

Usporedba indeksa kondicije mediteranske dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), iz Linskog kanala i Malostonskog zaljeva

Kljun, Margareta

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:916636>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-22**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

MARGARETA KLJUN

**USPOREDBA INDEKSA KONDICIJE MEDITERANSKE DAGNJE,
Mytilus galloprovincialis (LAMARCK, 1819), IZ LIMSKOG KANALA I
MALOSTONSKOG ZALJEVA**

ZAVRŠNI RAD

Pula, 2021.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

MARGARETA KLJUN

**USPOREDBA INDEKSA KONDICIJE MEDITERANSKE DAGNJE,
Mytilus galloprovincialis(LAMARCK, 1819), IZ LIMSKOG KANALA I
MALOSTONSKOG ZALJEVA**

Završni rad

JMBAG: 0303084789, redoviti student

Studijski smjer: Znanost o moru

Predmet: Marikultura

Znanstveno područje: Prirodne znanosti

Znanstveno polje: Interdisciplinarne prirodne znanosti

Znanstvena grana: Znanost o moru

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ana Gavrilović

Izravni voditelj: dr. sc. Lorena Perić, viša znanstvena suradnica, IRB



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Margareta Kljun, kandidatkinja za prvostupnicu Znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temeljna mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da ni jedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visoko školskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Studentica: Margareta Kljun

UPuli, _____

IZJAVA
o korištenju autorskog djela

Ja, Margareta Kljun dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom „Usporedba indeksa kondicije mediteranske dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), iz Linskog kanala i Malostonskog zaljeva“ koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnog pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

UPuli, _____

Potpis

ZAHVALA

Zahvaljujem Centru za istraživanje mora Rovinj na ustupljenom prostoru te Institutu Ruđer Bošković na laboratorijskom opremi.

Ovim putem se zahvaljujem mentorici izv. prof. dr. sc. Ani Gavrilović na savjetima te na posvećenom vremenu i strpljenju prilikom pisanja i ispravljanja rada.

Zahvaljujem izravnoj voditeljici projekta dr. sc. Loreni Perić i njezinom timu na predloženoj temi završnog rada, na pomoći i savjetima, na posvećenom vremenu i strpljenju tijekom laboratorijskog rada.

Zahvaljujem doc. dr. sc. Vedrani Nerlović, na savjetima, pomoći i podršci tijekom obrade uzoraka.

Zahvaljujem se svim profesorima na Fakulteta prirodnih znanosti te vanjskim suradnicima na prenesenom znanju i iskustvima.

Zahvaljujem se kolegama na podršci tijekom studiranja i svim lijepim uspomnama koje smo napravili ove tri godine studiranja. Posebno se zahvaljujem kolegici Noi Kaštelan na savjetima i pomoći tijekom pisanja rada te hvala što si mi bila velika potpora zadnjih par mjeseci. Pisanje ovog rada ne bi bilo toliko zabavno bez tebe.

Također se od srca zahvaljujem svojoj obitelji na neograničenoj potpori tijekom studiranja i pisanja završnog rada.

Ovaj rad je u potpunosti financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost u sklopu istraživačkog projekta HRZZ IP-2019-04-1956 "Osjetljivost komercijalno važnih školjkaša u akvakulturi istočnog dijela Jadrana na promjene okolišnih uvjeta - BEST ADRIA."

SADRŽAJ

1. UVOD.....	2
1.1. ŠKOLJKAŠI (BIVALVIA).....	2
1.2. RODMYTILUS	3
1.3. MEDITERANSKA DAGNJA (<i>M. galloprovincialis</i>).....	4
1.3.1 BIOLOŠKE KARAKTERISTIKE.....	5
1.3.2. RASPRASTRANJENOST	7
1.3.3. UZGOJ MEDITERANSKE DAGNJE U HRVATSKOJ I SVIJETU.....	7
1.4. INDEKS KONDICIJE	10
2. CILJ ISTRAŽIVANJA	11
3. MATERIJALI I METODE	12
3.1. PODRUČJA ISTRAŽIVANJA	12
3.1.1. LImski kanal.....	12
3.1.2. Malostonski zaljev.....	12
3.2. UZORKOVANJE	13
3.3. OBRADA UZORAKA.....	15
3.4. ODREĐIVANJE INDEKSA KONDICIJE	16
3.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA.....	16
4. REZULTATI.....	17
4.1. FIZIKALNO KEMIJSKI PARAMETRI.....	17
4.1.1. Temperatura	17
4.1.2. Salinitet	17
4.1.3. pH.....	18
4.1.4. Postotak otopljenog kisika	18
4.1.5. Ukupni dušik	19
4.1.6. Ukupni fosfor	20
4.2. INDEKS KONDICIJE	20
4.3. KORELACIJA INDEKSA KONDICIJE DAGNJI I FIZIKALNO KEMIJSKIH PARAMETARA	22
5. RASPRAVA.....	24
6. ZAKLJUČAK	27
7. LITERATURA.....	28
8. LITERATURA SLIKE	32
9. SAŽETAK	34

10.	ABSTRACT	35
-----	----------------	----

1. UVOD

1.1. ŠKOLJKAŠI (BIVALVIA)

Koljeno Mollusca (mekušci) jedna je od najbolje i najčešće istraživanih skupina beskralješnjaka. Mekušci su vrlo raznolika skupina, po broju vrsta odmah iza člankonošca s oko 100 000 opisanih recentnih vrsta. To je stara skupina s dugom evolucijskom prošlošću. Mekušci su danas sistematski razdijeljeni u sedam skupina: Aplacophora (bezljušturaši), Polyplacophora (mnogoljušturaši), Monoplacophora (jednoljušturaši), Gastropoda (puževi), Cephalopoda (glavonošci), Bivalvia (školjkaši) i Scaphopoda (koponošci) (Habdija i sur., 2011). Globalna raznolikost današnjih mekušaca procijenjena je između 70 000 i 76 000 opisanih vrsta; od čega je oko 44 000 morskih, 5 200 slatkovodnih i 25 000 kopnenih mekušaca (Rosenberg, 2014). U Jadranskom moru utvrđeno je zasad oko 320 vrsta (Habdija i sur., 2011).

