom zime, dok mrijest počinje tokom maja i traje sve do septembra. Ovakvi rezultati idu u prilog činjenici da se reproduktivni ciklus razlikuje kod različitih vrsta školjki.

Period sazrijevanja i mrijesta gonada od novembra do marta kod mediteranske dagnje nalaze i Okaniwa i sar. (2010) u Japanu, a iste rezultate je kod ove vrste u sjeverozapadnom Meksiku dobio i Cáceres-Martínez (2004). Cáceres-Martínez i Figueras (1998) u sjeverozapadnoj Španiji takođe ukazuju da gametogeneza kod mediteranske dagnje počinje u kasnu jesen i da se tokom zime javljaju zrele jedinke, ali da se mrijest javlja tek početkom proljeća kada su uslovi spoljašnje sredine povoljniji. Sa druge strane, Kunduz i Erkan (2008) u vodama Mramornog mora nalaze da se mrijest mediteranske dagnje odigrava tokom većeg dijela godine (jun, avgust, septembar, novembar, januar, mart, april, maj).

Sazrijevanje gameta je pod uticajem unutrašnjih faktora primarno genotipa i hormonske aktivnosti, kao i spoljašnjih faktora: temperature, saliniteta, dubine, količine i dostupnosti hrane, intenziteta svjetla (Mackie, 1984; Gosling, 2003). Po Rand (1973) temperatura je primarni faktor koji utiče na reproduktivni ciklus, dok Kautsy (1982) smatra da je to dostupnost hrane. Prema Gosling (2003) za mnoge vrste školjki dostupnost hrane je primarni faktor koji određuje reproduktivni ciklus. U ovom radu aspekat fitoplanktona kao osnovnog izvora hrane za školjke je predstavljen sezonski. Na osnovu ovih rezultata vidi se da je tokom zimskog perioda na oba uzgajališta dostupnost hrane bila izdašna. Po Lubet (1987) vrijednosti temperature niže od 7-8ºC inhibiraju sazrijevanje gonada. Tokom ovoga istraživanja nismo našli tako niske temperature, tačnije temperatura nikada nije bila niža od 10ºC niti na uzgajalištu u Orahovcu niti na uzgajalištu u Kamenarima. Bilecik (1989) smatra da je idealna temperatura za ishranu i reprodukciju kod mediteranske dagnje od 8-26ºC. Temperaturni gradijent u našem istraživanju se poklapa sa vrijednostima koje navodi Bilecik, a tokom jula i avgusta 2015. godine na oba uzgajališta su temperature bile visoke i vrijednosti su bile iznad 26ºC. Ovakvi rezultati ukazuju na to da kombinacija oba faktora, temperature i količine dostupne hrane ima uticaj na gametogenezu kod mediteranske dagnje, posebno tokom ljeta kada je takođe bilo dovoljno hrane u vodenom medijumu, ali je većina jedinki bila u neaktivnom stadijumu. Suárez i sar. (2005) takođe ukazuju na to da kombinacija ova dva faktora ima uticaja na gametogenezu kod mediteranske dagnje, s obzirom na to da su našli intenzivan mrijest tokom proljeća, kao i smanjeno izbacivanje gameta tokom zime, a kod ženki je tokom ljeta gametogeneza bila "paralizovana" iako je bilo dovoljno hrane u vodi.

Prema Hrs-Brenko (1980) temperatura vode iznad 16ºC ima značajan uticaj na inhibiciuju gametogeneze kod školjki.

Suprotno našim istraživanjima vezanim za neaktivni period gonada koji se javlja tokom ljetnjih mjeseci, Bhaby (2015) kod mediteranske dagnje u vodama Maroka ne nalazi neaktivni stadijum gonada što je najvjerovatnije u vezi sa povoljnim uslovima sredine, s obzirom da se radi o tropskoj oblasti. Slične rezultate za tropske vode dobijaju i O'Connor (2002), Suarez i sar. (2005) i Faerman (2010). Bhaby (2015) nalazi razlike u ciklusu gameta kod mediteranske dagnje tokom 2009. i tokom 2010. godine, što ukazuje na činjenicu da se reproduktivna aktivnost može mijenjati od godine do godine na istom lokalitetu. Kod sestrinske vrste, plave dagnje (*M. edulis*) u Finskom zalivu, Sunila (1981) nalazi najintenzivniji mrijest u julu mjesecu, posle čega se javlja neaktivni period koji traje sve do oktobra, kada se javlja aktivnost gonada, a prve zrele jedinke se javljaju tokom februara. Kod iste vrste u vodama Islanda, Thorarinsdottir i Gunnarsson (2003) nalaze mrijest tokom ljetnjih mjeseci, dok se jedinke u neaktivnom stadijumu javljaju tokom jeseni, nakon čega se u januaru javlja aktivnost gonada i njihov razvoj sve do maja mjeseca. Ovakva reproduktivna strategija je vjerovatno rezultat nižih temperatura koje su karakteristične za vode Finske i Islanda.

Kvantitativna histološka analiza koja je obuhvatila brojanje i mjerenje dijametra oocita se poklapa sa rezultatima kvalitativne analize. Veličina oocita se kretala od minimalne 13.8µm u martu 2015. do maksimalne vrijednosti 132.63µm u decembru 2015. godine. Najveći broj oocita je evidentiranu novembru, a najmanji u maju 2015. godine. Takođe i najveće srednje vrijednosti oocita su bile tokom novembra i decembra 2015. godine (66.31 i 66.58 µm). Dobijeni rezultati potvrđuju da se najveće ocite javljaju u stadijumu kada su gonade zrele ili djelimično izmriještene, na šta ukazuju i drugi autori kod drugih vrsta školjki Gribben i sar. (2004); Meneghetti i sar. (2004), Peharda i sar. (2006), Mladineo i sar. (2007), Moura i sar. (2008), Crnčević i sar. (2013), Popović i sar. (2013). Veličina oocita zavisi od životne strategije, starosti, lokaliteta kao spoljašnjih faktora (Toro i sar., 2002; Meneghetti i sar., 2004). U ovom radu smo dobili da je najveća oocita imala dijametar 132.62 µm. Prema Benninger i Le Pennec (1997) maksimalan dijametar oocita kod plave dagnje (*M. edulis*) je 70 µm. Toro i sar. (2002) navode da je srednji dijametar oocita kod *M. edulis* između 70 i 75 µm, dok se kod vrste *M. trossulus* srednji dijametar kreće od 60 do 65 µm. Međutim, Benninger i Le Pennec (1997) kod drugih vrsta iz familije Mytilidae navode i veće dijametre

oocita (npr. kod vrste *Musculus discros*, 257 µm). Kod vrste *Modiolus barbatus*, Mladineo i sar. (2007) navode različite srednje dijametre oocita u različitim periodima, ali je jako malo oocita imalo dijametar veći od 100 µm. Kod vrste *Glycymeris nummaria* najveći srednji dijametar oocita je bio 41.93 µm, dok je vrlo mali broj oocita imao dijametar veći od 80 µm (Crnčević i sar., 2013). Peharda i sar. (2006) nalaze da je maksimalan dijametar oocita na istočnom Jadranu kod vrste *Arca noae* 116 µm, dok je istovremeno srednji dijametar oocita bio 54.3µm. Popović i sar. (2013) ukazuju da mjerenje dijametra oocita nije adekvatno, jer oocite nekada nisu perfektno okruglog oblika, i da je mjerenje obima sigurnija metoda. Autori su našli da vrsta *V. verrucossa* ima najveće oocite u poređenju sa ostalim vrstama iz familije Veneridae.

7.3. Faunistička istraživanja školjki u Bokokotorskom zalivu

Prirodne populacije školjki su istraživane na šest lokaliteta u oblasti Bokokotorskog zaliva, a metodologija je bila zasnovana na sakupljanju autonomnim ronjenjem tokom proljeća i jeseni 2015. i 2016. godine. Identifikovana je ukupno 101 vrsta morskih školjki u oblasti Bokokotorskog zaliva, što procentualno iznosi 80.8% od ukupnog broja vrsta koje Petović (2018) navodi za crnogorske vode. Prva istraživanja makromekušaca u zalivu koje je započeo Stjepčević (1967) su ukazala na ukupno 64 vrste školjki. Iako smo u ovom radu koristili samo metodu zasnovanu na SCUBA ronjenju u odnosu na Stijepčevič (1967) koji koristi kombinaciju četiri metode u oblasti zaliva, nalazimo veći specijski biodiverzitet nego navedeni autor. Međutim, u odnosu na istog autora nalazimo ljušturne ostatke dok on nalazi i žive jedinke, mada navodi da je evidentno odumiranje školjki u obalnom dijelu zaliva i da su priliv nafte, hemikalija iz tadašnjih raznih skladišta, fabrika i ratnih brodova, kao i priliv otpadnih kanalizacionih voda glavni uzročnici ovakve pojave. Peharda i sar. (2004) takođe nalaze jako mali broj živih školjki u zalivu Mali Ston. Kako je na području Bokokotorskog zaliva zabranjen veliki privredni ribolov, tj. upotreba dreža za sakupljanje školjki (Sl. list CG, 47/15), nismo mogli vršiti istraživanje ovom metodologijom koja je više adekvatna u poređenju sa SCUBA ronjenjem.

U oblasti istočnog Jadrana Peharda i sar. (2010) nalaze ukupno 87 vrsta školjki u obalnom dijelu od ostrva Rab do ušća rijeke Neretve. Nerlović i Travizi (2007) kao i Nerlović i sar. (2011; 2012) istražuju zajednice školjki mekog dna na dubinama preko 30 m i navode čak 73 vrste. Peharda i sar. (2004) za zaliv Mali Ston navode ukupno 82 vrste školjki. Za razliku od ovih autora Beqiraj i sar. (2007) navode samo 7 vrsta školjki u Patok laguni u Albaniji, ali su autori bili orijentisani na istraživanje kompletnog makrozobentosa, a ne samo na klasu školjki. Kasemi i sar. (2013) takođe istražuju zajednice makrozoobentosa u zalivu Vlora u Albaniji i navode 10 vrsta školjki. Beqiraj i sar. (2008) identifikuju 17 vrsta školjki koje naseljavaju livade *Posidonia oceanica*. Prema Dhora (2009) u albanskim vodama je identifikovano ukupno 140 vrsta morskih školjki.

Uzorkovanje školjki iz prirodnih populacija se može raditi pomoću više metoda: kvadrati, grabilo, dredže i kočarske mreže, podvodno fotografisanje, bušenje pomoću cijevi (eng. "*Benthic corers*") (Gosling, 2003), kao i ronjenjem sa bocama i ronjenjem na dah (Peharda i sar., 2010). Svaka od navedenih metoda ima svoje prednosti i mane. Prema Popović

(2012) dredže namijenjene isključivo sakupljanju školjki su: rampon, kunjkara i vongolara – hidraulična dredža.

Petović i sar. (2017) vrše uzorkovanje duž crnogorske obale pomoću grabila i SCUBA ronjenja. Takođe, Petović i sar. (2017) daju brojnost školjki otvorenih voda crnogorskog primorja sakupljenih pridnenom kočarskom mrežom i osvrću se na negativan uticaj pridnenenog kočarenja na bentosne zajednice. Peharda i sar. (2010) navode da su u Hrvatskoj SCUBA ronjenje i ronjenje na dah najčešće metode za sakupljanje školjki, dok je upotreba rampona i hidraulične dredže ograničena uglavnom na otvorene vode u sjevernom dijelu obale. Nerlović i Travizi (2007), Nerlović i sar. (2011) koriste grabilo za sakupljanje školjki mekog dna u oblasti sjevernog Jadrana. Peharda i sar. (2004) takođe koriste grabilo u oblasti zaliva Mali Ston. Za razliku od ovih autora, Beqiraj i sar. (2007) koriste "benthic corers", dok Kasemi i sar. (2013) koriste metodu kvadrata za uzorkovanje morskih školjki u albanskim vodama.

Tokom istraživanja su identifikovane i dvije vrste koje su zakonom zaštićene u Crnoj Gori, palastura *Pinna nobilis* i prstac *Lithophaga lithophaga* (Sl. list CG, 27/07). Na osnovu Riješenja o stavljanju pod zaštitu pojedinih biljnih i životinjskih vrsta (Sl. list CG, 27/07) zabranjeno je sakupljanje palastura i prstaca kao i njihov promet na tržiste. Dok je palastura identifikovana na svim istraživanim lokalitetima, prstac je identifikovan samo na lokalitetu Njivice. Stjepčević (1967) navodi da je prstac rasprostranjen u čitavoj obalnoj zoni zaliva na stijenama i kamenitoj podlozi na dubinama od 3 do 8 m. Međutim, zadnjih godina duž crnogorske obale je veliki pritisak ilegalnog sakupljanja prstaca. Na lokalitetu Njivice je identifikovan ilegalan izlov ove vrste (stijene olupane čekićem) i sakupljen je jako mali broj jedinki (praznih ljuštura).

U ovom istraživanju je identifikovana nova vrsta morske školjke za faunu Crne Gore, *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775). Sakupljene su dvije ljušture ove vrste na lokalitetu Sveti Marko. Nalaz ove vrste u Jadranskom moru je bio očekivan, posebno kada se zna da se vrsta raširila u gotovo cijelom Sredozemnom moru. Lokalitet na kojem je vrsta nađena se nalazi u neposrednoj blizini marine "Porto Montenegro" pa je vrlo vjerovatno da je vrsta unešena putem pomorskog saobraćaja. Vrsta je lesepski migrant i smatra se da njeno uspješno naseljavanje Sredozemnog mora nije rezultat samo prirodnog širenja već da pomorski saobraćaj ima dominantnu ulogu, s obzirom da se vrsta najčešće nalazi u oblastima koje su

smještene u blizini luka (Gerovasileiou i sar., 2017). Zenetos i sar. (2004) ukazuju da vrsta ima tipični karakter distribucije kao lesepski migrant (nađena prvo u oblasti Sueckog kanala, pa potom u Izraelu, Tunisu, Turskoj), ali takođe stavljaju fokus na širenje putem pomorskog saobraćaja obzirom na nalaze vrste u blizini luka. Dalje širenje ove vrste u Bokokotorskom zalivu se može očekivati, jer je zaliv poznat i po svojoj luci Kotor koja je jedna od najposjećenijih luka od strane kruzera. U luku Kotor godišnje uplovi preko 350 brodova. Takođe se u skoroj budućnosti očekuje i dalje širenje vrste u Jadranskom moru. Može se pretpostaviti da je vrsta u Bokokotorskom zalivu prisutna već duže vrijeme, obzirom da obje ljušture na osnovu dužina pripadaju adultnim jedinkama. Neophodna su dalja istraživanja sa ciljem praćenja populacija ove vrste i njenog širenja u crnogorskim vodama. Vremenska i prostorna distribucija širenja vrste koja je predstavljena na osnovu svih dostupnih literaturnih podataka o nalazima vrste u vodama Sredozemlja, ukazuje na tipično istok-zapad širenje. Sve do 2000. godine vrsta je bila identifikovana na jednom lokalitetu u istočnom i jednom lokalitetu u centralnom dijelu Sredozemnog mora. U periodu od 2001 do 2010. godine vrsta se proširila u vode Grčke, centralnog i zapadnog Sredozemnog mora i ponovo je potvrđena za zaliv Tunis, Eleusis zaliv i za ostrvo Kipar. Takođe, u ovom periodu je identifikovan najsjeverniji nalaz vrste u Livornu (Crocetta, 2005). Od 2011. godine evidentirani su novi nalazi za vode Grčke i vrsta je ponovo nađena u Eleusis zalivu, Evoikos zalivu, zalivu Tunis, u Olbiji i prolazu Mesina. U istom periodu je vrsta po prvi put identifikovana u vodama Albanije (Vlora zaliv, Otrantska vrata) (Gerovasileiou i sar., 2017).

Petović i sar. (2017) i Petović (2018) sumiraju sve literaturne podatke i daju konačnu listu od 125 vrsta morskih školjki za akvatorijum Bokokotorskog zaliva. Autori u ovu listu nisu uključili podatak o invazivnoj vrsti *Magallana gigas*, koja je unešena u akvatorijum Bokokotorskog zaliva za potrebe marikulture (Igić, 1983; Mačić i sar., 2014).