Školjkaši su sistematski podijeljeni u dva podrazreda: Protobranchia i Metabanchia (Lamellibranchia). U podrazred Protobranchia razvrstani su jednostavni školjkaši koji za disanje koriste jednostavne dvorgane, neprekopljene škrge (ktenidije). Ovu skupinu školjkaša smatramo strukturalno i funkcionalno najjednostavnijom. Podrazred se sastoji od redova Nucoloida (Palaeotaxodonta) i Solemyoida (Cryptodonta). Podrazred Metabanchiase prepoznaje po iznimno izduženim i vrlo blisko složenim nitima (filamentima) škrge koje tvore škržne listiće (lamele). Škržne niti, a posljedično i škržni listići, preklopljeni su da bi stali u plaštanu šupljinu tvoreći u poprečnom presjeku oblik slova W. Podrazred je podijeljen u 2 nadreda Fillibranchia (Pteriomorphia) i Eulamellibranchia (Heterodonta). Nadredu Fillibranchia pripadaju rodovi čiji predstavnici žive pričvršćeni bisusnim nitima za čvrstu podlogu *Modiolus* i *Mytilus* (dagnje), ukopani u sediment i pričvršćeni bisusnim nitima *Pinna* (periske), *Arca* (kunjke), *Glycymeris* (čaške), pričvršćeni cementom *Ostrea* (kamenica), *Anomia* (sedlasti školjkaši), *Spondylus* (Spyndylidae), bušač kamena *Lithophaga* (prstaci) i sekundarno slobodne *Aequipecten*, *Pecten*, *Chlamys* (kapice, češljače), *Lima*, *Limaria* (pilače) (Habdija i sur., 2011).

Tijekom evolucije pojedine su vrste zauzele druge tipove staništa. Veliki broj je prešao u epibentička staništa, neki su razvili mehanizme kojima se ukopavaju u mekanu i rahlu podlogu, a mnoge buše hodnike u kamenu ili drvetu. Među školjkašima poznati su i neki komezali i nametnici na drugim beskralješnjacima (Habdija i sur., 2011).

Školjkaši su sjedilačke ili polusjedilačke vrste. Njihove osnovne životne funkcije, disanje i hranjenje, zasnivaju se na filtraciji vode kroz plaštanu šupljinu. Iz vode (ulazne struje) izdvajaju hranjive tvari i kisik, a izlaznom strujom izbacuju ugljikov dioksid, produkte metabolizma, pseudofeces te gamete (Habdija i sur., 2011).

Tijelo školjkaša je bilateralno simetrično, bočno spljošteno i često produljeno. Cijelo tijelo zatvoreno je dvodijelnom vapnenačkom ljušturom koju izlučuje plašt. Plašt oblikom odgovara unutarnjoj površini ljuštura. S unutarnje strane plašta nalazi se prostor plaštane šupljine u kojoj se nalaze škrge, usni lapovi (palpi) i stopalo iznad kojeg je smještena

visceralna masa. Najstariji (vršni, ispupčeni) dio ljuštore naziva se vrh ili umbo. Oko njega su koncentrično raspoređene zone prirasta. Školjkaš se otvara i zatvara zbog antagonističkog djelovanja elastičnog ligamenta (otvaranje) i mišića zatvarača (aduktora) koji stezanjem zatvara ljušturu (Habdija i sur., 2011).

Kod školjkaša se razlikuju unutarstanična i izvanstanična probava. Unutarstanična probava se odvija u probavnoj žlijezdi i hemocitima, dok se izvanstanična probava odvija u želucu i crijevima. Svi mekušci, pa tako i školjkaši imaju otvoren optjecajni sustav i srce sastavljeno od dvije pretklijetke i jedne klijetke. Tjelesna tekućina koja teče kroz tijelo prenoseći kisik do svih stanica naziva se hemolimfa. Optjecajni sustav školjkaša također služi za transport tvari te ima funkciju hidroskeleta (Matonićkin i sur., 1998). Živčani sustav školjkaša jednostavne je građe. Sadržava tri para ganglija. Cerebralni ganglij inervira prednji dio tijela, prednji mišić zatvarač, prednji dio plašta i usni otvor. Pedalni ganglij inervira stopalo, a visceralni stražnji mišić zatvarač, škrge i stražnji dio plašta (Hajder, 2020).

1.2. ROD MYTILUS

Školjkaši iz roda *Mytilus* prisutni su u svim svjetskim oceanima i morima (Slika 1.). Rod *Mytilus* je relativno novijeg postanka, s nalazima ne starijim od dva milijuna godina (Seed, 1976.). Najznačajnija porodica roda *Mytilus* je porodica Mytilidae, koja uključuje pet vrsta: *Mytilus zonarius* (Lamarck, 1819), *Mytilus chilensis* (Hupé, 1854), *Mytilus edulis* (Linnaeus, 1758), *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) i *Mytilus trossulus* (Gould, 1850) (WORMS, 2021a). U Europi se kao ekonomski najvažnije izdvajaju dvije vrste: *M. edulis* (plava dagnja) i *M. galloprovincialis* (mediteranska dagnja). Vrsta *M. galloprovincialis* raste uz obale Mediterana, Crnog mora i Pirinejskog poluotoka, dok je *M. edulis* raširena od Baltičkog mora, Sjevernog mora i Atlantskog oceana na sjeveru, pa sve do obala Portugala na jugu (Slika 1.). Obje vrste imaju jednak broj kromosoma, a zajedničkim mrijestom nastaju hibridi koji također daju vitalne ličinke (Dardignac-Corbel, 1990). Pojava hibrida zabilježena je u svim područjima susretanja ili preklapanja populacija ovih vrsta i može zauzimati vrlo široka područja veća od stotine kilometara. Postoje dvojbe oko precizne taksonomije vrsta roda *Mytilus* zbog preklapanja distribucija populacija koje su morfološki i genetički vrlo slične te se međusobno razmnožavaju i proizvode fertile hibride (Gosling i McGrath, 1990). Identifikacija ovih vrsta (kao i bilo kojeg hibrida) bazirana samo na morfološkim značajkama je nedovoljno precizna zbog izraženih promjena oblika ljuštore uslijed okolišnog utjecaja (Dardignac–Corbel, 1990).



Slika 1. Rasprostranjenost roda *Mytilus* u Europi (Lew, 2021)

Kako praktički nema podataka o evoluciji roda, općeprihvaćena je činjenica da je vrsta *M. edulis* predak iz kojeg su se razvile ostale vrste. Vjeruje se da se vrsta *M. galloprovincialis* pojavila na području Mediterana tijekom jednog od ledenih doba u pleistocenu, dok je područje bilo odsječeno od Atlantskog oceana (Barsotti i Meluzzi, 1968). Razvoj uvjeta u kojima je došlo do povišenja temperature na Mediteranu, te ograničen doticaj Atlantika i Mediterana, vjerojatno su bili povoljni za proces diferencijacije (Gosling, 1992a).

1.3. MEDITERANSKA DAGNJA (*M. galloprovincialis*)

Vrsta *M. Galloprovincialis* (Lamarck, 1819) (Slika 2.) se taksonomski svrstava u (WORMS, 2021b):

CARSTVO: Animalia

KOLJENO: Mollusca

RAZRED: Bivalvia

PODRAZRED: Pteriomorphia

RED: Mytilida

PORODICA: *Mytilidae*

ROD: *Mytilus*

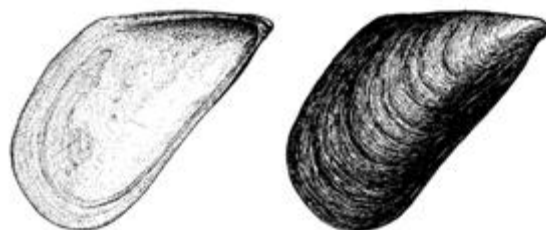
VRSTA: *Mytilus galloprovincialis*



Slika 2. Mediteranska dagnja *M. galloprovincialis*(Andres, 2021)

1.3.1 BIOLOŠKE KARAKTERISTIKE

Mediteranska dagnja je školjkaš tamno modre do crne boje ljušture, dok je unutrašnja strana blijedo sedefaste boje. Ljušture su kod ove vrste bilateralno simetrične trokutastog ili duguljastog oblika s prednje strane zašiljenim, a sa stražnje strane proširenim i ovalnim krajem, te su spojene aduktorom (Slika 3.). One često mogu biti prekrivene raznim obraštajem. Na veličinu jedinke uvelike utječu karakteristike samog biotopa. Prosječna veličina do koje jedinke narastu iznosi 5 do 8 centimetara, a može narasti i do 15 centimetara (Bayne, 1976). Na rast školjkaša utječu razni okolišni čimbenici. Najbitniji od njih su temperatura morske vode i dostupnost hrane (fitoplanktona). Prema Bayne-u (1976), kada je temperatura mora preko 10°C i kada je hrana dostupna, stopa rasta dagnji je visoka, a opada kada su temperatura i koncentracija hrane niže (Bayne, 1987). Također, studije pokazuju kako jedinke rastu brže u proljeće i ljeto, te mlade jedinke rastu brže.



Slika 3. Izgled ljušture mediteranske dagnje *M. galloprovincialis* (Preuzeto s: www.fao.org)

Dagnje su odvojenog spola, s nešto većim dijelom mužjaka naspram ženki (54:46%) i s vrlo malenim udjelom hermafrodita (0,1%) (Gosling, 1992a). Determinacija spolno zrelih jedinki može se izvršiti s obzirom na boju gonada, ali ipak to nije potpuno siguran kriterij – spolno

zreli mužjaci obično su mliječno bijele ili krem boje, dok su ženke najčešće narančasto crvenkaste boje (Dardignac-Corbel, 1990). Odlikuju se vrlo ranom spolnom zrelošću i visokom plodnošću. Utvrđena je spolna zrelost ženki dužine 33 milimetra, koje otpuštaju preko milijun zrelih jajašaca. Kod starijih jedinki je plodnost veća, obično između 10 i 25 milijuna jajašaca. Mrijest dagnje u Mediteranu je primijećen kroz čitavu godinu, s proljetnim i jesenskim vrhuncem (Dardignac-Corbel, 1990).

Dagnja pri hranjenju iskorištava 100% hranjivih čestica veličine 3-5 μm , oko 50% čestica veličine 1-2 μm te 20-30% čestica manjih od 1 μm i manji dio čestica veličine 6 μm do 200 μm (Gosling 1992a; Dardignac-Corbel, 1990). U razdoblju dok je koncentracija hranjivih čestica u moru niska, dagnje unose svu dostupnu količinu hrane u probavni sustav. Uz povećanu dostupnost hranjivih tvari povećava se i unos čestica, a nakon postignutog maksimuma unosa sva se dodatna količina hrane izbacuje kao pseudofeces (Dardignac-Corbel, 1990). Izvori hrane u vodenoj okolini dagnje mogu biti različiti, a najvažniji izvori hrane dagnje, kao i kod ostalih školjkaša, su različite skupine fitoplanktonskih organizama (Sidari, 1968; Xu i Yang, 2007). Iako prevladava fitoplankton, hranu ovih organizama sačinjavaju i fini organski detritus, razgrađena organska tvar, različite bakterije, mikrozooplankton i anorganske čestice (Gavrilović, 2011a). Najvažnije skupine fitoplanktona u ishrani dagnje predstavljaju: alge kremenjašice – dijatomeje (Bacillariophyceae) (WORMS, 2021c), jednostanični bičaši i dinoflagelati (Dinophyta) i morski bičaši – silikoflagelati (Chrysophyceae)(Jasprica, 2003).

Stopa rasta kod *Mytilus* vrsta varira prema veličini, dobi i ekološkim uvjetima. Jedan od najvažnijih čimbenika koja determinira stopu rasta je opskrba hrane jer pruža potrebnu energiju za održavanje rasta (Gosling, 1992a). U zimskoj sezoni na područjima s niskom količinom hranjivih tvari dagnje ne mogu unijeti u organizam dovoljne količine hrane za održavanje konstantnoga prirasta. Unesena se hrana iskorištava za podmirenje metaboličkih potreba, a prirast stagnira. Ako količina apsorbirane hrane nije dovoljna ni za podmirenje metabolizma, dagnja iskorištava vlastite rezerve. U ljetnoj sezoni, kada količina apsorbirane hrane prelazi metaboličke potrebe, višak se hrane upotrebljava za prirast i reprodukciju (Dardignac-Corbel, 1990). Dagnja je fakultativni anaerob koji snižene koncentracije kisika regulira prijelazom s aerobnog na anaerobni načina života (de Zwann, 1992).