Zaključno sa nalazom vrste *F. fragilis* i navedenim literaturnim podacima, lista morskih školjki Bokokotorskog zaliva broji 127 vrsta.

Tokom istraživanja identifikovana je i invazivna vrsta, *Pinctada imbricata radiata*. Sakupljena je jedna ljuštura ove vrste na lokalitetu Sveti Marko. Vrstu prvi put za crnogorske vode navode Petović i Mačić (2017) i daju morfometrijske karaktere za populaciju u Marini "Porto Montenegro". Petović (2018) ukazuje da se vrsta raširila u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva, identifikovana je na lokalitetima Orahovac, Sveta Nedjelja, Sveti

Stasije i Dražin vrt. Smatra se da će vrsta u budućem periodu nastaviti da se širi u akvatorijumu zalivu, s obzirom na to da se populacije u Tivatskom zalivu uspješno reprodukuju (Petović, 2018). *Pinctada imbricata radiata* je lesepski migrant i u Sredozemno more je "ušla" preko Sueckog kanala.

Skoro polovina broja identifikovanih vrsta u ovom istraživanju, tačnije 45 vrsta su školjke koje se mogu koristiti u ishrani (Mišić, 2007). Ovo ukazuje na izuzetan prirodni potencijal zaliva za komercijalni izlov i diverzifikaciju u sektoru marikulture. Međutim, u uzgoju u sektoru marikulture Crne Gore su uključene samo dvije vrste školjki, mediteranska dagnja i evropska pljosnata kamenica, a iz prirodnih populacija se izlovljava nekoliko vrsta (*Polititapes* spp., *Venus verrucosa*, *Chamelea gallina*, *Callista chione*, *Pecten jacobaeus*). Generalno, potrošnja i konzumacija školjki su ograničene uglavnom na stanovništvo koje živi u primorskim gradovima, a potrošnja je povećana tokom ljetnjih mjeseci kada je povećan i broj turista.

S obzirom na činjenicu da je prirodnih resursa sve manje, a da broj stanovnika iz dana u dan raste, i da je već evidentno da će sektor akvakulture imati primarnu ulogu u obezbjeđivanju hrane za čovječanstvo, treba raditi na diverzifikaciji, odnosno uvođenju novih vrsta u uzgojni proces. Prema FAO (2010) jedna od važnih stavki u budućnosti sektora akvakulture je uvođenje novih vrsta u uzgoj, a globalna akvakulturna proizvodnja se treba udvostručiti do 2050. godine da bi se zadovoljili zahtjevi potrošača. Uvođenje novih vrsta školjki u uzgoj bi dovelo do smanjenog pritiska na prirodne populacije istih.

Tako je u Hrvatskoj na eksperimentalnom nivou sprovođen uzgoj nekoliko vrsta: *Venus verrucosa, Pinna nobilis, Pecten jacobaeus, Arca noae, Mimachlamys varia* (Marguš i Teskeredžić, 2005; Bolotin i sar., 2011; Kožul i sar., 2011; Župan i sar., 2014; Jurinović, 2018). U Španiji je npr. vrsta *Venus verrucosa* predmet komercijalne akvakulture i proizvodnja iznosi oko jedne tone godišnje (Popović, 2012). U Francuskoj su u akvakulturnu proizvodnju pored mediteranske dagnje i evropske pljosnate kamenice uključene i vrste: *Maggalana gigas, Mytilus edulis, Cerastoderma edule, Ruditapes decussatus* i *Ruditapes philippinarum*. U Italiji se uzgaja vrsta *Ruditapes philippinarum* i Italija je posle Kine drugi najveći proizvođač ove vrste (Robert i sar., 2013). U Holandiji se pored mediteranske dagnje i evropske pljosnate kamenice uzgaja i pacifička kamenica, dok se u Irskoj uzgajaju pacifička

kamenica i plava dagnja (Robert i sar., 2013). U Velikoj Britaniji se uzgajaju vrste *Pecten maximus* i *Aequipecten opercularis* (Laing, 2002).

Brojnost vrsta *Ostrea edulis* i *Mytilus galloprovincialis* koje su dobijene u ovoj disertaciji treba uzeti sa rezervom, obzirom da ove vrste naseljavaju čvrste podloge u obalnom području, a na nekim transektima iako se ronilo od obalne linije nije bilo kamenitih podloga na kojima bi ove vrste bile prisutne. Ove dvije vrste su jako brojne na kamenitim staništima obalnog dijela Bokokotorskog zaliva (Stjepčević, 1974). Peharda i sar. (2010) opisujući zajednice morskih školjki u oblasti od ušća rijeke Neretve do ostrva Rab, sa primarnim ciljem opisa populacija komercijalnih vrsta, takođe navode da se dobijeni rezultati o brojnosti i biomasi mediteranske dagnje i pljosnate kamenice trebaju biti uzeti sa rezervom, s obzirom na metodologiju sakupljanja (hidraulična dredža). Isti autori takođe ukazuju da metodologija nije adekvatna za sakupljanje sitnijih vrsta koje prolaze kroz oka mreže.

Analizom dominantnosti i frekvencije identifikovano je 16 vrsta koje spadaju u grupu eudominantnih, dominantnih i subdominantnih, dok je preostalih 85 vrsta pripadalo grupi recedentnih i subrecedentnih vrsta. Peharda i sar. (2010) navode 11 vrsta školjki koje su dominantne od ukupno 87 identifikovanih u oblasti od ostrva Rab do ušća rijeke Neretve u Hrvatskoj. Nerlović i Travizi (2007) nalaze 10 dominantnih od ukupno 43 identifikovane vrste školjki u oblasti sjevernog Jadrana. U pogledu konstantnosti 55 vrsta spada u grupu eukonstantnih, konstantnih i akcesornih ($F \geq 25\%$), dok preostalih 46 vrsta spada u akcidentnu grupu. Kasemi i sar. (2008; 2013) ukazuju na manju stabilnost zajednice makrozoobentosa kada je broj konstantnih vrsta mali, a broj akcidentnih velik. U ovom radu smo za zajednicu školjki dobili skoro podjednak odnos konstantnih i akcidentnih vrsta.

Sastav zajednica na svim istraživanim lokalitetima je pokazao da u svim zajednicama uglavnom dominira desetak vrsta koje čine od 60-80% zajednice. Na slične rezultate ukazuju i Peharda i sar. (2010), gdje autori navode da najveći dio zajednice, na nekim lokalitetima čak i preko 90%, čini samo nekoliko vrsta. Takođe i Nerlović i Travizi (2007) ukazuju da najveći dio zajednice školjki mekog dna u oblasti sjevernog Jadrana čini nekih 5-6 vrsta. Prema Šolić (2005) karakteristično je da u prirodnim zajednicama dominira svega par vrsta.

Na gotovo svim lokalitetima kao najbrojnija vrsta (ind./m^2) se izdvaja *Venus verrucosa*. Stijepčević (1967) ukazuje da je ova vrsta jako brojna, posebno u unutrašnjem dijelu zaliva i da joj brojnost opada kada se ide ka spoljašnjem dijelu zaliva. Međutim, u ovom

radu najveća brojnost ove vrste je bila upravo u spoljašnjem dijelu zaliva, odnosno na lokalitetu Njivice u Hercegnovskom zalivu. Na istom lokalitetu je takođe bila i najveća brojnost vrste *Arca noae*. Vrsta *Arca noae* je identifikovana i na ostalim lokalitetima, ali sa mnogo manjom brojnošću. Brojnost ove vrste se povećava od unutrašnjeg ka spoljašnjem dijelu zaliva, na šta je ukazao i Stjepčević (1967) koji nalazi najveću brojnost vrste u Tivatskom i Hercegnovskom zalivu. Peharda i sar. (2010) na većini istraživanih lokaliteta u Hrvatskim vodama nalaze vrste *Callista chione* i *Glycymeris violacescens* kao najbrojnije, što se ne poklapa sa rezultatima koji su dobijeni u okviru ove disertacije. Ove razlike se mogu objasniti različitom metodologijom uzorkovanja. Komercijalne vrste poput *Callista chione* i *Chamelea gallina* su identifikovane samo na dva lokaliteta sa jako malom brojnošću od 0.005 do 0.03 ind./m^2. Za vrstu *C. gallina* Stijepčević (1967) takođe navodi da je zastupljena sa malim brojem jedinki i da se iz tog razloga jako teško nalazi, dok Peharda i sar. (2010) navode dosta veće abundance ove vrste, na ušću rijeke Neretve nalaze brojnost od 11.25 ind./m^2. Iako Peharda i sar. (2010) navode i dosta velike brojnosti vrste *Callista chione*, u ovom radu je vrsta identifikovana samo na dva lokaliteta sa jako malom brojnošću. Vrsta *C. chione* se prvi put navodi za faunu morskih školjki Crne Gore od strane Petović i sar. (2017). Iako je poznato da vrsta naseljava Jadransko more, autori smatraju da je nedostatak istraživanja razlog zašto je vrsta tek skoro popisana za vode Crne Gore. Takođe Peharda i sar. (2010) navode i veće abundance za vrste roda *Glycymeris*. Autori nalaze brojnost od 1.59 ind./m^2 za vrstu *G. violacescens* u zalivu Nin, dok je u ovom istraživanju nađena jako mala brojnost vrsta iz roda *Glycymeris*. Stijepčević (1967) takođe navodi da ove vrste imaju jako malu brojnost u Bokokotorskom zalivu, dok Petović i sar. (2017) navode vrstu *G. bimaculata* kao novu vrstu za faunu morskih školjki Crne Gore, što kao i za vrstu *C. chione* objašnjavaju nedostatkom istraživanja. Sličnu brojnost za vrstu *Acanthocardia paucicostata* koja je dobijena u ovom istraživanju (0.015 ind./m^2 do 0.515 ind./m^2), nalaze i Peharda i sar. (2010), dok za vrstu *Laevicardium oblongum* isti autori navode nešto manju brojnost u odnosu na rezultate koji su dobijeni u ovom istraživanju. Stijepčević (1967) navodi vrstu *A. paucicostata* kao jako brojnu vrstu na muljevitoj podlozi u Bokokotorskom zalivu na dubinama od 10 do 40 m, dok vrstu *L. oblongum* navodi kao slabo rasprostranjenu vrstu sa malim brojem jedinki, što se ne poklapa sa rezultatima koji su dobijeni u ovoj disertaciji. Brojnosti za vrste *Ruditapes decussatus* i

Pecten jacobaues dobijene u ovom istraživanju su takođe u skladu sa rezultatima koje navodi Stijepčević (1967).

Sva četiri analizirana indeksa biodiverziteta su pokazala najmanje vrijednosti za lokalitet Njivice. Na ovom lokalitetu je nađen najmanji specijski diverzitet, svega 41 identifikovana vrsta. Pielou i Shannon-Wienerov i Simpsonov indeks su bili najveći na lokalitetu IBM, dok je Margalefov indeks bio najveći na lokalitetu Sveti Marko. Margalefov indeks ili indeks bogatstva vrsta je najjednostavnija mjera biodiverziteta i zasnovan je samo na broju vrsta, zbog čega se i razlikuje od ostalih indeksa (Türkmen i Kazanci, 2010). Indekse diverziteta za školjke zaliva Mali Ston daju Peharda i sar. (2004) i njihovi rezultati su dosta niži u poređenju sa vrijednostima koje smo dobili u ovom istraživanju. Nerlović i sar. (2011) daju vrijednosti indeksa biodiverziteta koji su slični našim rezultatima, mada se mora naglasiti da su autori istraživali vrste školjki koje naseljavaju mekana dna na dubinama preko 30 m. Prema Nerlović i sar. (2012) vrijednosti Shannon-Wienerovog indeksa od 3 do 4 se smatraju dobrim, dok vrijednosti od 2 do 3 su srednje dobre. Na osnovu ove kategorizacije, vrijednosti SW indeksa koje smo dobili u ovom radu na svim istraživanim lokalitetima su dobre, osim na lokalitetu Njivice gdje je ovaj indeks srednje dobar. SW indeks niti na jednom od istraživanih lokaliteta nije bio odličan (vrijednosti od 4 do 5). Prema Kocataş (1992) vrijednosti SW indeksa preko 4.5 su vrlo rijetke. Prema Türkmen i Kazanci (2010) vrijednosti SW indeksa iznad 3 ukazuju da je struktura staništa stabilna i izbalansirana, dok vrijednosti ispod 1 ukazuju na degradaciju staništa. Nerlović i sar. (2012) takođe nisu dobili odlične vrijednosti SW indeksa u toku istraživanja zajednica školjki sjevernog Jadrana. Vrijednosti Pielou indeksa koje daju Nerlović i sar. (2012) se poklapaju sa vrijednostima koje su dobijene u ovom radu, ali su vrijednosti Margalefovog indeksa dosta manje u poređenju sa našim rezultatima. Po Türkmen i Kazanci (2010) vrijednosti Pielou indeksa se kreću od 0 do 1 i vrijednosti bliže 1 ukazuju da su jedinke jednako raspoređene. U ovom radu Pielou indeks nije prelazio vrijednost 0.83 ni na jednom od istraživanih lokaliteta. Kao i Pielou indeks i Simpsonov indeks se kreće od 0 do 1 (Türkmen i Kazanci, 2010). Na svim lokalitetima, osim na lokalitetu Njivice su vrijednosti ovog indeksa bile blizu vrijednosti 1.

Kvalitativni indeksi sličnosti, Sorensenov i Žakardov indeks pokazuju najmanje sličnosti između lokaliteta Njivice sa ostalim lokalitetima, što je rezultat najmanjeg broja vrsta na ovom lokalitetu. Na osnovu oba indeksa najmanje sličnosti je između lokaliteta Njivice i

Sv. Stasije. Prema Žakardovom indeksu najveća sličnost je između lokaliteta Morinj i Sv. Stasije (66.67%), dok je po Sorensenovom indeksu najveća sličnost između lokaliteta Sv. Nedjelja i Sv. Stasije (80.31%). Ove razlike su rezultat baznih parametara koji se koriste kod ova dva indeksa, Žakardov indeks uzima u obzir broj vrsta koje se javljaju samo u datoj zajednici, dok Sorenesenov indeks obuhvata ukupan broj vrsta u datoj zajednici, a takođe se i formula za računanje indeksa razlikuje. Kada se pogledaju rezultati Žakardovog indeksa, vidi se da su posle Morinja i Sv. Stasije najsličnije zajednice Sv. Nedjelja i Sv. Stasije (66.23%).

Kvantitativni indeks sličnosti, Bray-Curtis indeks sličnosti i nMDS skaliranje ukazuju da područje Hercegnovskog zaliva ima najmanju sličnost zajednica školjki sa ostala četiri područja što se veže za činjenicu da je na ovom području nađen najmanji broj vrsta, kao i manji broj jedinki i da na ovom području najveću brojnost imaju dvije vrste *Venus verrucosa* (3.66 ind./m^2) i *Arca noae* (0.75 ind./m^2). Ove dvije vrste zauzimaju udio od čak 53.39%. Takođe je na ovom lokalitetu bila prisutna i vrsta *Glans trapezia*, koja nije nađena niti na jednom od drugih istraživanih lokaliteta. Rezultati takođe ukazuju da postoji jasno razdvajanje zajednica kada je u pitanju tip podloge u istraživanim područjima. Na svim područjima je dominantan tip podloge zamuljeni pijesak, dok je na području Hercegnovskog zaliva, tačnije na transektu na lokalitetu Njivice pored zamuljenog pijeska dominatna i tvrda podloga (kameni blokovi). Na ostalim transektima je ovakva podloga odsutna. Tip podloge je jedan od najvažnijih faktora koji utiču na distribuciju školjki (Dame, 1966). Većina vrsta školjki preferira muljevita i pjeskovita dna, dok neke vrste poput evropske pljosnate kamenice, mediteranske dagnje i nojeve barke preferiraju isključivo tvrde podloge. Peharda i sar. (2010) nalaze razlike u sastavu zajednica školjki na ostrvu Rab u poređenju sa ostalim istraživanim lokalitetima i ujedno nalaze da je na ovom lokalitetu sastav sedimenta značajno siromašniji u pogledu udjela ugljenika. Isti autori navode da su neophodna dodatna istraživanja koja bi ukazala da li je razlika u sastavu zajednica uzrokovana manjim sadržajem ugljenika u sediment.