Dagnja ima brojna obilježja snažnog kompetitora i oportunističke vrste kao što su brzi rast duž velikog raspona temperatura vode (Griffithx i sur., 1992), otpornost na isušivanje (Hockey i van Erkom Schurink, 1992), parazite (Calvo-Ugarteburu i McQuaid, 1998) i nanose pijeska (Zardi i sur. 2007) te veliki reproduktivni kapacitet. Visoko je tolerantna vrsta i može podnijeti široki raspon okolišnih uvjeta. Dagnja se dokazala kao pogodni organizam za različita fiziološka, biokemijska i genetička istraživanja. Od ekonomske je važnosti zbog njene konzumne vrijednosti, a zbog široke rasprostranjenosti služe i za biomonitoring kvalitete obalnih voda (Gosling, 1992b).

1.3.2. RASPRASTRANJENOST

Vrsta *M. galloprovincialis* rasprostranjena je u Mediteranu, Crnom moru, na atlantskoj obali Španjolske, Portugala i Francuske i sjeverno do Velike Britanije. U Hrvatskoj je nalazimo duž cijele obale Jadranskog mora. Najviše je prisutna u Šibenskom zaljevu i kanalu, Malostonskom i Pulskom zaljevu, Limskom kanalu te Novigradskom i Karinskom moru (Dujmušić, 2000). Dagnja, kao i ostale vrste iz roda *Mytilus*, najgušće naseljava zonu plime i oseke. Ovakva ograničena rasprostranjenost uvjetovana je ponajprije biološkim čimbenicima predacije i kompeticije, a ne nemogućnošću preživljavanja u uvjetima koji vladaju u dubljim slojevima infralitoralne zone pa se tako stabilne populacije dagnje mogu naći i na dubinama od preko 20 metara (Gosling, 1992a).

Prirodne populacije dagnji žive u obalnoj zoni na kamenitoj podlozi, ali i na različitim podlogama uključujući plutače, usidrene brodove, sidra, konope, kaveze na uzgajalištima i slično gdje se pričvršćuju bisusnim nitima i formiraju guste kolonije (Dujmušić, 2000). *M. galloprovincialis* se polako širi prema sjeveru i zauzima teritorije na kojima se ranije nalazila samo vrsta *M. edulis* što se pripisuje globalnom zatopljenju (Beaumont i sur. 2007) i djelovanju antropogenih aktivnosti. Smatra se invazivnom vrstom jer zamjenjuje autohtone vrste školjkaša na područjima gdje obitava *M. edulis*. Kao invazivna vrsta unesena je putem balastnih voda, te obraštajem brodova i u vode južne Afrike, istočne i zapadne vode Sjeverne Amerike, te sjeveroistočne Azije (Branch i Steffani, 2004).

1.3.3. UZGOJ MEDITERANSKE DAGNJE U HRVATSKOJ I SVIJETU

Uzgoj školjkaša odvija se u proizvodnim područjima nad kojima se provodi kontinuirani državni monitoring. U Republici Hrvatskoj (RH) se uzgajaju dagnje i kamenice i to tradicionalnim tehnologijama uzgoja na plutajućim parkovima (NSPA, 2015).

Poluotok Istra, najsjeverniji dio našeg dijela jadranske obale, urbanizirano je područje razvijenog turizma, tradicionalnog ribarstva i vinogradarstva. Počeci uzgoja školjkaša poznati su još u 19. stoljeću u uvali Ribnjak (Fažana) i u Limskom kanalu. Na istarskom području uzgoj je bio najrazvijeniji prije Prvoga svjetskog rata, kada se u Limskom kanalu proizvodilo 20 milijuna (oko 1 500 t) kamenica te 300 t dagnji. Tada su se školjkaši uzgajali u okolici Pirana, Vabriga, u Limskom kanalu, Vinkuranu i u Pomerskoj uvali (Basioli, 1968). Danas se aktivan uzgoj provodi u Limskom kanalu, zaljevu Raša i malim dijelom u uvali Budava uz uzgoj lubina (Filić, 1984)

Malostonski zaljev, smješten na istočnoj Jadrana, stoljećima je poznato mjesto uzgoja školjaka. Dok se europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) uzgaja još od rimskog doba, proizvodnja mediteranskih dagnji *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819) pokrenut je na ovom području početkom 20. stoljeća (Benović, 1997). Zahvaljujući povoljnim uvjetima za rast školjki, gdje školjke (od prihvata mlađi na kolektore) dostižu

veličinu tržišta (> 60 mm) za 15-18 mjeseci, ovo područje i dalje predstavlja najveće područje za proizvodnju školjkaša u Hrvatskoj. Na primjer, u Crnom moru u Turskoj potrebno je dvije godine da mediteranska dagnja dostigne svoju tržišnu veličinu (Karayucel i sur. 2003., 2010.), a u Irskom moru (Dare & Davies, 1975) i Škotskoj (Karayucel i Karayucel, 1997) potrebno je između 2,5 i 3 godine.

Uzgoj kamenica se najvećim dijelom odvija na području Malostonskog zaljeva i Malog mora, dok se dagnje najviše uzgajaju na području zapadne obale Istre, ušća rijeke Krke i Novigradskog mora. Uzgoj se temelji isključivo na sakupljanju mlađi iz prirode, s obzirom da ne postoje mrjestilišta za školjkaše. Prijašnji podaci pokazuju da se godišnje proizvodilo oko 2 000 tona dagnja i oko 10 tona kamenica (NSPA,2015). No, godišnja proizvodnja se u zadnjih nekoliko godina smanjila, tako da je ukupno proizvodnja u marikulturi u 2019. godini iznosila 17 343 tone, od kojih je 947 tona otišlo na proizvodnju dagnji (MPS, 2021).

Kako ne postoje mrjestilišta za školjkaše, nameće se potreba izgradnje i usvajanja potrebnih tehnologija za proizvodnju mlađi kamenice i drugih komercijalno isplativih vrsta. Zadržavanje tradicionalnog načina uzgoja kamenica u Malostonskom zaljevu predstavlja izazov za dodavanje veće vrijednosti konačnom proizvodu u smislu zaštite podrijetla i osmišljavanja specifične marketinške strategije, dok uzgoj daganja zahtjeva uvođenje novih tehnologija. S obzirom na intenzitet proizvodnje i prirodne karakteristike većine područja na kojima se odvija uzgoj školjkaša dodatni izazov predstavlja mogućnost prelaska na ekološki uzgoj (NSPA, 2015).