Transekt na Njivicama se takođe razlikuje i u pogledu maksimalne dubine koja iznosi svega 4 m, dok je na drugim transektima maksimalna dubina bila i do 25 m. Iako se istraživani transekti razlikuju u pogledu maksimalne dubine, svi se mogu svrstati u pliće obalne djelove. Gotovo sve vrste identifikovane u ovom istraživanju su uobičajene za dubine do 25 m (Hubert, 2010). Despalatović i sar. (2009) kao i Petović i Krpo-Ćetković (2016) ukazuju da je dubina

važan faktor koji utiče na strukturu demerzalnih zajednica. Tako Peharda (2004) nalazi razlike u brojnosti školjki u plićim vodama u zalivu Mali Ston u odnosu na lokalitete sa većim dubinama u otvorenim vodama. Mutlu & Ergev (2012) u Mersin zalivu u istočnom Sredozemlju takođe nalaze pozitivnu korelaciju između abundance mekušaca i dubine.

Razlike u zajednicama školjki u pogledu sezona uzorkovanja nisu nađene, što se poklapa sa rezultatima koje prikazuju Mutlu i Ergev (2012) za mekušce u Mersin zalivu u istočnom Sredozemlju. Suprotno od ovih rezultata Mistri i sar. (2001) i Kevrekidis (2004) ukazuju na postojanje sezonskih razlika u abundanci makroinvertebrata u Sredozemnom moru.

Treba naglasiti da su za detaljniju procjenu sastava zajednica i distribucije školjki neophodna obimnija istraživanja koja bi obavezno uključivala adekvatniju metodu uzorkovanja, veći broj lokaliteta, duže vrijeme istraživanja kao i uticaj nabitnijih faktora (fizičko-hemijskih parametara, tipa podloge, dubine…).

ZAKLJUČCI

- ✓ Analizom fizičko-hemijskih parametara vode na IMTA uzgajalištu (uzgajalište u Orahovcu) i u monokulturi (uzgajalište u Kamenarima) nije nađena statistički značajna razlika u vrijednostima analiziranih parametara, mada su srednje vrijednosti nitrata, nitrita, fosfata, silikata i hlorofila *a* bile veće na uzgajalištu u Orahovcu nego na uzgajalištu u Kamenarima. Mikrobiološki parametri vode na istraživanim uzgajalištima se nisu statistički značajno razlikovali. Sve dobijene vrijednosti su bile u dozvoljenim granicama, osim ukupnih koliformnih bakterija koje su u par mjeseci na oba uzgajališta imale povišene vrijednosti. Brojnost fitoplanktona na analiziranim uzgajalištima se takođe nije statistički značajno razlikovala. Evidentna je i sezonska i prostorna dominantnost dijatomeja. Brojnost toksičnih vrsta fitoplanktona nije bila alarmantna. Veće vrijednosti su zabilježene za toksične vrste *P. cordatum* i *P. micans* i njihova brojnost je bila do 10^3 ćel/l. Takođe i vrste roda *Pseudo-nitschia* spp. su imale nešto veću brojnost, koja je tokom ljeta 2015. godine na uzgajalištu u Kamenarima iznosila i 10^5 ćel/l. Analiza biotoksina u mesu dagnji je pokazala da su svi analizirani uzorci na oba uzgajališta bili negativni na prisustvo domoične kiseline i saksitoksina, tačnije sve vrijednosti su bile ispod granice detekcije.
- ✓ Analiza prirasta dagnji i kamenica je pokazala da najbolje rastu dagnje i kamenice u monokulturi (SVN), da je taj prirast sličan i da se statistički ne razlikuje od prirasta dagnji i kamenica uzgajanih na uzgojnoj liniji koja je udaljena 100 m od uzgajališta orade i brancina (NUD). Statistički značajno manji prirast je zabilježen na uzgojnoj liniji pored kaveza sa ribom (NBL) u poređenju sa SVN i NUD pozicijom.
- ✓ Kada se pogledaju periodi uzgoja kod obje vrste, na sve tri ispitivane pozicije je evidentno da je prirast najintenzivniji u prva dva perioda mjerenja (zimsko-proljećni period kod dagnji i proljećni period kod kamenica), osim kada su u pitanju dagnje sa NBL pozicije koje su najbolji prirast imale tokom jeseni 2015. godine. Uočen je i nešto nepravilniji rast kamenica u odnosu na dagnje kada se pogleda dinamika rasta u sve tri dimenzije ljušture (širina, visina, dužina ljušture).
- ✓ Ukupan mortalitet je bio veći kod kamenica nego kod dagnji, a kod obje vrste je najveći mortalitet bio na uzgojnoj liniji pored uzgajališta sa ribom (NBL), dok je mortalitet kod obje vrste bio približno sličan na pozicijama SVN i NUD.

- ✓ Analiza kondicionog indeksa dagnji je pokazala kako prostorne, tako i vremenske razlike, a tokom zimskog perioda je ustanovljeno da je kondicioni indeks na pozicijama NBL i NUD bio statistički značajno visočiji u poređenju sa SVN pozicijom što može da ukazuje da su se dagnje u tom periodu hranile organskim materijama koje potiču od uzgajališta ribe.
- ✓ Analiza reproduktivnog ciklusa kod dagnji je pokazala sledeće:
  - da ne postoje statistički značajne razlike u odnosu polova kod dagnji;
  - od oktobra mjeseca počinju da sazrijevaju gonade dagnji, a već se u novembru javljaju prve jedinke koje se mrijeste. Mrijest je najintenzivniji tokom zime i traje sve do proljeća, a tokom ljeta je najveći broj jedinki u stadijumu mirovanja. Kvantitativna analiza koja je obuhvatila brojanje i mjerenje oocita se poklopila sa kvalitativnom analizom i pokazala da je najveći broj oocita konstatovan u zimskom periodu i da su tada izmjerene najveće oocite, kao i da je najmanji broj oocita nađen tokom proljeća. Srednji gonadni indeks je pokazao najveće vrijednosti tokom zime, a najmanje tokom ljeta;
  - na osnovu prethodno navedenog daje se predlog za izlov dagnji tokom perioda od septembra do decembra mjeseca, kao i da se izlov zabrani tokom perioda kada je mrijest najintenzivniji, odnosno od januara do aprila mjeseca.
- ✓ Analizom prirodnih populacija školjki identifikovana je ukupno 101 vrsta.
- ✓ Najveći broj vrsta je nađen na lokalitetima Sveti Marko i Sveta Nedjelja (65 vrsta), a najmanji na Njivicama (41 vrsta). Najveći broj jedinki je sakupljen na lokalitetu IBM (2318), a najmanji broj jedinki na lokalitetu Morinj (1216).
- ✓ Najveća abundanca školjki je utvrđena na lokalitetu IBM, 11.59 ind/m^2, a najmanja na lokalitetu Morinj, 6.08 ind/m^2.
- ✓ Polovina identifikovanih vrsta su jestive vrste, što ukazuje na veliki potencijal Bokokotorskog zaliva za komercijalni izlov i diverzifikaciju u sektoru marikulture.
- ✓ Vrsta *Fulvia fragilis* je nova vrsta za faunu morskih školjki Crne Gore i Jadranskog mora. Vrsta je invazivna i pripada grupi lesepskih migranata. Pored ove vrste identifikovana je i invazivna vrsta, *Pinctada imbricata radiata*, takođe lesepski migrant.

- ✓ Identifikovane su dvije vrste školjki koje se nalaze na listi zaštićenih vrsta Crne Gore, *Lithophaga litophaga* i *Pinna nobilis*. *Pinna nobilis* je nađena na svakom od istraživanih lokaliteta, dok je vrsta *Lithophaga lithophaga* identifikovana samo na lokalitetu Njivice.
- ✓ Od ukupnog broja identifikovanih vrsta, 16 spada u grupu eudominantnih, dominantnih i subdominantnih, dok preostalih 85 vrsta spadaju u recedentne i subrecedentne vrste.
- ✓ U grupu eukonstantnih i konstantnih vrsta spada ukupno 40 vrsta, dok preostale vrste spadaju u grupu akcesornih i akcedentnih vrsta.
- ✓ Kada su u pitanju komercijalne vrste, najveću abundancu na svim lokalitetima, osim na lokalitetu IBM i Sv. Stasije ima vrsta *Venus verrucosa*. Abundance komercijalnih vrsta *Mytilus galloprovincialis* i *Ostrea edulis* se trebaju uzeti sa rezervom, obzirom da su populacije ove dvije vrste zbog načina života, jako brojne u obalnom dijelu zaliva, što se na osnovu ovih istraživanja ne može zaključiti, a uzrok tome je metodologija uzorkovanja. Vrste *Pecten jacobaeus* i *Polititapes* spp. su najbrojnije na lokalitetu IBM. Vrlo mala brojnost komercijalnih vrsta *Callista chione* i *Chamelea gallina* je zabilježena na svim istraživanim lokalitetima.
- ✓ Kada se pogleda sastav zajednica, vidi se da na svakom od lokaliteta nekih desetak vrsta sačinjavaju i do 80% zajednice. Na Njivicama, vrste *V. verrucosa* i *A. noae* sačinjavaju preko 50% zajednice.
- ✓ Sva četiri indeksa diverziteta su pokazala najmanje vrijednosti za lokalitet Njivice, dok su najveće vrijednosti bile na lokalitetu IBM, osim Margalefovog indeksa koji je bio najveći na lokalitetu Sveti Marko.
- ✓ Kvalitativni indeksi sličnosti (Sorensenov i Žakardov) su pokazali da su najmanje slične zajednice školjki na Njivicama i Svetom Stasiji, kao i da su Njivice lokalitet koji ima najmanju sličnost u poređenju sa svim ostalim lokalitetima. Sorensenov indeks je pokazao da su najsličnije zajednice na Svetoj Nedjelji i Svetom Stasiji, dok je Žakardov indeks pokazao da su najsličnije zajednice na Morinju i Svetom Stasiji.
- ✓ Kvantitativni indeks sličnosti (Bray-Curtis indeks) je pokazao jasno razdvajanje područja Hercegnovski zaliv u pogledu brojnosti školjki, što je najvjerovatnije rezultat različitog tipa podloge. Nisu pronađene sezonske razlike u sastavu zajednica školjki.

- ✓ Na osnovu podataka o kvantitativnoj i kvalitativnoj analizi školjki u oblasti zaliva koji su dobijeni u ovoj disertaciji u saradnji sa Ministarstvom poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore se može dati predlog zaštite prirodnih populacija kroz tačno definisanje zona, količine i vrste školjki za izlov. Takođe se na osnovu dobijenih rezultata daje predlog za eksperimentalno uvođenje vrste *Venus verrucosa* u uzgoj, ne samo u monokulturi već i u IMTA sistemu.

LITERATURA

Abreu, M. H., Varela, D. A., Henríquez, L., Villarroel, A., Yaris, C., Sousa-Pinto, I., Buschmann, A. H. 2009. Traditional vs. Integrated Multi-Trophic Aquaculture of *Gracilaria chilensis* C. J. Bird, J. McLachlan & E. C. Oliveira: Productivity and physiological performance. *Aquaculture*, **293:** 211-220.

Aguado-Giménez, F., García-García, B., Hernández-Lorente, M. D., Cerezo-Valverde, J. 2006. Gross metabolic waste output estimates using a nutritional approach in Atlantic bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) under intensive fattening conditions in western Mediterranean Sea. *Aquaculture Research*, **37:** 1254-1258.

Aguado-Giménes, F., Hernández, M. D., Cerezo-Velverde, J., Piedecausa, M. A., García-García, B. 2014. Does flat oyster (*Ostrea edulis*) rearing improve under open-sea integrated multi-trophic conditions. *Aquaculture International*, **22:** 447-467.

Aksu, M., Kocatas, A. 2007. Environmental effects of the three fish farms in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey) on water column and sediment. pp. 414. 38th CIESM Congress, Istanbul, Turkey.

Aksu, M., Kaymakci-Basaran, A., Egemen, O. 2010. Long-term monitoring of the impact of a capture-based bluefin tuna aquaculture on water column nutrient levels in the Eastern Aegean Sea, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **171:** 681-688.

Alexopoulos, A., Plessas, S., Voidarou, C., Noussias, H., Stavropoulou, E., Mantzourani, I., Tzora, A., Skoufos, I., Bezirtzoglou, E. 2011. Microbial ecology of fish species ongrowing in greek sea farms and their watery environment. *Anaerobe*, **17:** 264-266.

Al-Hafedh, Y. S., Alam, A., Buschmann, A. H. 2014. Bioremediation potential, growth and biomass yield of the green seaweed, *Ulva lactuca* in an integrated marine aquaculture system at the Red Sea coast of Saudi Arabia at different stocking densities and effluent flow rates. *Reviews in Aquaculture*, **6:** 1-11.

Almeida, M. J., Machado, J., Coimbra, J. 1999. Growth and bio-chemical composition of *Crassostrea gigas* (Thunberg) and *Ostrea edulis* (Linne) in two estuaries from the North of Portugal. *Journal of Shellfish Research*, **18:** 139-146.

Angelidis, A. 2013. *Fulvia fragilis* (Forsskal in Niebuhr, 1775) (Bivalvia: Cardiidae), first record of an alien mollusk in the Gulf of Thessaloniki (Inner Thermaikos Gulf, North Aegean Sea, Greece). *Journal of Biological Research, Thessaloniki*, **20:** 228-232.

AOAC, 2005. Paralytic shellfish toxins in shellfish, Prechromatographic oxidation and liquid chromatography with fluorescence detection. AOAC International - AOAC Official Method 2005.06.

APHA, 1995. Standards methods for the examination of water and wastewater. Americans Public Health Association, Washington, USA, 541 pp.

Apostolaki, E.T., Tsagaraki, T., Tsapaki, M., Karakassis, I. 2007. Fish farming impact on sediments and macrofauna associated with seagrass meadows in the Mediterranean. Estuarine. *Coastal and Shelf Science*, **75:** 408-416.

Arapov, J. 2013. A review of shellfish phycotoxin profile and toxic phytoplankton species along Croatian coast of the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, **54:** 283-298.

Arapov, J., Ezgeta-Balić, D., Peharda, M., Ninčević-Gladan, Z. 2013. Bivalve feeding – how and what they eat? *Croatian Journal of Fisheries*, **68:** 105-116.

Arapov, J., Skejić, S., Bužančić, M., Bakrač, A., Vidjak, O., Bojanić, N., Ujević, I., Ninčević-Gladan, Ž. 2017. Taxonomical diversity of *Pseudo-nitzschia* from the Central Adriatic Sea. *Phycological Research*, doi: 10.1111/pre.12184.

Askew, C. G. 1972. The growth of oysters *Ostrea edulis* and *Crassostrea gigas* in emsworth harbour. *Aquaculture*, **1:** 237-259.

Azcárate, A. A., Barth, A., Rixen, M., Beckers, J. M. 2005. Reconstruction of incomplete oceanographic data sets using empirical orthogonal functions: Application to the Adriatic Sea surface temperature. *Ocean Modeling*, **9:** 325-346.

á Norði, G., Glud, R. N., Gaard, E., Simonsen, K. 2011. Environmental impacts of coastal fish farming:carbon and nitrogen budgets for trout farming in Kaldbaksfjørður (Faroe Islands). *Marine Ecological Progress Series*, **431:** 223-241.

Bajnoci, A. 2014. Učinci organskog unosa kaveznim uzgojem ribe na kondiciju dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u Bistrini. Diplomski rad, Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za Akvakulturu, Dubrocnik, Hrvatska, 36 pp.

Bakran-Petricioli, T. 2016. Morska staništa. Hrvatska agencija za okoliš i prirodu, Zagreb, Hrvatska, 161 pp.