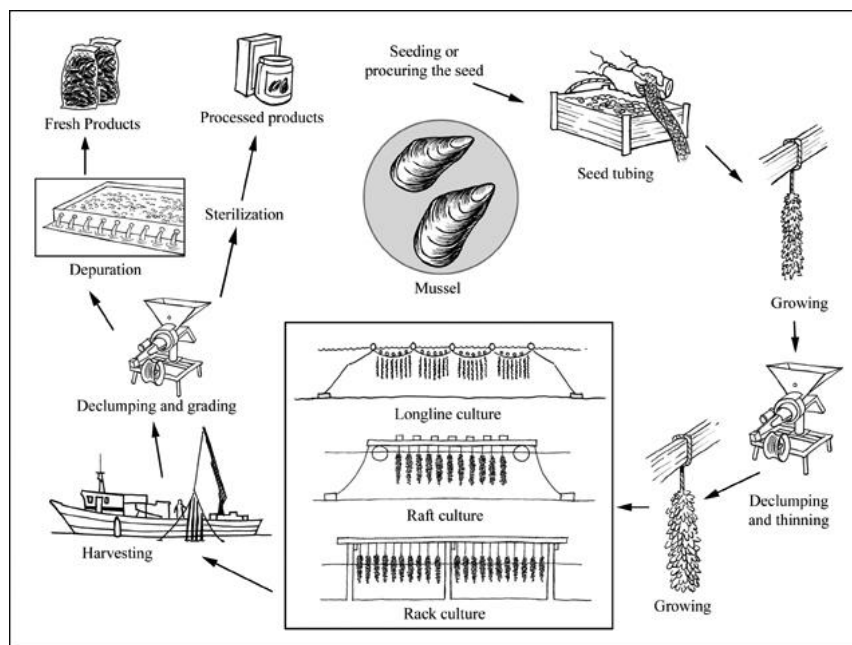
M. galloprovincialis uglavnom se uzgaja u obalnim vodama od Galicije (sjeverno-zapadne Španjolske) do sjevernih obala Sredozemnog mora. Međutim, zabilježena je i proizvodnja iz nekih južnih mediteranskih zemalja, Ruske Federacije, Ukrajine i Južne Afrike. Ova se vrsta uzgaja i u Kini (FAO, 2021).



Slika 4. Zemlje glavnih proizvođača *M. galloprovincialis*(Preuzeto s: www.fao.org)

Tehnologija uzgoja dagnji je na cijelom Mediteranu slična i relativno jednostavna, a u svojoj knjizi Treer i sur. (1995) osnovu uzgoja opisuje kroz nekoliko faza (Slika 5.). U prvoj fazi školjkaši se razmnožavaju i rasprostranjuju pomoću ličinki koje predstavljaju dio zooplanktona. Potom se, u doba njihove najveće brojnosti, razni predmeti uranjaju u produktivne uvale kako bi se mladi školjkaši (ličinke) za njih prihvatili. Zatim se predmeti s mlađi školjkaša upliću u najlonsku ili drugu užad, stvarajući pergolare koji se vješaju o užad pričvršćenu između stupova ili plutajućih bova. Pričvršćivanje dagnji u pergolare vrši se na način da se u nosače umetnu prorijeđeni grozdovi (nakupine) dagnji. To se najprije čini kad su dagnje duge 2 do 4 cm, a drugi put kad narastu do dužine od 5 do 7 cm (Basioli, 1968). Naknadno, potrebno je brojnost školjkaša razrijediti kako bi oni izrasli do konzumne veličine, odnosno kako ne bi došlo do prevelike kompeticije između jedinki (Treer, 1995).

Prema Hrs-Brenko i Filić (1973) i Benović (1997), dagnje na istočnoj obali Jadrana tržišnu veličinu postižu nakon 1,5 do 2 godine. Najbolje novačenje i rast pokazuju jedinke koje rastu na umjereno izloženijim lokacijama, za razliku od potpuno zaklonjenih ili lokacija potpuno izloženih udarima valova. Bolji rast i kondicija na umjereno izloženim lokacijama može se pripisati većoj dostupnosti hrane. Nadalje, većim protokom mora povećava se i prostorna raspodjela ličinki, no s druge strane na potpuno izloženim lokacijama može doći do smanjenja prihvata ličinki (Branch & Steffani, 2004).



Slika 5. Proizvodni ciklus *M. galloprovincialis* (Preuzeto s: www.fao.org)

1.4. INDEKS KONDICIJE

Indeks kondicije školjkaša predstavlja udio količine mesa unutar ljuštura (Mann, 1978). Praćenjem ovog parametra moguće je utvrditi dinamiku promjene količine mesa školjkaša koja se ciklički mijenja tijekom godine ovisno o brojnim biotskim i abiotskim čimbenicima kao što su: razdoblje spolne aktivnosti, zdravstveno stanje školjkaša, dostupnost hrane, temperatura, slanost, pH, koncentracija otopljenog kisika i onečišćenje okoliša (Mann, 1978). U prirodnim uvjetima indeks kondicije školjkaša je odraz međusobne interakcije svih navedenih čimbenika, ali su najniže vrijednosti kod zdravih jedinki utvrđene na svim geografskim područjima u razdoblju neposredno nakon mrijesta (Hrs-Brenko, 1990). Uz navedeno, ovaj je parametar ujedno i pokazatelj tržišne kvalitete školjkaša, te nam njegova vrijednost može ukazati na rentabilnost određenog područja za uzgoj (Marušić i sur., 2009).

Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije koje se, s obzirom na varijable koje se koriste za izračunavanje, mogu podijeliti u tri osnovne skupine: volumetrijska, gravimetrijska i kombinirana (Marguš, 1985). U novije vrijeme se sve češće koriste jednostavnije i vremenski manje zahtjevne metode, pri čemu se kao varijable koriste sljedeći parametri: masa cijelog školjkaša, masa mokrog mesa, masa suhog mesa, masa mokre ljušture, masa suhe ljušture i dužina ljušture školjkaša.