Barash, A., Danin, Z. 1973. The Indo-Pacific species of mollusca in the Mediterranean and notes on a collection from the Suez canal. *Israel Journal of Zoology*, **21:** 301-374.

Barash, A., Danin, Z. 1977. Additions to the knowledge of Indo-Pacific Mollusca in the Mediterranean. *Conchiglie*, **13:** 85-116.

Barrington, K., Chopin, T., Robinson, S. 2009. Integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine temperate waters. pp. 7-46. In: Soto, D. (Ed.): Integrated mariculture: A global review. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 183 pp.

Basaran, A. K., Aksu, M., Egemen, O. 2010. Impacts of the fish farms on the water column nutrient concentrations and accumulation of heavy metals in the sediments in the eastern Aegean Sea (Turkey). *Environmental Monitoring and Assessment*, **162:** 439-451.

Bavčević, L. 2014. Priručnik i vodič za dobru uzgajivačku praksu. Kavezni uzgoj lubina i komarče. Savjetodavna služba, Zagreb, Hrvatska, 120 pp.

Bayne, B. L., Worrall, C. M. 1980. Growth and production of mussels *Mytilus edulis* from two populations. *Marine Ecology Progress Series*, **3:** 317-328.

Bellafiore, D., Guarnieri, A., Grilli, F., Penna, P., Bortoluzzi, G., Giglio, F., Pinardi, N. 2011. Study of the hydrodynamical processes in the Boka Kotorska Bay with a finite element model. *Dynamics of Atmospheres and Oceans*, **52:** 298-321.

Ben Souissi, J., Rezig, M., Zaouali, J. 2003. Appearance of invasive species in Southern Lake of Tunis. pp. 911-922. 6th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, Ravenna, Italy.

Beninger, P. G., Le Pennec, M. 1997. Reproductive characteristics of a primitive bivalve from deep-sea reducing environment: giant gametes and their significance in *Acharax alinae* (Cryptodonta: Solemydae). *Marine Ecology Progress Series*, **157:** 195-206.

Benomar, S., Bouhaimi, A., Hamidi, F., Mathieu, M., Ouichou, A., Moukrim, A. 2006. Cycle de reproduction de la moule africaine *Perna perna* (Mollusca, Bivalvia) dans la baie d'Agadir: Impact des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles. *Biologie & Santé*, **6:** 25-36.

Beqiraj, S., Pinna, M., Basset, A., Nikleka, E., Fetahu, B., Doka, E., Ismailaj, M., Barbone, E., Sangiorgio, F., Fedele, M. 2007. Preliminary data on the macrozoobenthos of the Albanian coastal lagoons (lagoons of Patok, Karavasta, Narta). *Transitional Waters Bulletin,* **3:** 37-43.

Beqiraj, S., Kasta, L., KuÇi, M., Kasemi, D. Mato, X., Gace, A. 2008. Benthic macrofauna of Posidonia oceanic meadows in the Albanian coast. *Natura Montenegrina*, **7:** 55-69.

Bhaby, S. 2015. *Mytilus galloprovincialis*: Reproductive cycle of fields mussels close to a lagoon (North Atlantic, Moulay Bousselham, Morocco). *Journal of Marine Biology and Oceanography*, **4:** doi:10.4172/2324-8661.1000140.

Bhaby, S., Belhsen, O. K., Errhif, A. 2014. *Mytilus galloprovincialis*: Reproduction activity and mantle structure in a zone located in the northwest of the Atlantic Ocean (Imessouane, Morocco). *Journal of Marine Biology and Oceanography*, **3:** doi:10.4172/2324-8661.1000124.

Bilecik, N. 1989. Mussel and culture of mussel (in Turkish) T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Seri A. Yayın No: 2. Bodrum.

Bogut, I., Novoselić, D., Pavlićević, J. 2006. Biologija riba. Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Osijeku, Osijek, Hrvatska, 360 pp.

Bolotin, J., Glavić, N., Antolović, N., Kožul, V. 2011. Preliminary results on the growth and mortality of warty venus *Venus verrucosa* (Linnaeus,1758) in the suspension. pp. 791-794. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija, Croatia.

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.

Bortoluzzi, G., Giglio, F., Ligi, M., Del Bianco, F., Ferrante, V., Gasperini, L., Ravaioli, M. 2016. Morphobathymetry of Boka Kotorska Bay. pp. 69-88. In: Joksimović, A., Đurović, M., Semenov, A.V., Zonn, I.S., Kostianoy A.G. (Ed.): The Boka Kotorska Bay Environment. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 606 pp.

Bosak, S., Horvat, L., Pestorić, B., Krivokapić, S., 2010. Observations on Pseudo-nitzschia species in the Bay of Kotor, SE Adriatic Sea. pp. 721. 39th CIESM Congress, Venice, Italy.

Bosak, S., Šilović, T., Ljubešić, Z., Kušpilić, G., Pestorić, B., Krivokapić, S., Viličić, D. 2011. Phytoplankton size structure and species composition as an indicator of trophic status in transitional ecosystems: the case study of a Mediterranean fjord-like karstic bay. *Oceanologia*, **54:** 255-286.

Bourcart, C., Lubet, P. 1965. Cycle et evolution reserves chez *Mytilus galloprovincialis* (molusque bivalve). *CIESM, Raports et pro verbaux des reunions*, **18:** 155-158.

Brancato, A., Reitano, A. 2009. Segnalazione di *Fulvia fragilis* (Forskål, 1775) e Musculista senhousia (Benson in Cantor, 1842) nelle acque del Porto Grande di Siracusa (Sicilia Sud-Orientale) (Mollusca Bivalvia). *Naturalista Siciliano*, **4:** 207-212.

Bratoš Cetinić, A., Gavrilović, A., Dupčić Radić, I., Pećarević, M., Tomšić, S., Mrčelja, E., Glamuzina, B. 2007. Reproduktivne značajke kućice *Chamelea gallina* Linnaeus, 1758 (Bivalvia, Mollusca) s područja ušća rijeke Neretve. pp. 192-193. 42th Croatian and 2nd International Symposium on Agriculture. Faculty of Agriculture, University of Zagreb, Zagreb.

Bray, J. R., Curtis, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecological Monographs*, **27:** 325-349.

Bugrov, L., Antsulevich, A., Joksimović, A., Keondjian, S., Mandić, M. 2015. Prospects of aquaculture in the Adriatic Sea: Comparation of sheltered and open-sea areas within Montenegro coastal zone. *Studia Marina*, **28:** 39-49.

Buha, I. 2015. Stanje evropske akvakulture. Završni rad. Poljoprivredni fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, Hrvatska, 26 pp.

Burić, Z., Viličić, D., Caput-Mihalić, K., Carić, M., Kralj, K., Ljubešić, N. 2008. Pseudo-nitzschia blooms in the Zrmanja River estuary (Eastern Adriatic Sea). *Diatom Research*, **23:** 51-63.

Buschmann, A. H., Mora, O. A., Gómez, P., Böttger, M., Buitano, S., Retamales, C., Vergara, P. A., Gutierrez, A. 1994. *Gracilaria chilensis* outdoor tank cultivation in Chile: Use of land-based salmon culture effluents. *Aquacultural Engineering*, **13:** 283-300.

Buzzurro, G., Greppi, E. 1996. The Lessepsian molluscs of Tasuçu (South-East Turkey). *La Conchiglia*, **28:** 3-22.

Carmona, R., Kraemer, G. P., Yaris, C. 2006. Exploring Northeast American and Asian species of Porphyra for use in an integrated finfish–algal aquaculture system. *Aquaculture*, **252:** 54-65.

Cáceres–Martínez, J., Figueras, A. 1998. Long-term survey on wild and cultured mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) reproductive cycles in the Ria de Vigo (NW Spain). *Aquaculture*, **162:** 141-56.

Cáceres-Martínez, J. 2004. Reproductive cycle of coexisting mussels, *Mytilus californianus* and *Mytilus galloprovincialis*, in Baja California, New Mexico. *Journal of Shellfish Research*, **23:** 515-520.

Chávez-Crooker, P., Obreque-Contreras, J. 2010. Bioremediation of aquaculture wastes. *Currenet Opinion in Biotechology*, **21:** 313-317.

Chelyadina, N., Pospelova, N., Popov, M., Smyrnova Lj., Kharchuk, I., Ryabushko, V. 2018. Sex inversion in cultivated mussels *Mytilus galloprovincialis* Lam. (Crimea, Black Sea) under influence of external environmental factors. *Ecologica Montenegrina*, **19:** 26-31.

Cheshuk, B. W., Purser, P. J., Quintana, G. 2003. Integrated open-water mussel (*Mytilus plantatus*) and Antlantic salmon (*Salmo salar*) culture in Tasmania, Australia. *Aquaculture*, **218:** 357-378.

Chopin, T. 2011. Progression of the Integrated Multi-Trophic Aquaculture (IMTA) concept and upscaling of IMTA systems towards commercialization. *Aquaculture Europe*, **36:** 5-12.

Chopin, T. 2013. Integrated multi-trophic aquaculture: Ancient, adaptable concept focuses on ecological integration. *Global Aquaculture Advocate*, 16-19.

Chopin, T., Robinson, S. M. C. 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:** 4-10.

Chopin, T., Robinson, S. M. C. 2006. Rationale for developing integrated multi-trophic aquaculture (IMTA): an example from Canada. *Fish Farmer Magazine*, 20-21.

Chopin, T., Robinson, S. M. C., Troell, M., Neori, A., Buschmann, A. H., Fang, J. 2008. Multitrophic integration for sustainable marine aquaculture. pp. 2463-2475. In: Jørgensen, S. E., Fath, B. (Ed.): Encyclopedia of Ecology. Elsevier Science, 3120 pp.

Clarke, K. R., Gorley, R. N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-e, Plymouth.

Corey, P., Kim, J. K., Garbary, D. J., Prithiviraj, B., Duston, J. 2012. Bioremediation potential of *Chondrus crispus* (Basin head) and *Palmaria palmata*: Effect of temperature and high nitrate on nutrient removal. *Journal of Applied Phycology*, **24:** 441-448.

Corey, P., Kim, J. K., Duston, J., Garbary, D. J. 2014. Growth and nutrient uptake by *Palmaria palmata* (Palmariales, Rhodophyta) integrated with Atlantic halibut recirculating aquaculture. *Algae*, **29:** 35-45.

Cossignani, T., Cossignani, V., Di Nisio, A., Passamonti, M. 1992. Atlante Delle Conchiglie del Medio Adriatico, Atlas of Shells from Central Adriatic Sea. Mostra Mondiale Malacologia Cupra Marittima (AP - Italy), L´Informatore Piceno Ed., Ancona, Italy, 40 pp.

Crnčević, M., Peharda, M., Balić, D. E., Pećarević, M. 2013. Reproductive cycle of *Glycymeris nummaria* (Mollusca: Bivalvia) from Mali Ston Bay, Adriatic Sea, Croatia. *Scientia Marina*, **77:** 293-300.

Crocetta, F. 2005. Prime segnalazioni di *Fulvia fragilis* (Forskål in Niebuhr, 1775) (Mollusca: Bivalvia: Cardiidae) per i mari italiani. *Bollettino Malacologico*, **41:** 23-24.

Crocetta, F., Renda, W., Colamonaco, G. 2008. New distributional and ecological data of some marine alien molluscs along the southern Italian coasts. *Marine Biodiversity Records*, **2:** doi: 10.1017/S1755267208000274.

Crocetta, F., Renda, W., Vazzana, A. 2009. Alien Mollusca along the Calabrian shores of the Messina Strait area and a review of their distribution in the Italian seas. *Bolletino Malacologico*, **45:** 15-30.

Crocetta, F., Bitar, G., Zibrowius, H., Oliverio, M. 2013. Biogeographical homogeneity in the eastern Mediterranean Sea. II. Temporal variation in Lebanese bivalve biota. *Aquatic Biology*, **19:** 75-84.

Crocetta, F., Gofas, S., Salas, S., Tringali, L. P., Zenetos, A. 2017. Local ecological knowledge versus published literature: A review of non-indigenous Mollusca in Greek marine waters. *Aquatic Invasions*, **12:** 415-434.

Cupp, E. E. 1943. Marine plankton diatoms of the west coast of North America. University of California, Cambridge University Press, UK, 238 pp.

Çelik, M. Y., Karayücel, S., Karayücel, I., Öztürk, R., Eyüboğlu, B. 2012. Meat yield, condition index, and biochemical composition of mussels (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Sinop, South of the Black Sea. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, **21:** 198-205.

Çinar, M. E., Katagan, T., Öztürk, B., Egemen, Ö., Ergen, Z., Kocatas, A., Önen, M., Kirkim, F., Bakir, K., Kurt, G., i sar. 2006. Temporal changes of soft-bottom zoobenthic communities in and around Alsancak Harbor (Izmir Bay, Aegean Sea), with special attention to the autecology of exotic species. *Marine Ecology*, **27:** 229-246.

Dame, R. F. 1996. Ecology of marine bivalves an ecosystem approach. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, 272 pp.

Dardignac-Corbel, M. J. 1990. Traditional mussel culture. pp. 284-341. In: Barnabe, D. G. (Ed.): Aquaculture. Vol. 1. Ellis Horwood Chichester.

Da Ros, L., Bressan, M., Marin, M. G. 1985. Reproductive cycle of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) in Venice Lagoon (North Adriatic). *Bolletino di Zoologia*, **52**: 223-229.

Davenport, J., Smith, R. J. J. W., Packer, M. 2000. Mussels *Mytilus edulis*: Significant consumers and destroyers of mesozooplankton. *Marine Ecology Progress Series*, **198:** 131-137.

Delamotte, M., Vardala-Theodorou, E. 2001. Shells from the Greek Seas. Athens: The Goulandris Natural History Museum.

Demirak, A., Balci, A., Tufekci, M. 2006. Environmental impact of the marine aquaculture in Gulluk Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **123:** 1-12.

Despalatović, M., Grubelić, I., Piccinetti, C., Cvitković, I., Antolić, B., Žuljević, A., Nikolić, V. 2009. Distributionof echinoderms on continental shelf in open waters of thenorthern and middle Adriatic Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **89:** 585-591.

De Silva, S. S., Soto, D. 2009. Climate change and aquaculture: potential impact, adaptation and mitigation. pp. 151-212. In: Cochrane, K., De Young, C., Soto, D., Bahri, T. (Ed.): Climate change implications for fisheries and aquaculture: overview of current scientific knowledge. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. No. 530. Rome, Italy, 212 pp.

Dhora, D. 2009. Molluscs of Albania. *Archives of Biological Science*, **61:** 537-553.

Dodge, D. J. 1985. Atlas of Dinoflagellates. Farrand Press, London, UK, 119 pp.

Doneddu, M. 2010. Primi rinvenimenti di *Bursatella leachii* de Blainville, 1817 e *Fulvia fragilis* (Forsskål, 1775) nel Golfo di Olbia (Sardegna nord-orientale). *Bollettino Malacologico*, **46:** 104-109.

Doneddu, M., Trainito, E. 2010. Conchiglie del Mediterraneo. Guida al molluschi conchigliati. 2nd edizione. lI Castello srI, Via Milano, Italy, 272 pp.

Dong, S., Fang, J., Jansen Henrice, M., Verreth, J. 2013. Review on integrated mariculture in China, including case studies on successful polyculture in coastal Chinese waters. Report, Asem Aquaculture Platform, 7th framework programme.

Drakulović, D. 2012. Značaj fitoplanktona kao indikatora eutrofikacije u akvatorijumu Bokokotorskog zaliva. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 227 pp.

Drakulović, D., Mandić, M., Joksimović, A., Petović, S. 2013. Distribution of phytoplankton on mussel farms in Boka Kotorska Bay. *Studia Marina*, **26:** 65-82.

Drakulović, D., Pestorić, B., Joksimović, D., Redžić, A., Petović, S., Krivokapić, S. 2014. Dinoflagellate assemblages in Boka Kotorska Bay. *Studia Marina*, **27:** 65-83.

Drakulović, D., Pestorić, B., Joksimović, D., Marković, S., Mandić, M. 2015. Composition and distribution of diatoms on mussel farms in Boka Kotorska Bay. *Studia Marina*, **28:** 51-60.

Drakulović, D., Gvozdenović, S., Joksimović, D., Mandić, M., Pestorić, B. 2017. Toxic and potentially toxic phytoplankton in the mussel and fish farms in the transitional area of Montenegrin coast (South-Eastern Adriatic Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **17:** 885-900.

Edwards, P., Pullin, R. S. V., Gartner, J. A. 1988. Research and education for the development of integrated crop – livestock – fish farming systems in the tropics. ICLARM Studies and Reviews, Vol. 16. International Center for Living Aquatic Resources Management, Manila, Philippines, 53 pp.

Enzenross, L., Enzenross, R. 2001. Untersuchungen über das Vorkommen mariner Mollusken in tunesischen Gewässern. *Schriften für Malakozoologie*, **17:** 45-62.

Enzenross, L., Enzenross, R., Niederhöfer, H. J. 1990. Wissenschaftlich interessante Funde aus der Sammlung Enzenross (Marine Invertebraten). *Jahreshefte der Gesellschaft für Naturkunde in Württemberg*, **145:** 283-294.

FAO, 1988. Definition of aquaculture, *Seventh Session of the IPFC Working Party of Expects on Aquaculture*, IPFC/WPA/WPZ, p.1-3, RAPA/FAO, Bangkok. Dostupno na linku: http://www.fao.org/3/x6941e/x6941e04.htm

FAO, 1990. The state of food and agriculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 223 pp.

FAO, 2004. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 154 pp.

FAO, 2009. Integrated mariculture – a global review. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 194 pp.

FAO, 2010. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 218 pp.

FAO, 2012. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 209 pp.

FAO, 2016. The state of world fisheries and aquaculture. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, Italy, 190 pp.

FEAP, 2015. European aquaculture production report 2005-2014. Dostupno na linku: http://www.feap.info/default.asp?SHORTCUT=582

Fearman, J., Moltschaniwskyj, N. A. 2010. Warmer temperatures reduce rates of gametogenesis in temperate mussels, *Mytilus galloprovincialis*. *Aquaculture,* **305:** 20-25.

Fischer, W. 1993. Beitraege zur Kenntnis der rezenten und fossilen marinen Molluskenfauna Zyperns (II). Die Mollusken des Kap Drepanum (Peyia, Paphos). *Club Conchylia Informationen*, **15:** 147-152.

Frankl, A., Lenaerts, S., Radusinović, S., Spalević, V., Nyssen, J. 2016. The regional geomorphology of Montenegro mapped using land surface parameters. *Zeitschrift fur Geomorphologie*, **60:** 1-14.

Fritz, S. 1975. Ökologie der Tire. Paul Parey Verlag, Hamburg, Berlin, Denmark, 450 pp.

Gavrilović, A., Jug-Dujaković, J., Marinović Bonacić, A., Conides, A., Bonacić, 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*, **4:** 573-583.

Gayanilo, P. C., Sparre, P., Pauly, D. 2005. FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II User's Guide. Rome, Italy, 168 pp.

Gerovasileiou, V., Akel, E. H. K., Akyol, O., Alongi, G., Azevedo, F., Babali, N., Bakiu, R., Bariche, M., Bennoui, A., Castriota, L., i sar. 2017. New Mediterranean Biodiversity Records (July 2017). *Mediterranean Marine Science*, **18:** 355-384.

Ghisotti, F. 1974. Recente penetrazione in Mediterraneo di molluschi marini di provenienza indo-pacifica. Quaderni della Civica Staz. *Idrobiologica di Milano*, **5:** 7-22.

GISD, 2016. *Mytilus galloprovincialis*. Dostupno na linku: http://www.iucngisd.org/gisd/species.php?sc=102#.

Gorlach-Lira, K., Pacheco, C., Carvalho, L. C. T., Melo Júnior, H. N., Crispim, M. C. 2012. The influence of fish culture in floating net cages on microbial indicators of water quality. *Brazilian Journal of Biology*, **73:** 457-463.

Gosling, E. M. 1992. Systematics and geographic distribution of Mytilus. pp. 1-20. In: Gosling, E. M. (Ed.): The mussel *Mytilus*: Ecology, physiology, genetics and culture. Elsevier, Amsterdam, Netherlands, 589 pp.

Gosling, E. M. 2003. Bivalve Molluscs. Biology, ecology and culture. Fishing News Books, Oxford, UK, 456 pp.

Goud, J., Mifsud, C. 2009. *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775) (Bivalvia: Cardiidae), an alien species new to the Maltese malacofauna. *Aquatic Invasions*, **4:** 389-391.

Gribben, P. E., Helson, J., Jeffs, A. G. 2004. Reproductive cycle of the New Zealand Geoduck, Panopea zelandica, in two North Island Population. *Veliger*, **47:** 53-65.

Gvozdenović, S., Mandić, M., Drakulović, D., Joksimović, A. 2015. The shellfish bio-toxins. *Agriculture and Forestry*, **61:** 135-142.

Habdija, I., Habdija, P. B., Radanović, I., Špoljar, M., Kepčija, M. R., Karlo,V. S., Miliša, M., Ostojić, A., Perić, S. M. 2011. Protista – Protozoa, Metazoa – Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb, Hrvatska, 584 pp.

Handå, A., Min, H., Wang, X., Broch, O. J., Reitan, K. I., Reinersten, 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.

Handå, A., Jansen, H., Bergvik, M., Forbord, S., Broch, O. J., Ellis, J., Bannister, R., Husa, V., Fossberg, J., Stensås, Førde, H., Skjermo, J., Reitan, K. I., Strand, Ø., Olsen, Y. 2016. Exploitation of nutrients from salmon aquaculture: What is the potential for IMTA in Norway? European Aquaculture Society. Dostupno na linku: https://www.was.org/EasOnline/mobile/Paper.aspx?i=3499.

Haramina, T., Rapić, S., Kljaković-Gašpić, F., Grgurić, S., Križan, J., Škunca, O., Bavčević, L., Lovrinov, M., Čikotić, I., Franičević, V., Šuta, K. 2012. Studija korištenja i zaštite mora i podmorja na području Splitsko-dalmatinske županije, s naglaskom na djelatnost MARIKULTURE, u multisektorskom kontekstu integralnog upravljanja obalnim područjem (IUOP). OIKON d.o.o. – Institut za primijenjenu ekologiju, 110 pp.

Harling, M. M., Thorne-Miller, B., Thursby, B.G. 1979: Ammonium uptake by Gracilaria sp. (Florideophycea) and Ulva lactuca (Chlorophycea) in closed system fish culture. pp. 285-293. 9th International Seaweed Symposium, Princeton, USA.

Hasani, Q., Adiwilaga, E. M., Pratiwi, N. T. M. 2012. The relationship between the harmful algal blooms (HABs) phenomenon with nutrients at shrimp farms and fish cage culture sites in Pesawaran District Lampung Bay. *Makara Journal of Science*, **16:** 183-191.

Herbert, A., Dexter, S. H. 1993. The relationship between trends in a condition index of the American oyster *Crassostrea virginica*, and enviromental parameters in three Verginia estuaries. *Virginia Institute of Marine Science*, **16:** 362-374.

Holdt, S. L., Edwards, M. D. 2014. Cost-effective IMTA: a comparison of the production efficiencies of mussels and seaweed. *Journal of Applied Physology*, **26:** 933-945.

Hrs-Brenko, M., 1971. The reproductive cycle of the *Mytilus galloprovincialis* Lamk in the Northern Adriatic Sea and *Mytilus edulis* L. at Long Island Sound. *Thalassia Jugoslavica*, **7:** 533-542.

Hrs-Brenko, M. 1973. The relationship between reproductive cycle and indeks of condition of the mussel, *Mytilus galloprovincialis*, in the northern Adriatic Sea. *Stud. Rev. GFCM*, **52:** 47-52.

Hrs-Brenko, M. 1980. The settlement of mussels and oysters in the northern Adriatic Sea. *Nova Thalassia*, **4:** 67- 85.

Hrs-Brenko, M., Legac, M. 2006. Inter- and intra-species relationships of sessile bivalves on the eastern coast of the Adriatic Sea. *Natura Croatica*, **15:** 203-230.

Huber, M. 2010. Compendium of Bivalves. ConchBooks, Heckenheim, Denmark, 901 pp.

Hughes, A. D., Kelly, M. S. 2011. Integrated multi-trophic aquaculture. Scottish Association of Marine Science, 15 pp.

Hughes, A., Black, K. D. 2016. Going beyond the search for solutions: understanding trade-offs in European integrated multi-trophic aquaculture development. *Aquaculture Environment Interactions*, **8:** 191-199.

Hustedt, F. 1930. Kryptogamen-Flora: Die Kieselalgen Deuchelands, Österreich, und der Schweitz mit Berűcksichtigung der űbrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Teil 1. Akademiche Verlagsgesellschaft m.b.H., Leipzig, Denmark, 920 pp.

Igić, Lj. 1983. Karakteristike obraštaja u Kotorskom zalivu. *Studia Marina*, **13-14:** 275-291.

Ilić, N. 2017. Identifikacija i filogenetska analiza norovirusa poreklom iz dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) sa aspekta bezbednosti hrane. Doktorska disertacija. Fakultet Veterinarskih nauka. Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 109 pp.

Irisarri, J., Fernández-Reiriz, M. J., Labarta, U., Cranford, P. J., Robinson, S. M. C. 2014. Availability and utilization of waste fish feed by mussels *Mytilus edulis* in a commercial integrated multi-triphic aquaculture (IMTA) system: A multi-indicator assessment approach. *Ecological Indicators*, **48:** 673-686.

Irisarri, J., Cubillo, A. M., Fernández-Reiriz, M. J., Labarta, U. 2015. Growth variations within a farm of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) held near fish cages: importance for the implementation of integrated aquaculture. *Aquaculture Research*, **46:** 1988-2002.

Jaccard, P. 1912: The distribution of the flora in the alpine zone. *New Phytologist*, **11:** 37-50.

Jasprica, N., Carić, M., Bolotin, J., Rudenjak-Lukenda, M. 1997. The Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) growth rate response to phytoplankton and microzooplankton population densities in the Mali Ston Bay (Southern Adriatic). *Periodicum Biologorum*, **99:** 255-264.

Jeffrey, S. W., Mantoura, R. F. C., Wright, S. W. 1997. Phytoplankton pigments in Oceanography. UNESCO Publishing, Paris, France, 661 pp.

Jiang, Z., Wang, G. Fang, J., Mao, Y. 2013a. Growth and food sources of Pacific oyster *Crassostrea gigas* integrated culture with sea bass *Lateolabrax japonicas* in Ailian Bay, China. *Aquaculture International*, **21:** 45-52.

Jiang, Z., Liao, Y., Liu, J., Shou, L., Chen, Q., Yan, X., Zhu, G., Zeng, J. 2013b. Effects of fish farming on phytoplankton community under the thermal stress caused by a power plant in a eutrophic, semi-enclosed bay: Induce toxic dinoflagellate (*Prorocentrum minimum*) blooms in cold seasons. *Marine Pollution Bulletin*, **76:** 315-324.

Joksimović, D., Castelli, A., Mitrić, M., Martinović, R., Perošević, A., Stanković, S. 2016. Marine chemistry of the Boka Kotorska Bay. pp. 89-115. In: Joksimović, A., Đurović, M., Semenov, A. V., Zonn, I. S., Kostianoy, A. G. (Ed.): The Boka Kotorska Bay Environment. Springer International Publishing Cham, Switzerland, 606 pp.

Joksimović, D., Perošević, A., Pestorić, B. 2017: Assessment of seawater quality by analysis of physico-chemical parameters. pp. 209-216. 46th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society "WATER 2017", Vršac, Serbia.

Jurinović, J. 2018. Uzgoj češljča. Završni rad. Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, Hrvatska, 29 pp.

Karaman, G., Gamulin-Brida, H. 1971. Prilog istraživanju bentoskih biocenoza Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina*, **4:** 3-42.

Kasemi, D, Beqiraj, S., Ruci, S. 2008. Macrozoobenthos of the rocky coasts of Vlora, Albania. *Natura Montenegrina*, **7:** 133-143.

Kasemi, D., Ruci, S., Beqiraj, S. 2013. Data on macrozoobenthos of the Radhima coast, Vlora Bay, Albania. *Natura Montenegrina*, **12:** 773-785.

Karayücel, S., Karayücel, I. 2000. The effect of environmental factors, depth and position on the growth and mortality of raft-cultured blue mussels (*Mytilus edulis* L.). *Aquaculture Research*, **31:** 893-899.

Karayücel, S., Çelik, M. Y., 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:** 9-17.

Katranidis, S., Nitsi, E., Vakrou, A. 2003. Social acceptability of aquaculture development in coastal areas: The case of two Greek Islands. *Coastal Management*, **31:** 37-53.

Kautsky, N. 1982. Quantitative studies on gonad cycle, fecundity, reproductive output and recruitment in a Baltic *Mytilus edulis* population. *Marine Biology*, **68:** 143-160.

Kevrekidis, T. 2004. Seasonal variation of the Macrozoobenthic community structure at low salinities in a Mediterranean lagoon (Monolimni Lagoon, northern Aegean). *International Review of Hydrobiology*, **89:** 407-425.

Kim, J. K., Duston, J., Corey, P. Garbary, D. J. 2013. Marine finfish effluent bioremediation: Effects of stocking density and temperature on nitrogen removal capacity of *Chondrus crispus* and *Palmaria palmata* (Rhodophyta). *Aquaculture*, **414-415:** 210-216.

Kim, J. K., Kraemer, G. P., Yarish, C. 2014. Field scale evaluation of seaweed aquaculture as a nutrient bioextraction strategy in Long Island Sound and the Bronx River Estuary. *Aquaculture*, **433:** 148-156.

Kim, J. K., Kraemer, G. P., Yarish, C. 2015. Use of Sugar Kelp aquaculture in Long Island South and the Bronx River Estuary for nutrient bioextraction with biomass production. *Marine Ecology Progress Series*, **531:** 155-166.

Kleitou, P., Kletou, D., David J. 2018. Is Europe ready for integrated multi-trophic aquaculture? A survey on the perspectives of European farmers and scientists with IMTA experience. *Aquaculture*, **490:** 136-148.

Kljajić, Z., Gačić, Z., Mićković, B., Lazarević, B. 2014. Growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in floating cages in the Bay of Kotor. *Studia Marina*, **27:** 97-107.

Kocataş, A., 1992. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi, Ege Üniv, Matbaası, İzmir, 564 pp.

Kovačić, I., Pavičić-Hamer, D., Kanduč, T., Hamer, B. 2017. Adaptation of cultured mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 from the northern Adriatic Sea to nearby aquaculture sites and translocation. *Acta Adriatica*, **58:** 285-296.

Kožul, V., Glavić, N., Bolotin, J., Antolović, N. 2011. The experimental rearing of fan mussel Pinna nobilis (Linnaeus, 1758). pp. 803-806. 46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia.

Krebs, C. J. 2001. Ecology – The experimental analysis of distribution and abundance. 5th edition. Benjamin/Cummings, CA, 695 pp.

Kunduz, B., Erkan, M. 2008. Seasonal changes in the histological profile of the ovary of Mytilus galloprovincialis (Bivalvia, Mytilidae) Lamarck, 1819. *Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment*, **14:** 183-191.

Laing, I. 2002. Scallop Cultivation in the UK: a guide to site selection. Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, 26 pp.

Lander, T. R., Robinson, S. M. C., MacDonald, B. A., Martin, J. D. 2012. Enhanced growth rates and condition index of blue mussels (*Mytilus edulis*) held at the integrated multitrophic aquaculture sites in the bay of Fundy. *Journal of Shellfish Research*, **31:** 997-1007.

Lefebvre, S., Barillé, L., Clerc, M. 2000. Pacific oyster *Crassostrea gigas* feeding responses to a fish-farm effluent. *Aquaculture*, **187:** 185-198.

Lepetić, V. 1965. Sastav i sezonska dinamika ihtiobentosa i jestivih avertebrata u Bokokotorskom zalivu i mogućnost njihove eksploatacije. *Studia Marina*, **1:** 3-127.