Indeks kondicije izračunavali su razni autori na različite načine. Tako Mann (1978) izračunava indeks kondicije (IK_1) iz mase suhog mesa (g) i mase suhe ljušture (g) pomnoženo s 1000. Almeida i sur. (1999) te Fleury i sur. (2003) određuju indeks kondicije (IK_2) kao kvocijent mase mokrog mesa i mase cijelog školjkaša (g), dok Marguš (1985) koristi u formuli za indeks (IK_3) masu suhog mesa umjesto masu mokrog mesa.

$$IK_1 = \frac{\text{masa suhog mesa (g)}}{\text{masa suhe ljušture (g)}} \times 1000 \text{ (Mann, 1978)}$$

$$IK_2 = \frac{\text{masa mokrog mesa (g)}}{\text{masa cijelog školjkaša (g)}} \times 100 \text{ (Almeida i sur., 1999, Fleury i sur., 2003)}$$

$$IK_3 = \frac{\text{masa suhog mesa (g)}}{\text{masa cijelog školjkaša (g)}} \times 100 \text{ (Marguš, 1985)}$$

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je:

1. Odrediti i usporediti indeks kondicije mediteranske dagnje *M. galloprovincialis* s dvije uzgojne lokacije (Limski kanal i Malostonski zaljev) u razdoblju od srpnja 2020. godine do svibnja 2021. godine.
2. Izmjeriti i odrediti fizikalno-kemijske parametre na obje istraživane lokacije.
3. Utvrditi odnos fizikalno-kemijskih parametara s mjerenim indeksom kondicije dagnje.

3. MATERIJALI I METODE

3.1. PODRUČJA ISTRAŽIVANJA

3.1.1. Limski kanal

Limski kanal ili Limski zaljev je potopljena krška dolina na zapadnoj obali Istre, između Rovinja i Poreča. Dužina zaljeva od obalnog ruba zapadne Istre do najudaljenijeg dijela morem ispunjene doline iznosi 12,8 kilometara, a sa suhim dijelom Limske drage u nastavku ukupna dužina iznosi oko 35 kilometara. Na samom ulazu širina mu iznosi 600 metara, a u srednjem dijelu oko 400 metara, a pri kraju oko 200 metara. Od 1964. godine zakonom je zaštićen geomorfološko-hidrogeološki lokalitet u kategoriji značajnih krajolika, a od 1980. godine specijalni rezervat u moru. Na kraju zaljeva zbog podzemnog pritjecanja slatke vode u obliku vrulja, boćata voda ima visoku koncentraciju kisika i smanjen salinitet. Uz ta specifična hidrografska obilježja njegova je važnost i u visokoj bioprodukciji (plankton, školjke, ribe), što stvara drukčiji ekosustav od onoga u otvorenome moru. Stoga se u unutarnjem dijelu zaljeva uzgajaju dagnje i kamenice. Za zaljev se često koriste pogrešni nazivi fjord i kanal, koji ne odgovaraju stvarnom nastanku zaljeva koji je nastao nakon posljednje oledbe, kada se podigla morska razina i potopila dolinu Pazinčice, koja je poslije postala ponornicom. Na ulazu u zaljev visina je obale na sjevernoj strani 26, na južnoj 67 metara, dok je u središnjem dijelu na objema stranama visina kota obala oko 95 metara. Pri samom kraju kote su 177 metara na sjevernoj strani i 230 metara na južnoj (kota postojeće crkvice sv. Martina). Na vertikalama sjeverne obale vidljiva su četiri tamna otvora ovećih polupećina i pećina, dok se ispod Sv. Martina, u dijelu obraslom makijom, nalazi otvor Romualdove pećine, očišćene i otvorene za javnost. Danas je Limski zaljev prirodna granica između grada Rovinja na jugu te općina Vrsar i Sveti Lovreč na sjeveru (Božičević, 2009).

3.1.2. Malostonski zaljev

Malostonski zaljev se nalazi na završetku Neretvanskog kanala u koji utječe rijeka Neretva, dugačak je 28 kilometara, a na najširem dijelu 6,1 kilometar. Zbog velike razvedenosti vanjskog i unutrašnjeg dijela zaljeva ukupna dužina obalne linije iznosi oko 100 kilometara. Najveća dubina zaljeva je 29 m, međutim na više od 80% zaljeva dubina je između 20 i 29 m (NN 31/2009). Malostonski zaljev račva se u nekoliko manjih zaljeva i uvala, jednako tako dobro uvučenih u kopno, kao što su uvala Kuta, Miševac, Sige, Bistrina itd. U svim tim uvalama školjkaši se uzgajaju od davnine, ali najpogodnijim predjelom, koji i ima najveću pozadinu u vezi s uzgojem školjkaša, smatra se zaljev Bistrina (Šimunović, 2004). Zbog svojih geomorfoloških karakteristika i položaja u Jadranskom moru, zaljev je jedinstven s obzirom na hidrografske prilike. S jedne strane, utjecaj otvorenog mora evidentan je i na unutrašnjim postajama, a s druge strane tu je i utjecaj rijeke Neretve, brojnih podvodnih

izvora (vrulja) i oborina koje ispiru strme obale, donoseći sa sobom mineralne tvari i organski detritus ina taj način utječu na relativno uzak i plitak zaljev (Kršinić i Mušin, 1981). Uz samu obalu morsko dno je hridinasto i postupno prelazi u muljevito. Cijeli zaljev je plitak s najvećom dubinom od 29 metara, a u krajnjem dijelu zaljeva dubina ne prelazi 10 metara (IOR 2003). Obale su građene od vodopropusnog vapnenca što se bitno odražava na ekosustav cijelog zaljeva. Gotovo sva cirkulacija oborinske vode se odvija podzemno, te se oborinske vode ulijevaju zajedno s vodom iz zaleđa (Popovo polje) zaljev u obliku podvodnih izvora vrulja (Bahun, 1981). Zbog izrazitog utjecaja slatkih voda, zabilježene su dosta visoke vrijednosti koncentracije hranjivih soli, što uzrokuje visoku fitoplanktonsku i zooplanktonsku produkciju. Značajan je utjecaj rijeke Neretve na vanjski dio zaljeva, pogotovo za vrijeme njenog visokog vodostaja te za vrijeme jačih zapadnih vjetrova koji intenzivnije pušu u ljetnom razdoblju (IOR, 2003). Godišnje vrijednosti temperature jako variraju, a ekstremne vrijednosti se javljaju u površinskom sloju. Tako na postaji Usko temperatura varira od 9,5°C u siječnju do preko 26°C u srpnju. Od lipnja do rujna jače je izražena termička stratifikacija vodenog stupca. Naglo hlađenje površinskog sloja započinje u listopadu, a izotermija se uspostavlja u studenom. Također je prisutno veliko kolebanje u vrijednostima slanosti kroz godinu (Marinović, 2010).