Lindner, G. V. 1988. *Laevicardium* (*Fulvia*) *papyraceum* (Bruguière, 1788) – Von der südtürkischen Mittelmeerküste (leg. Familie Schmidt, Feldkirchen). *Club Conchylia Informationen*, **20:** 35-37.

Lipej, L., Acevedo, L., Akel, E. H. K., Anastasopoulou, A., Angelidis, A., Azzurro, E., Castriota, L., Çelik, M., Cilenti, L., Crocetta, F., i sar. 2017. New Mediterranean Biodiversity Records (March 2017). *Mediterranean Marine Science*, **18:** 179-201.

Liu, H., Song, X., Huang, L., Tan, Y., Zhong, Y., Huang, J. R. 2012. Potential risk of Mesodinium rubrum bloom in aqua - culture area of Dapeng'ao cove, China: diurnal changes in the ciliate community structure in the surface water. *Oceanologia*, **54:** 109-117.

López-Soriano, J., Salgado, S. Q., Tarruella, A. 2009. Presencia de poblaciones estables de un inmigrante lessepsiano, *Fulvia fragilis* (Forsskål in Niebuhr, 1775), en el Delta del Ebro (Cataluña, España). *Spira*, **3:** 53-58.

Lubet, P. 1959. Recherches sur le cycle sexuel et l'émission des gametes chez les mytilidés et les Pectinidés. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, **23:** 395-548.

Lubet, P., Aloui, N. 1987. Limites letales thermmiques et action de la temperatur sur les gametogeneses et l'activité neurosecretrice chez la moule (*Mytilus edulis* et *M. galloprovincialis*, Mollusque Bivalve). *Haliotis*, **16:** 309-16.

Luna-Acosta, A., Bustamante, P., Huet, V., Thomas-Guyon, H. 2015. Persistent organic pollutants in a marine bivalve on the Marennes Oléron Bay and the Gironde Estuary (French Atlantic Coast) Part 2: Potential biological effects. *Science of the Total Environment*, **514:** 511-522.

Ljubičić, A. 2010. Stimulacija mrješćenja brbavice Venus verrucosa (Linnaeus, 1758) temperaturnim i osmotskim šokom. Diplomski rad. Odjel za akvakulturu, Sveučilište u Dubrovniku, 47 pp.

MacDonald, B. A., Robinson, S. M. C., Barrington, K. A. 2011. Feeding activity of mussels (*Mytilus edulis*) held in the field at an integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) site (*Salmo salar*) and exposed to fish food in the laboratory. *Aquaculture*, **314:** 244-251.

Mackie, G. L. 1984. Bivalves. pp. 351-417. In: Tompa, A. S., Verdonk, N. H., Van Den Biggelaar, J. A. M. (Ed.): The Mollusca. Vol. 7. Academic Press, New York, 486 pp.

Mačić, V., Lučić, D., Gangai Zvonko, B., Mandić, M., Dulčić, J., Žuljević, A., Petović, S., Drakulović, D., Miloslavić, M., Onofri, I., Marković, O., Joksimović, A., Onofri, V., Pestorić, B. 2014. Monografija Alohtone vrste istočne obale južnog Jadrana. Kratki pregled vrsta i ekologija. Institut za biologiju mora, Univerzitet Crne Gore, 64 pp.

Magaš, D. 2002. Natural-geographic characteristics of the Boka Kotorska area as the basis of development. *Geoadria*, **7:** 51-81.

Mahmoud, N., Dellali, M., Bour, M. E., Aissa, P., Mahmoudi, E. 2011. The use of *Fulvia fragilis* (Mollusca: Cardiidae) in the biomonitoring of Bizerta lagoon: A mutimarkers approach. *Ecological Indicators*, **10:** 696-702.

Mandić, M., Huter, A. 2014. Tehničko tehnološke karakteristike uzgajališta školjki. Projekat o tehničko-tehnološkim uslovima komercijalnog uzgoja kamenice (*Ostrea edulis*) i dagnje (*Mytilus galloprovincialis*) u ekološkim uslovima Risanskog zaliva, Područje - sektor 8 (Turski rt – Kostanjica – Donji Morinj). Institut za Biologiju Mora, Kotor, Crna Gora, 54 pp.

Mandić, M., Drakulović, D., Petović, S., Huter, A., Mandić, S. 2014. Development perspectives of fish farming in Montenegro. *Agriculture and Forestry*, **60:** 233-243.

Mandić, M., Ikica, Z., Gvozdenović, S. 2016. Mariculture in the Boka Kotorska Bay: Tradition, current state and perspective. pp. 395-409. In: Joksimović, A., Đurović, M., Semenov, A. V., Zonn, I. S., Kostianoy, A. G. (Ed.): The Boka Kotorska Bay Environment. Springer International Publishing Cham, Switzerland, 606 pp.

Mandić, S., Regner, D., Regner, S., Joksimović, A., Kljajić, Z., Gojković, M. 2001. Istraživanje, korišćenje, i zaštita litoralnog područja Južnog Jadrana. Elaborat. Institut za biologiju mora, Kotor, Crna Gora. Završni Izvještaj, 94 pp.

Mandić, S., Radović, I., Radović, D. 2016. Physical and geographical gescription of the Boka Kotorska Bay. pp. 43-67. In: Joksimović, A., Đurović, M., Semenov, A. V., Zonn, I. S., Kostianoy, A. G. (Ed.): The Boka Kotorska Bay Environment. Springer International Publishing Cham, Switzerland, 606 pp.

Mantzavrakos, E., Kornaros, M., Lyberatos, G., Kaspiris, P. 2005. Impacts of a marine fish farm in Argolikos Gulf on the water column and the sediment. pp. 928-933. 9th International Conference on Environmental Science and Technology, Rhodes Island, Greece.

Marchini, A., Ferrario, J., Occhipinti-Ambrogi, A. 2013. Recent additions to the alien marine biota along Italian coasts. pp. 887. 40th CIESM Congress, Marseille, France.

Marčelja, E., 2009. Reproduktivni ciklus kamenice (*Ostrea edulis* L.) u Malostonskom zaljevu. pp. 247-248. 10-ti Hrvatski biološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, Osijek, Hrvatska.

Marguš, D., Teskeredžić, E. 1983. Uzgoj dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Martinska. *Morsko ribarstvo*, **3:** 86-92.

Marguš, D., Teskeredžić, E. 1984. Mussels condition index in the estuary of the river Krka, near Šibenik (*Mytilus galloprovincialis* L.). *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*, **55:** 285-296.

Marguš, D., Teskeredžić, E. 2005. Prihvat ličinki, preživljavanje i rast jakovskih kapica *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758). *Ribarstvo*, **63:** 1-104.

Marguš, D., Teskeredžić, E., Modrušan, Z. 1990. Mogućnosti kontroliranog uzgoja dagnji (*Mytilus galloprovincialis* lmk.) u dubljim vodenim slojevima ušća rijeke Krke. *Morsko ribarstvo*, **4:** 133-137.

Marinković, A. 2010. Utjecaj ekoloških čimbenika na sezonske promjene indeksa kondicije uzgojnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Malostonskom zaljevu. Diplomski rad, Sveučilište u Dubrovniku, Odjel za Akvakulturu, Dubrovnik, Hrvatska, 48 pp.

Marinković-Roje, M. 1968. Sezonske varijacije kemijskog sastava dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) iz Limskog kanala. *Thalassia Jugoslavia*, **4:** 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:** 91-99.

Mason, J., Drinkwater, J. 1981. Experiments on suspended cultivation of mussels in Scotland. Scottish Fisheries Information Pamphlet, 4. Department of Agriculture and Fisheries for Scotland, Aberdeen, 15 pp.

Mason, R. D., Peterson, M. L., Tiffany, J. A. 1998. Weighing vs. counting: Measurement reliability and the California school of midden analysis. *American Antiquity*, **63:** 303-324.

Matijević, S., Kušpilić, G., Barić, A. 2006. Impact of a fish farm on physical and chemical properties of sediment and water column in the middle Adriatic Sea. *Fresenius Environmental Bulletin*, **15:** 1058-1063.

Matijević, S., Kušpilić, G., Morović, M., Grbec, B., Bogner, D., Skejić, S., Veža, J. 2009. Physical and chemical properties of the water column and sediments at sea bass/sea bream farm in the middle Adriatic (Maslinova Bay). *Acta Adriatica*, **50:** 59-76.

Mazzola, A., Sarà G. 2001. The effect of fish farming organic waste on food availability for bivalve molluscs (Geata Gulf, Central Tyrrhenian, MED): Stable carbon isotopic analysis. *Aquaculture*, **192:** 367-379.

McDonald, M. E. 1987. Biological removal of nutrients from wastewater: an algal-fish system model. pp. 959-968. In: Reddy, K. R., Smith, W. H. (Ed.): Aquatic Plants for Waste Water Resource Recovery. Magnolia Publishing, Orlando, Florida, USA, 1031 pp.

Meneghetti, F., Moschino, V., Da Ros, V. 2004. Gametogenic cycle and variations in oocyte size of *Tapes philippinarum* from the Lagoon of Venice. *Aquaculture*, **240:** 473-488.

MEST EN ISO, 7899-2, 2011. Kvalitet vode – Detekcija i određivanje broja crijevnih enterokoka – Dio 2: Metoda membranske filtracije. Institut za standardizaciju Crne Gore, 1 izdanje.

MEST EN ISO, 9308-1, 2015. Kvalitet vode – Određivanje broja Echerichia coli i koliformnih bakterija – Dio 1: Metoda membranske filtracije za vode sa malim brojem praćenih bakterija. Institut za standardizaciju Crne Gore, 1 izdanje.

Miletić, M. 2016. Proizvodni pokazatelji mediteranske dagnje (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819.) uzgojene u uvjetima integriranog uzgoja s ribom. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Osijek, Hrvatska, 36 pp.

Milišić, N. 2007. Glavonošci, puževi i školjke Jadrana. Marjan Tisak, Split, Hrvatska. 256 pp.

Milojević, Ž. B. 1953. Boka Kotorska. *Zbornik radova Geografskog institute "Jovan Cvijić", SANU*, **5:** 120-145.

Mistri, M., Rossi, R., Fano, E. A. 2001. Structure and secondary production of a soft bottom macrobenthic community in a brackish lagoon (Sacca di Goro, north – eastern Italy). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **52:** 605-616.

Mitchell, I. M., Crawford, C. M., Rushton, M. J. 2000. Flat oyster *Ostrea angasi* growth and survival rates at Georges Bay, Tasmania (Australia). *Aquaculture*, **191:** 309-321.

Mitrić, M., Castelli, A., Jokanović, S., Martinović, R., Joksimović, D. 2016. Procena opšteg stanja jedinki *Mytilus galloprovincialis* u Bokokotorskom zalivu na osnovu enzimske aktivnosti acetilholinesteraze. pp. 439-444. 45-a Konferencija o aktuelnim temama korišćenja I zaštite voda "Voda 2016", Zlatibor, Srbija.

Mladineo, I., Peharda, M., Orhanović, S., Bolotin, J., Pavela-Vrančić, M., Treursić, B. 2007. The reproductive cycle, condition index and biochemical composition of the horse-bearded mussel *Modiolus barbatus*. *Helgoland Marine Research*, **61:** 183-92.

Moazzo, P. G. 1939. Mollusques testacés marins du Canal de Suez. *Mémories de l'Institut d'Egypte*, **38:** 1-283.

Modica, A., Scilipoti, D., La Torre, R., Manganaro, A., Sarà, G. 2006. The effect of mariculture facilities on biochemical features of suspended organic matter (southern Tyrrhenian, Mediterranean). *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **66:** 177-184.

MONSTAT, 2014. Proizvodnja ribe i školjaka – akvakultura i marikultura. Dostupno na linku:

http://www.monstat.org/cg/page.php?id=265&pageid=162.

MONSTAT, 2016. Proizvodnja ribe i školjaka – akvakultura i marikultura. Dostupno na linku: http://monstat.org/cg/page.php?id=265&pageid=265.

Moretti, A., Pedini Fernandez-Criado, M., Cittolin, G., Guidastri, R. 1999. Manual on hatchery production of seabass and gilthead seabream. Vol.1. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy, 194 pp.

Moura, P., Gaspar, M. B., Monteiro, C. C. 2009. Age determination and growth rate of a Callista chione population from the southwestern coast of Portugal. *Aquatic Biology*, **5:** 97-106.

Mutlu, E., Ergev, M. B. 2012. Distribution of soft -bottom mollusks (Mollusca) in Mersin Bay (eastern Mediterranean Sea). *Turkish Journal of Zoology*, **36:** 430-446.

Narodne novine 63/2010 (2010). Naredba o zaštiti riba i drugih morskih organizama. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Hrvatske, Hrvatska. 24.05.2010.

Nash, C. E, Burbridge, P. R., Volkman, J. K. 2005. Guidelines for ecological risk assessment of marine fish aquaculture. NOAA Tech Memo NMFS-NWFSC-71. US Department of Commerce, NOAA, Seattle, WA, 91 pp.

Navarrete-Mier, F., Sanz-Lázaro, C., Marin, A. 2010. Does bivalve molluscs polyculture reduce marine fin fish farming environmental impact? *Aquaculture*, **306:** 101-107.

Neori, A., Cohen, I., Gordin, H. 1991. *Ulva lactuca* biofilters for marine fish-pond effluents: II. Growth rate, yield and C:N ratio. *Botanica Marina*, **34:** 483-489.

Neori, A., Chopin, T., Troell, M., Buschmann, A. H., Kraemer, G. P., Halling, C., Shpigel, M., Yarish, C. 2004. Integrated aquaculture: rationale, evolution, and state of the art emphasizing seaweed biofiltration in modern mariculture. *Aquaculture*, **231:** 361-391.

Nerlović, V., Travizi, A. 2007. Preliminary study on the bivalvia assemblages of the Northern Adriatic soft bottoms. pp. 553. 38th CIESM Congress, Istanbul, Turkey.

Nerlović, V., Doğan, A., Hrs-Brenko, M. 2011. Response to oxygen deficiency (depletion): Bivalve assemblages as an indicator of ecosystem instability in the northern Adriatic Sea. *Biologia*, **66:** 1114-1126.

Nerlović, V., Hrs-Brenko, M., Doğan, A. 2012. Long-term changes in the transitional community of detritic bottoms in the northern Adriatic Sea: Dynamics of bivalve assemblages. *Fresenius Environmental Bulletin*, **21:** 3600-3613.

Niederhöfer, H. J., Enzenross, L., Enzenross, R. 1991. Neue Erkenntnisse über die Ausbreitung von "Lessepsschen Einwanderern" (Mollusca) an der türkischen Mittelmeerküste. *Club Conchylia Informationen*, **33:** 94-108.

O'Connor, T. P. 2002. National distribution of chemical concentrations in mussels and oysters in the USA. *Marine Environmental Research*, **53:** 117-143.

Okaniwa, N., Miyaji, T., Sasaki, T., Tanabe, K. 2010. Shell growth and reproductive cycle of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* in Tokyo Bay, Japan: Relationship with environmental conditions. *Plankton and Benthos Research*, **5:** 214-220.

Okumuş, I. 1993. Evaluation of suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture and integrated experimental mariculture with salmon in Scottish sea lochs. PhD thesis. University of Stirling, Stirling, Scotland, 338 pp.

Orban, E., Di Lena, G., Nevigato, T., Casini, I., Marzetti, A., 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.

Öztürk, B., Poutiers, J. K. 2005. *Fulvia fragilis* (Bivalvia: Cardiidae): A lessepsian mollusk species from Izmir Bay (Aegean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **85:** 351-356.

Paneta, P., Mastrototaro, F., Beqiraj, S., Costantino, G., Kasemi, D., Matarrese, A. 2009. Mollusc of soft bottoms in Valona Bay (Albania). *Biologia Marina Mediterranea*, **16:** 288-289.

Passamonti, M. 1996. Nuova segnalazione per le coste tunisine di *Papyridea papyracea* (Gmelin, 1791) (Bivalvia: Cardiidae). *Bollettino Malacologico*, **32:** 153-156.

Peharda, M. 2000. Školjkaši (Bivalvia, Molusca) Malog jezera otoka Mljeta. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, 88 pp.

Peharda, M. 2003. Rasprostranjenost i sastav prirodnih populacija školjkaša (Mollusca, Bivalvia) u Malostonskom zaljevu. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, Hrvatska, 112 pp.

Peharda, M., Bolotin, J., Vrgoč, N., Jasprica, N., Bratoš, A., Skaramuca, B. 2003. A study of Noah`s Ark shell (*Arca noae* Linnaeus 1758) in Mali Ston Bay, Adriatic Sea. *Journal of Shellfish Research*, **22:** 705-709.

Peharda, M., Hrs-Brenko, M., Bogner, D. 2004. A contribution to the knowledge of bivalve species diversity in Mali Ston Bay (Adriatic Sea). *Acta Adriatica*, **45:** 197-208.

Peharda, M., Mladineo, I., Bolotin, J., Kekez, L., Skaramuca, B. 2006. The reproductive cycle and potential protandric development of the Noah's Ark shell, *Arca noae* L.: Implications for aquaculture. *Aquaculture*, **252:** 317-327.

Peharda, M., Župan, I., Bavčević, L., Frankić, A., Klanjšček, T. 2007. Growth and condition index of mussel *Mytilus galloprovincialis* in experimental integrated aquaculture. *Aquaculture Research*, **38:** 1714-1720.

Peharda, M., Ezgeta-Balić, D., Vrgoč, N., Isajlović, I., Bogner, D. 2010. Description of bivalve community structure in the Croatian part of the Adriatic Sea - hydraulic dredge survey. *Acta Adriatica*, **51:** 141-158.

Peragallo, H., Peragallo, M. 1965. Diatomees de France et des districts maritimes voisins. A. Asher et Co. (Reimpression), Amsterdam, Netherland, 539 pp.

Pestorić, B. 2013. Dinamika zajednica zooplanktona Bokokotorskog zaliva. Doktorska disertacija. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Srbija, 208 pp.

Petović, S. 2018. Additions to the checklist of the malacofauna of the Boka Kotorska Bay (south-east Adriatic Sea). *Studia Marina*, **31:** 23-36.

Petović, S., Marković, O. 2013. Degradation of benthic communities using demersal trawling. *Agriculture and Forestry*, **59:** 157-164.

Petović, S., Krpo-Ćetković, J. 2016. How depth and substratum type affect diversity and distribution patterns of Echinoderms on the continental shelf in the south-eastern Adriatic Sea? *Acta Zoologica Bulgarica*, **68:** 89-96.

Petović, S., Marković, O. 2016. Characteristics of the zoobenthos in Boka Kotorska Bay. pp. 271-312. In: Joksimović, A., Đurović, M., Semenov, A. V., Zonn, I. S., Kostianoy, A. G. (Ed.): The Boka Kotorska Bay Environment. Springer International Publishing, Cham, Switzerland, 606 pp.

Petović, S., Mačić, V. 2017. New data on *Pinctada radiata* (Leach, 1814) (Bivalvia: Pteriidae) in the Adriatic Sea. *Acta Adriatica*, **58:** 359-364.

Petović, S., Marković, O., Ikica, Z., Đurović, M., Joksimović, A. 2016. Effects of bottom trawling on the benthic assemblages in the south Adriatic Sea (Montenegro). *Acta Adriatica*, **57:** 81-92.

Petović, S., Gvozdenović, S., Ikica, Z. 2017. An annotated checklist of the marine molluscs of the south Adriatic Sea (Montenegro) and a comparison with those of neighbouring areas. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sci*ences, **17:** 921-934.

Petović, S., Marković, O., Đurović, M. 2019. Inventory of non-indigenous and cryptogenic marine benthic species of the south-east Adriatic Sea, Montenegro. *Acta Zoologica Bulgarica*, **71:** 47-52.

Philipose, K. K., Sharma, S. R. K., Loka, J., Damodaran, D., Rao, G. S., Vaidya, N. G., Mhaddolkar, S. S., Sadhu, N., Dube, P. 2012. Observations on variations in physico-chemical water parameters of marine fish cage farm off Karwar. *Indian Journal of Fisheries*, **59:** 83-88.

Popović, Z. 2012. Biološko-ekološke značajke školjkaša Venus verrucosa L. (Bivalvia: Veneridae) u Jadranu. Doktorska disertacija. Međusveučilišni poslijediplomski doktorski studij primijenjene znanosti o moru, Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku, 122 pp.

Popović, Z., Mladineo, I., Ezgeta-Balić, D., Trumbić, Ž., Vrgoč, N., Peharda, M. 2013. Reproductive cycle and gonad development of *Venus verrucosa* L. (Bivalvia: Veneridae) in Kaštela Bay, Adriatic Sea. *Marine Biology Research*, **9:** 274-284.

Poppe, G. T., Goto, Y. 2000. Europena Seashells, Vol. 2. ConchBooks, Heckenheim, Germany, 221 pp.

Prato, E., Danieli, A., Maffia, M., Biandolino, F. 2010. Lipid and fatty acid compositions of *Mytilus galloprovincialis* cultured in the Mar Grande of Taranto (Southern Italy): feeding strategies and trophic relationships. *Zoological Studies*, **49:** 211-219.

Price, C., Black, K. D., Hargrave, B. T., Morris Jr, J. A. 2015. Marine cage culture and the environment: effects on water quality and primary production. *Aquaculture Environment Interactions*, **6:** 151-174.

Prvan, M., Jakl, Z. 2016. Priručnik za zaštitu mora i prepoznavanje živog svijeta Jadrana. Udruga za prirodu, okoliš i održivi razvoj Sunce, Split, Hrvatska, 310 pp.

Quilliam, M. A., Xie, M., Hardstaff, W. R. 1995: Rapid extraction and cleanup for liquid chromatographic determination of domoic acid in unsalted seafood. *Journal of AOAC International*, **78:** 543-554.

Radetić, A. 2010. Utjecaj nekih ekoloških čimbenika na sezonske promjene indeksa kondicije uzgojnih populacija europske plosnate kamenice *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) u Malostonskom zaljevu. Diplomski rad. Sveučilište u Dubrovniku, Dubrovnik, Hrvatska, 54 pp.

Rand, W. M. 1973. A stochastic model of the temporal aspects of breeding strategies. *Journal of Theoretical Biology*, **40:** 337-351.

Ranson, G. 1967. Les espèces d'huîtres vivant actuellement dans le monde, définies par leurs coquilles larvaires ou prodissoconques - Etude des collections de quelques-uns des grands musées d'histoire naturelle. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, **31:** 127-199.

Ratcliff, J. J., Wan, A. H. L., Edwards, M. D., Soler-Vila, A., Jonson, M. P., Abreu, M. H., Morrison, L. 2015. Metal content of kelp (*Laminaria digitata*) co-cultivated with Atlantic salmon in an Integrated Multi-Trophic Aquaculture system. *Aquaculture*, **450:** 234-243.

Redmond, K. J., Magnesen, T., Hansen, P. K., Strand, Ø., Meier, S. 2010. Stable isotopes and fatty acids as tracers of the assimilation of salmon fish feed in blue mussels (*Mytilus edulis*). *Aqucualture*, **298:** 202-210.

Reid, G. K., Liutkus, M., Bennett, A., Robinson, S. M. C., MacDonald, B., Page, F. 2010. Absorption efficiency of blue mussels (*Mytilus edu*lis and *M. trossulus*) feeding on Atlantic salmon (*Salmo salar*) feed and fecal particulates: Implications for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacultu*re, **299:** 165-169.

Rensel, J. E. J., Haigh, N., Tynan, T. J. 2010. Fraser River sockeye salmon marine survival decline and harmful blooms of Heterosigma akashiwo. *Harmful Algae*, **10:** 98-115.

Riedel, B., Zuschin, M., Stachowitsch, M. 2008. Dead zones: a future worst-case scenario for Northern Adriatic biodiversity. pp. 73–77. In: Briand, F. (Ed.): Climate warming and related changes in Mediterranean marine biota. CIESM Workshop Monographs 35, 152 pp.

Richardson, C. A., Collis, S. A., Ekaratne, K., Dare, P., Key, D. 1993. The age determination and growth rate of the European flat oyster Ostrea edulis in British waters determined from acetate peels of umbo growth lines. ICES Journal of Marine Science, 50: 493-500.

Riedl, R. 2002. Fauna e Flora del Mediterraneo. Franco Muzzio Editore, France, 776 pp.

Rifi, M., Pennec, G. L., Salem, M. B., Souissi, J. B. 2011. Reproductive strategy of the invasive cockle *Fulvia fragilis* in the Bay of Tunis (Tunisia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **91:** 1465-1475.

Rifi, M., Souissi, J. B., Zekri, S., Jaafoura, M. H., Pennec, G. L. 2012. Gametogenic cycle and monthly variations of oocyte size in the invasive cockle *Fulvia fragilis* (Bivalvia: Cardiidae) from the Bay of Tunis (Northern Tunisia, Central Mediterranean). *Cahiers de Biologie Marine*, **53:** 221-230.

Robert, R., Borel, M., Pichot, Y., Trut, G. 1991. Growth and mortality of the European oyster Ostrea edulis in the Bay of Arcachon (France). *Aquatic Living Resources*, **4:** 265-274.

Robert, R., Sanchez, J. L., Perez-Paralle, L., Ponis, E., Kamermans, P., O'Mahoney, M. 2013. A glimpse of the mollusc industry in Europe. *Aquaculture Europe*, **38:** 5-11.

Ruci, S., Kasemi, D., Beqiraj, S. 2014. Data on macro zoobenthos in rocky areas of the Adriatic Sea of Albania. *International Journal of Research in Applied, Natural and Social Sciences*, **2:** 63-70.

Ruiz, J. M., Perez, M., Romero, J. 2001. Effects of fish farm loadings on seagrass (Posidonia oceanica) distribution, growth and photosynthesis. *Marine Pollution Bulletin*, **42:** 749-760.

Ryther, J. H., Goldman, J. C., Gifford, J. E., Huguenin, J. E., Wing, A. S., Clarner, J. P., Williams, L. D., Lapointe, B. E. 1975. Physical models of integrated waste recycling marine polyculture systems. *Aquaculture*, **5:** 163-177.

Sandifer, P. A., Hopkins, J. S. 1996: Conceptual design of a sustainable pond-based shrimp culture system. *Aquacultural Engineering*, **15:** 41-52.

Santos, D. M. S., Cruz, C. F., Pereira, D. P., Alves, L. M. C., Moraes, F. R. 2012. Microbiological water quality and gill histopathology of fish from fish farming in Itapecuru-Mirim County, Maranhão State. *Acta Scientiarum*, **34:** 199-205.

Sarà, G. 2007. Aquaculture effects on some physical and chemical properties of the water column: A meta-analysis. *Chemistry and Ecology*, **23:** 251-262.

Sarà, G., Lo Martire, M., Buffa, G., Mannino, A. M., Badalamenti, F. 2007. The fouling community as an indicator of fish farming impact in Mediterranean. *Aquaculture Research*, **38:** 66-75.

Sarà, G., Zenone, A., Tomaselo, A. 2009. Growth of *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca, Bivalvia) close to fish farms: a case of integrated multi-trophic aquaculture within the Tyrrhenian Sea. *Hidrobiology*, **636:** 129-136.

Sarà, G., Reid, G. K., Rinaldi, A., Palmeri, V., Troell, M., Kooijman, S. A. L. M. 2012. Growth and reproductive simulation of candidate shellfish species at fish cages in the Southern Mediterranean: Dynamic Energy Budget (DEB) modelling for integrated multi-trophic aquaculture. *Aquaculture*, **324-325:** 259-266.

Schembri, P. J., Baldacchino, A. E., Mallia, A., Schembri, T., Sant, M. J., Stevens, D. T., Vella S. J. 2002. Living resources, fisheries and agriculture. pp. 162-346. In: Axiak, V., Gauci, V., Mallia, A., Mallia, E., Schembri, P. J., Vella, A. J., Vella, L. (Ed.): State of the environment report for Malta. Ministry for Home Affairs and the Environment, Santa Venera, Malta, 581 pp.

Schiller, J. 1933. Dinoflagellatae. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutchland, Österrich und der Schweiz. Teil 1, 617 pp.

Schiller, J. 1937. Dinoflagellatae. Rabenhorst's Kryptogamenflora von Deutchland, Österrich und der Schweiz. Teil 2, 589 pp.

Seed, R., Brown, R. A. 1975. The influence of reproductive cycle, growth and mortality on population structure in *Modiolus modiolus* (L.), *Cerastoderma edule* (L.), and *Mytilus edulis* (L.) (Mollusca: Bivalvia). pp. 257-274. 9th European Marine Biology Symposium, Aberdeen University Press, Aberdeen.

Shpigel, M., Blaylock, R. A. 1991. The Pacific oyster, Crassostrea gigas, as a biological filter for a marine fish aquaculture pond. *Aquaculture*, **92:** 187-197.

Shpigel, M., Neori, A., Popper, D. M., Gordin, H. 1993. A proposed model for "environmentally clean" landbased culture of fish, bivalves and seaweeds. *Aquaculture*, **117:** 115-128.

Schulte, E.H. 1975. Influence of algal concentration and temperature on the filtration rate of *Mytilus edulis*. *Marine Biology*, **30:** 331-341.

Skejić, S., Marasović, I., Vidjak, O., Kušpilić, G., Gladan, Ž. N., Šestanović, S., Bojanić, N., 2011. Effects of cage fish farming on phytoplankton community structure, biomass and primary production in an aquaculture area in the middle Adriatic Sea. *Aquaculture Research*, **42:** 1393-1405.

Službeni list Crne Gore 76/06 2006. Riješenje o stavljanju pod zaštitu pojedinih biljnih i životinjskih vrsta. Republički zavod za zaštitu prirode, Podgorica, Crna Gora. 12.12.2006.

Službeni list Crne Gore 27/07 2007. Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda. Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Podgorica, Crna Gora. 29.10.2007.

Službeni list Crne Gore 47/15 2015. Ukaz o proglašenju zakona o izmjenama i dopunama zakona o morskom ribarstvu i marikulturi. Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Podgorica, Crna Gora. 10.08.2015.

Službeni list Crne Gore 65/15 2015. Naredba o zabrani lova i stavljanja u promet riblje mlađi, nedoraslih riba i drugih morskih organizama. Ministarstvo poljoprivrede i ruralnog razvoja Crne Gore, Podgorica, Crna Gora. 20.11.2015.

Sola, L., Moretti, A., Crosetti, D., Karaiskou, N., Magoulas, A., Rossi, A. R., Rye, M., Triantafyllidis, A., Tsigenopoulos, C. S. 2007. Gilthead seabream – Sparus aurata. In: Svâsand, T., Crosetti, D., Garzia-Vázquez, E., Verspoor, E. (Ed.): Genetic impact of aquaculture activities on native populations. A European network (EU contract n. RICA-CT-2005-022802). Final scientific report, 176 pp.

Sorensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab*, **5:** 1-34.

Sournia, A. 1989. Atlas du phytoplancton marine. Cyanophycées, Dictyochophycées, Dinophycées, Raphydophycées. Vol. 1. Editions du CNRS, Paris, France, 219 pp.

Speights, C. J., Silliman, B. R., McCoy, M. W. 2017. The effects of elevated temperature and dissolved ρCO_2 on a marine foundation species. *Ecology and Evolution*, **7:** 3808-3814.

Sperone, E., Giglio, G., Abate, M., Gigli, S., Madeo, E., Giglio, A., Golia, S., Sangermano, I., Mauro, G., Circosta, V., Aceto, M., Forestieri, F., Triperi, S. 2015. Contribution to the knowledge of the animal xenodiversity along Calabrian coasts (Southern Italy, Central Mediterranean). *Acta Adriatica*, **56:** 245-258.

Stedt, K. 2018. Integrated Multi-trophic Aquaculture. The potential of using *Saccharina latissima* and *Mytilus edulis* as bioremediative species in sea based aquaculture systems. Master thesis, Department of Marine Sciences, University of Gothernburg, 25 pp.