3.2.UZORKOVANJE

Školjkaši korišteni za istraživanje sakupljeni su na dvije lokacije: u Limskom kanalu u uvali Malenica (koordinacije 45° 07' 50" N i 13° 41' 20" E) (Slike 6. i 7.) te u Malostonskom zaljevu unutar zaljeva Bistrina (koordinate 42° 52' 16" N i 17° 42' 12" E) (Slike 8. i 9.). Populacije dagnji koje su nabavljene od lokalnih proizvođača nasadile su se na određenoj poziciji unutar oba lokaliteta. Uzgoj dagnji potrebnih za ovo istraživanje odvijao se na plutajućim parkovima. Svaka tzv. lajna (linija parka), izrađena je od polipropilenskog konopa, koji je bio rastegnut između plutača koje ga održavaju na površini. Svaki kraj lajne usidren je za dno betonskim blokovima. Pergolari za dagnje proizvedeni od polipropilenske mreže sadržavali su određen broj školjkaša odgovarajuće veličine (starosti) i bili su obješeni ispod površine vode. Instalacija školjkaša redovno se obilazila i kontrolirala u skladu s praksom (najmanje jednom mjesečno zbog čišćenja obraštaja).



Slika 6. Prikaz lokacije uzrokovanja u Limskom kanalu (Preuzeto s: <http://www.bioportal.hr/gis/>)



Slika 7. Plutajući parka u Limskom kanalu (Fotografija: Lorena Perić)



Slika 8. Prikaz lokacije sakupljanja dagnji u Malostonskom zaljevu (Preuzeto s: <http://www.bioportal.hr/gis/>)



Slika 9. Plutajući park u zaljevu Bistrina u Malostonskom zaljevu (Fotografija: Lorena Perić)

Uzorci su prikupljeni šest puta u intervalima od srpnja 2020. godine do svibnja 2021. godine. Dubina prikupljanja uzoraka bila je 5 metara u Malostonskom zaljevu, a 8 metara u Limskom kanalu. Školjkaši su prikupljeni s pergolara iz uzgojnih parkova u suradnji s lokalnim uzgajivačima. Sa svake postaje uzimao se uzorak od 30 jedinki dagnji približne veličine i starosti.

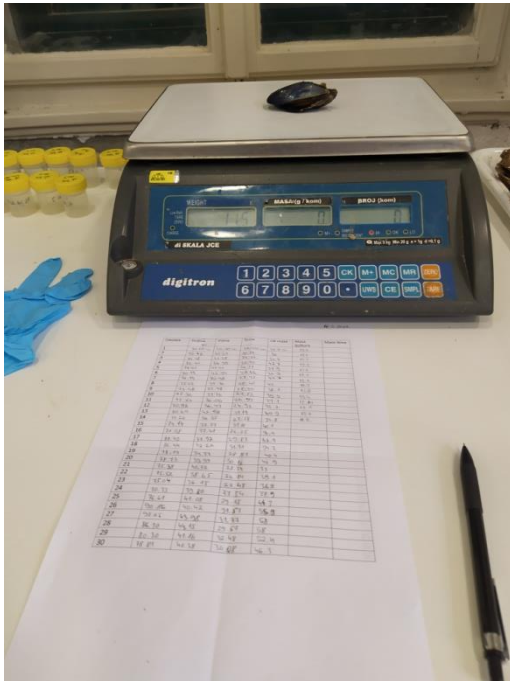
Uzorci vode su prikupljeni Niskinovim crpcem u prethodno sterilizirane plastične boce. Digitalna multiparameterska sonda (SevenGo pro/Ion Mettler Toledo) koristila se za određivanje temperature, pH, oksidacijsko redukcijskog potencijala (mV) i otopljenog kisika (mg/L). Postotak zasićenosti kisikom je izračunat iz vrijednosti temperature, otopljenog kisika i saliniteta. Ukupni dušik odredio se metodom oksidativne razgradnje peroksidisulfatom (ISO 11905-1:1997). Ukupni fosfor je određen reakcijom s amonij molibdatom (Hach 8178).

3.3.OBRADA UZORAKA

Prikupljeni uzorci iz Limskog kanala su dopremljeni u Centar za istraživanje mora (CIM) u Rovinju, gdje su temeljito očišćeni od mulja i obraštajnih organizama (Slika 10.). Jedinke su označene rednim brojem u svrhu lakšeg identificiranja tijekom mjerenja morfoloških obilježja. Svaka jedinka dagnje izvagana je na digitalnoj vagi preciznosti 0,01 g. Nakon toga su pomičnim mjerilom preciznosti 0,001 mm izmjereni dužina, širina i visina ljuštore. Potom su školjkaši otvoreni i skalpelom je odvojeno tkivo od ljuštore (Slike 11.-13.). Na analitičkoj vagi izmjerena je masa cijele dagnje, masa ljuštore i masa mokrog tkiva. Na jednak su način obrađene i dagnje iz Malostonskog zaljeva u Laboratoriju za marikulturu Sveučilišta u Dubrovniku u Bistrini.



Slika 10 i 11. Prikaz 30 očišćenih jedinki od obraštaja za daljnja mjerenja; Otvoreni školjkaši – prikazano odvojeno tkivo dagnje od ljušture (Fotografija: Margareta Kljun)



Slika 12. i 13. Prikaz analitičke vage s ljušturom dagnje; Tkivo dagnje u plastičnim posudama nakon vaganja na analitičkoj vagi (Fotografija: Margareta Kljun)

3.4. ODREĐIVANJE INDEKSA KONDICIJE

Izračunavanje indeksa kondicije (IK) se obavilo prema sljedećoj formuli (Fleury i sur., 2003.; Almeida i sur., 1999):

$$IK = \frac{\text{masa mokrog mesa (g)}}{\text{masa cijelog školjkaša}} \times 100$$

Za statističku obradu podataka izračunate su srednje mjesečne vrijednosti izmjerenih indeksa kondicije.