Stjepčević, J. 1967. Macro-Mollusca Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina*, **2:** 3-64.

Stjepčević, J. 1974. Ekologija dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lamk.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) u gajilištima Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina*, **7:** 6-164.

Stjepčević, J., Parenzan, P. 1980. Bokokotorski zaliv – opšte osobine i sastav bentoskih biocenoza sa ekološkom kartom Kotorskog i Risanskog zaliva. *Studia Mar*ina, **9-10:** 3-148.

Stjepčević, J., Parenzan, P., Mandić, S., Dragović, R. 1982. Pregled bentonskih populacija Molluska unutrašnjeg dijela Bokokotorskog zaliva. *Studia Marina*, **11-12:** 3-27.

Striling, H. P., Okumuş, 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.

Strickland, J. D. H., Parsons, T. R. 1972. A Practical Handbook of Seawater Analysis. 2nd edition. Supply and Services Canada Ottawa, Canada, 310 pp.

Suárez, M. P., Alvarez, C., Molist, P., Juan, F. S. 2005. Particular aspects of gonadal cycle and seasonal distribution of gametogenic stages of *Mytilus galloprovin*cialis cultured in the estuary of Vigo. *Journal of Shellfish Research*, **24:** 531-540.

Sunila, I. 1981. Reproduction of *Mytilus edulis* L. (Bivalvia) in a brackish water area, the Gulf of Finland. *Annales Zoologicy Fennici*, **18:** 121-128.

Šiletić, T. 2006. Marine fauna of Mljet national park (Adriatic Sea, Croatia). 5. Mollusca: Bivalvia. *Natura Croatica*, **15:** 109-169.

Šimunović, A. 1981. Biološko-ekološka istraživanja jestivih školjaka Malostonskog zaljeva. Savjetovanje Malostonski zaljev, Prirodna podloga i društveno valoriziranje, JAZU, Dubrovnik, 12-14.11.1981.

Šolić, M. 2005. Ekologija mora. Interna skripta. Sveučilište u Splitu, Split, Hrvatska, 161 pp.

Tacon, A. G. J. 1988. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp – a training manual. FAO Brasilia. Brazil, 213pp.

Tamayo-Goya, J. C. 2008. Catalogo de los bivalvos marinos del sector central del Golfo de Valencia (Espana). *Iberus*, **26:** 69-80.

Taylor, E. B., Jamieson, G., Carefoot, T. 1992. Mussel culture in British Columbia: The influence of salmon farms on growth of *Mytilus edulis*. *Aquaculture*, **108:** 51-56.

Theede, H. 1963. Experimental studies of the filtration performance of *Mytilus edulis* L. *Kieler Meeresforsch*, **19:** 20-41.

Thompson, R. J. 1979. Fecundity and reproductive effort in the blue mussel (*Mytilus edulis*), the sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and the snow crab (*Chionoecetes opilio*) from populations in Nova Scotia and Newfoundland. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, **36:** 955-964.

Thorarinsdóttir, G. G., Gunnarsson, K. 2003. Reproductive cycles of Mytilus edulis L. on the west and east coasts of Iceland. *Polar Research*, **22:** 217-223.

Toro, J. E., Thompson, R. J., Innes, D. J. 2002. Reproductive isolation and reproductive output in two sympatric mussel species (*Mytilus edulis*, *M. trossolus*) and their hybrids from Newfoundland. *Marine Biology*, **141:** 897-909.

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.

Troell, M., Joyce, A., Chopin, T., Neori, A., Buschmann, A. H., Fang, J. G. 2009. Ecological engineering in aquaculture — Potential for integrated multi-trophic aquaculture (IMTA) in marine offshore systems. *Aquaculture*, **297:** 1-9.

Tsagaraki, T. M., Petihakis, G., Tsiaras, K., Triantafyllou, G., Tsapakis, M., Gerasimos, K., Kakagiannis, G., Frangoulis, C., Karakassis, I. 2011. Beyond the cage: Ecosystem modeling for impact evaluation in aquaculture. *Ecological Modelling*, **222:** 2512-2523.

Tully, O., Clarke, S. 2012. The status and management of oyster (*Ostrea edulis*) in Ireland. *Irish Fisheries Investigations*, **24:** 1-36.

Turk, T. 2011. Pod površinom Mediterana. Školska knjiga. Masarykova 28, Zagreb, Hrvatska, 590 pp.

Türkmen, G., Kazanci, N. 2010. Applications of various biodiversity indices to benthic macroinvertebrate assemblages in streams of a national park in Turkey. *Review of Hydrobiology*, **3:** 111-125.

Ujević, I., Ninčević-Gladan, Ž., Roje, R., Skejić, S., Arapov, J., Marasović, I. 2010. Domoic Acid - A New Toxin in the Croatian Adriatic Shellfish Toxin Profile. *Molecules*, **15:** 6835-6849.

Utermöhl, H. 1958. For the supplement of quantitative phytoplankton methodology. *Limnology*, **9:** 1-38.

Viji, C. S., Chadha, N. K., Kripa, V., Prema, D., Prakash, C., Sharma, R., Jenni, B., Mohamed, K. S. 2014. Can oysters control eutrophication in an integrated fish-oysters aquaculture system? *Journal of the Marine Biological Association of India*, **56:** 67-73.

Vardala-Theodorou, G. E. 1999. The occurrence of the Indopacific Molluscan species Fulvia fragilis (Forsskal, 1775) and Bulla ampulla L., 1785 in Elefsis Bay. *Newsletter of the Hellenic Zoological Society*, **31:** 10-11.

Valli, G., Cerneca, F., Ferrantelli, N. 1975. Caratteristiche dell'accrescimento e del periodo riproduttivo in un allevamento speri- mentale di *Alyfilus galloproviricialis* Lam. *Boll. Pesca, Pisc. Idrobiologia*, **30:** 299-313.

Vezzulli, L., Moreno, M., Marin, V., Pezzati, E., Bartoli, M., Fabiano, M. 2008. Organic waste impact of capture-based Atlantic bluefin tuna aquaculture at an exposed site in the Mediterranean Sea. *Estuarine, Coast and Shelf Science*, **78:** 369-384.

Van Erkom Schurink, C., Griffiths, C. L. 1992. Factors affecting relative rates of growth in four South African mussel species. *Aquaculture*, **109:** 257-273.

Wassef, E., Eisawy, A. 1985. Food and feeding habits of wild and reared gilthead bream *Sparus aurata* L. *Cybium*, **9:** 233-242.

Wilson, J. H. 1987. Environmental parameters controlling growth of *Ostrea edulis* L. and *Pecten maximus* L. in suspended culture. *Aquaculture*, **64:** 119-131.

Winkler, L. W. 1888. Die Bestimmung des in Wasser gelösten Sauerstoffen. *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, **21:** 2843-2855.

Woo, J. W. 2004. The effect of temperature on filtration rates of Mytilus californianus, the California Mussel. California State Science Fair, project summary. Dostupno na linku: http://cssf.usc.edu/History/2004/Projects/S1921.pdf.

Yanick, J. F., Heath, J. W., Heath, D. D. 2003. Survival and growth of local and transplanted blue mussels (*Mytilus trossulus*, Lamark). *Aquaculture Research*, **34:** 869-875.

Yildiz, H., Palaz, M., Bulut, M. 2006. Condition indices of Mediterranean mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) growing on suspended ropes in Dardanelles. Journal of Food Technology, 4: 221-224.

Zavodnik, D., Pallaoro, A., Jaklin, A., Kovačić, M., Arco-Pijevac, M. 2005. A benthos survey of the Senj Archipelago (North Adriatic Sea, Croatia). *Acta Adriatica*, **46:** 3-68.

Zavodnik, D., Legac, M., Gluhak, T. 2006. An account of the marine fauna of Pag island (Adriatic Sea, Croatia). *Natura Croatica*, **15:** 65-107.

Zelić, I. 2015. Uzgoj školjkaša. Završni rad. Sveučilište u Splitu, Split, Hrvatska, 29 pp.

Zenetos, A., Gofas, S., Russo, G., Templado, J. 2003. CIESM Atlas of exotic species in the Mediterranean. Moluscs. Vol. 3. CIESM Publisher, Monaco, 376 pp.

Zenetos, A., Koutsoubas, D., Vardala-Theodoru, E. 2004. Origin and Vectors of Introduction of Exotic Molluscs in Greek Waters. *Belgian Journal of Zoology*, **134:** 161-168.

Zenetos, A., Vardala-Theodorou, E., Alexandrakis, C. 2005. Update of the marine Bivalvia Mollusca checklist in Greek waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, **85:** 993-998.

Zenetos, A., Vassilopoulou, V., Salomidi, M., Poursanidis, D. 2008. Additions to the marine alien fauna of Greek waters (2007 update). *Marine Biodiversity Records*, **1:** 1-8.

Zenetos, A., Konstantinou, F., Konstantinou, G. 2009. Towards homogenization of the Levantine alien biota: Additions to the alien molluscan fauna along the Cypriot coast. *Marine Biodiversity Records*, **2:** doi.org/10.1017/S1755267207009281.

Župan, I. 2012. Integralni uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) i kunjke (*Arca noae* Linnaeus, 1758) na uzgajalištima riba. Doktorska disertacija. Međusveučilišni poslijediplomski doktorski studij "Primijenjene znanosti o moru", Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku, 120 pp.

Župan, I., Šarić, T. 2014. Prirast i indeks kondicije – dva važna čimbenika u uzgoju dagnji. *Meso*, **16:** 275-278.

Župan, I., Peharda, M., Bavčević, L., Šarić, T., Kanski, D. 2012. Mogućnosti razvoja integrirane multi-trofičke akvakulture na jadranu. *Croatian Journal of Fisheries*, **70:** 125-137.

Župan, I., Peharda, M., Dolenec, T., Dolenec, M., Rožić, P. Ž., Lojen, S., Egzeta-Balić, D., Arapov, J. 2014. Aquaculture assessment of Noah's Ark (*Arca noae* Linnaeus, 1758) in the Central Adriatic sea (Croatia). *Journal of Shellfish Research*, **33:** 433-441.

Župan, I., Šarić, T., Mokos, M., Gangemi, J., Cipriano, A. 2016. Comparison of mussel production parameters from traditional and IMTA sites in the Adriatic Sea (Croatia). European Aquaculture Society. Dostupno na linku:

https://www.researchgate.net/publication/311678682_COMPARISON_OF_MUSSEL_PRODUCTION_PARAMETERS_FROM_TRADITIONAL_AND_IMTA_SITES_INTHE_ADRIATIC_SEA_CROATIA.

www.aquamaps.org/receive.php?type_of_map=regular

www.fao.org/fishery/culturedspecies/Sparus_aurata/en

www.fishbase.org

www.marinespecies.org

BIOGRAFIJA

Gvozdenović Slađana je rođena 17.06.1987 na Cetinju. Osnovnu školu "Stefan Mitrov Ljubiša" je završila u Budvi. Gimnaziju "Danilo Kiš" u Budvi je pohađala u generaciji 2002 – 2006. Prirodno-matematički fakultet, studijski program biologija u Podgorici je upisala 2006. godine. Diplomu bečelora je stekla 2009., a diplomu specijaliste ekologije 2010. godine. Master studije na studijskom programu biologija, smjer ekologija Prirodno-matematičkog fakulteta u Podgorici je upisala školske 2010/2011. godine. Odbranivši master tezu pod nazivom: "Morfološka varijabilnost i populaciono-ekološke karakteristike ribarice (*Natrix tessellata*) na području Skadarskog jezera", 5.07.2013. godine je stekla diplomu mastera ekologije. Doktorske studije na Prirodno-matematičkom fakultetu, studijski program biologija, opšti smjer u Podgorici je upisala studijske 2014/2015. godine.

U Institutu za biologiju mora je počela da radi kao pripravnik 10.09.2012. godine. Nakon toga je od 15.01.2015 – 31.08.2018 radila kao istraživač na BIO-ICT projektu, a od 01.09.2018 radi kao saradnik u istraživanju u Laboratoriji za razvojno istraživanje i marikulturu Instituta za biologiju mora u Kotoru.

Oblast istraživanja kojom se bavi je marikultura, integralna-multitrofička akvakultura, ekologija i biologija mora. Predstavljala je radove na nacionalnim i međunarodnim konferencijama i simpozijumima i objavila nekoliko naučnih radova iz ove oblasti. Učestvuje u nacionalnim i internacionalnim projektima iz oblasti marikulture, biologije i ekologije mora. Uspješno je položila nekoliko kurseva iz oblasti biologije mora (Ronilački kurs; Kurs ekološkog monitoringa u morskim zaštićenim područjima; Kurs održivog upravljanja ribljim resursima u Mediteranu; Kurs rada na tečnom hromatografu visokih performansi i detekcije biotoksina iz amnezijske i paralitičke grupe).

Pored marikulture, biologije i ekologije mora bavi se i herpetologijom. Iz ove oblasti ima učešća na konferencijama i simpozijumima, naučne radove i položene kurseve.

Prilog 1.

IZJAVA O AUTORSTVU

Potpisani/a Gvozdenović Slađana

Broj indeksa/upisa 1/14

Izjavljujem

da je doktorska disertacija pod naslovom

Integralni multi-trofički uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* L.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) sa ribom u Bokokotorskom zalivu

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija ni u cjelini ni u djelovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih ustanova visokog obrazovanja,
- da su rezultati korektno navedeni, i
- da nijesam povrijedio/la autorska i druga prava intelektualne svojine koja pripadaju trećim licima.

Potpis doktoranda

U Podgorici, 18.07.2019

G. Slađana

Prilog 2.

IZJAVA O ISTOVJETNOSTI ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKOG RADA

Ime i prezime autora Gvozdenović Slađana

Broj indeksa/upisa 1/14

Studijski program Biologija

Naslov rada Integralni multi-trofički uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* L.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) sa ribom u Bokokotorskom zalivu

Mentor prof. dr Vladimir Pešić

Potpisani/a Gvozdenović Slađana

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovjetna elektronskoj verziji koju sam predao/la za objavljivanje u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore.

Istovremeno izjavljujem da dozvoljavam objavljivanje mojih ličnih podataka u vezi sa dobijanjem akademskog naziva doktora nauka, odnosno zvanja doktora umjetnosti, kao što su ime i prezime, godina i mjesto rođenja, naziv disertacije i datum odbrane rada.

Potpis doktoranda

U Podgorici, 18.07.2019

G. Slađana

Prilog 3.

IZJAVA O KORIŠĆENJU

Ovlašćujem Univerzitetsku biblioteku da u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore pohrani moju doktorsku disertaciju pod naslovom:

Integralni multi-trofički uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* L.) i kamenice (*Ostrea edulis* L.) sa ribom u Bokokotorskom zalivu

koja je moje autorsko djelo.

Disertaciju sa svim prilozima predao/la sam u elektronskom formatu pogodnom za trajno arhiviranje.

Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Digitalni arhiv Univerziteta Crne Gore mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons) za koju sam se odlučio/la.

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – dijeliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – dijeliti pod istim uslovima

(Molimo da zaokružite samo jednu od šest ponuđenih licenci, kratak opis licenci dat je na poleđini lista).

Potpis doktoranda

U Podgorici, 18.07.2019

G. Slavica

1. Autorstvo - Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrhe. Ovo je najslobodnija od svih licenci.

2. Autorstvo - nekomercijalno. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

3. Autorstvo - nekomercijalno - bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, bez promjena, preoblikovanja ili upotrebe djela u svom djelu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela. U odnosu na sve ostale licence, ovom licencom se ograničava najveći obim prava korišćenja djela.

4. Autorstvo - nekomercijalno - dijeliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca ne dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerade.

5. Autorstvo - bez prerade. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, bez promjena, preoblikovanja ili upotrebe djela u svom djelu, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela.

6. Autorstvo - dijeliti pod istim uslovima. Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje djela, i prerade, ako se navede ime autora na način određen od strane autora ili davaoca licence i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ova licenca dozvoljava komercijalnu upotrebu djela i prerada. Slična je softverskim licencama, odnosno licencama otvorenog koda.