3.5. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA

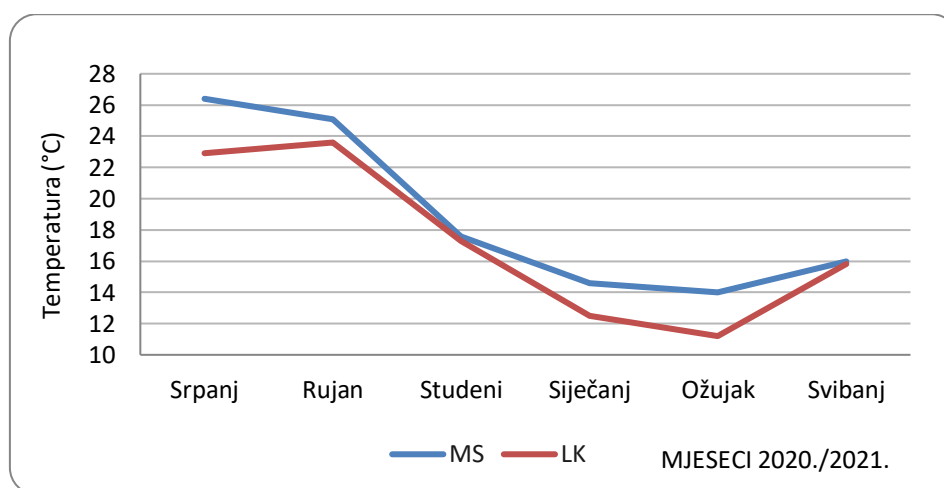
Za obradu podataka i izradu grafikona korišten je program Microsoft Office Excel. Za testiranje statističke značajnosti razlike srednjih vrijednosti indeksa kondicije dagnje s dvije postaje u različitim sezonama te sezona na istoj postaji uzorkovanja korišteni su t-test i analiza varijance (eng. *analysis of variance*; ANOVA) uz Tukey HSD *post hoc* test u programskom paketu SPSS, s intervalom pouzdanosti od 5%.

4. REZULTATI

4.1.FIZIKALNO KEMIJSKI PARAMETRI

4.1.1. Temperatura

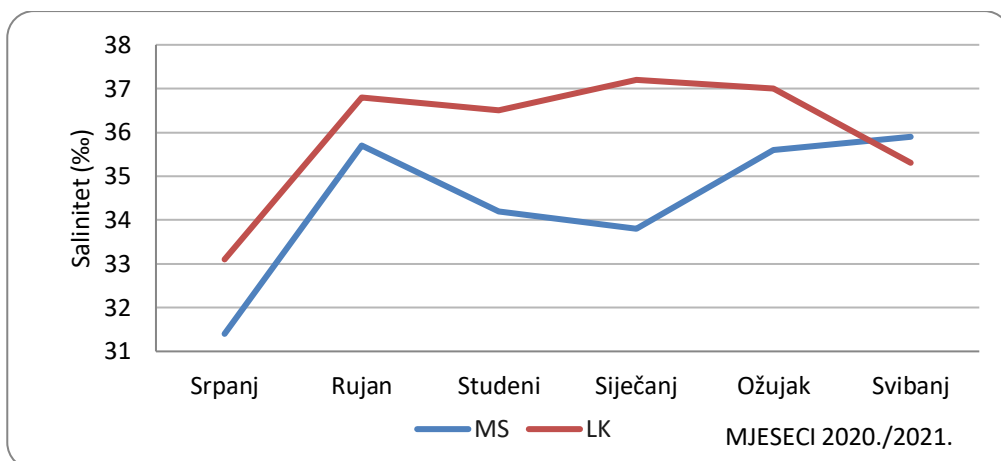
Najniža izmjerena temperatura tijekom uzorkovanja iznosila je 11,2°C, a izmjerena je u ožujku u Limskom kanalu na 8 metara dubine (Graf 1.). Najviša izmjerena temperatura iznosila je 26,4°C, a izmjerena je u srpnju u Malostonskom zaljevu na 5 metara dubine. Prosječna temperatura tijekom uzorkovanja na lokaciji Limski kanal iznosila je 17,2°C, a u Malostonskom zaljevu iznosila je 18,9°C



Graf 1. Prikaz promjene temperature na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.1.2. Salinitet

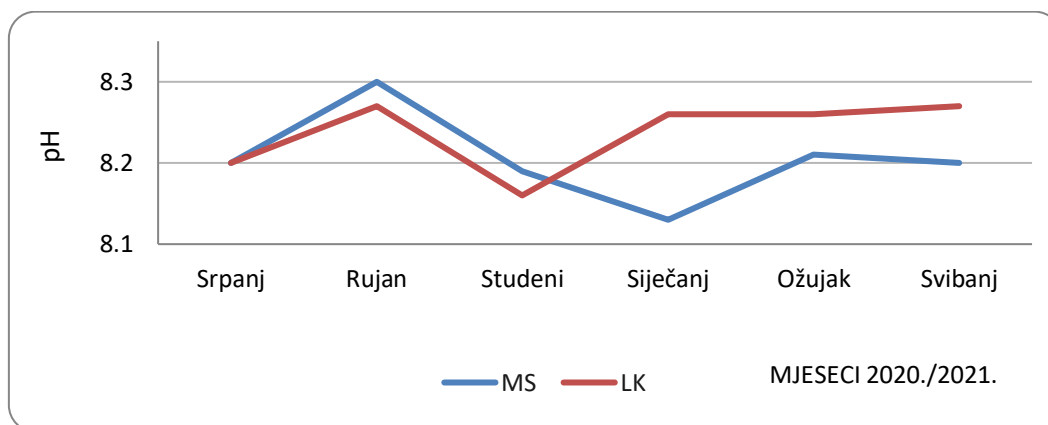
Najniža vrijednost saliniteta od 31,4‰ izmjerena je u srpnju na lokaciji Malostonski zaljev, dok je je najvišavrijednost od 37,2‰ izmjerena u siječnju u Limskom kanalu (Graf 2.). Prosječni salinitet Limskog kanala iznosio je 36,0‰, a u Malostonskom zaljevu 34,4‰.



Graf 2. Prikaz promjene saliniteta na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.1.3. pH

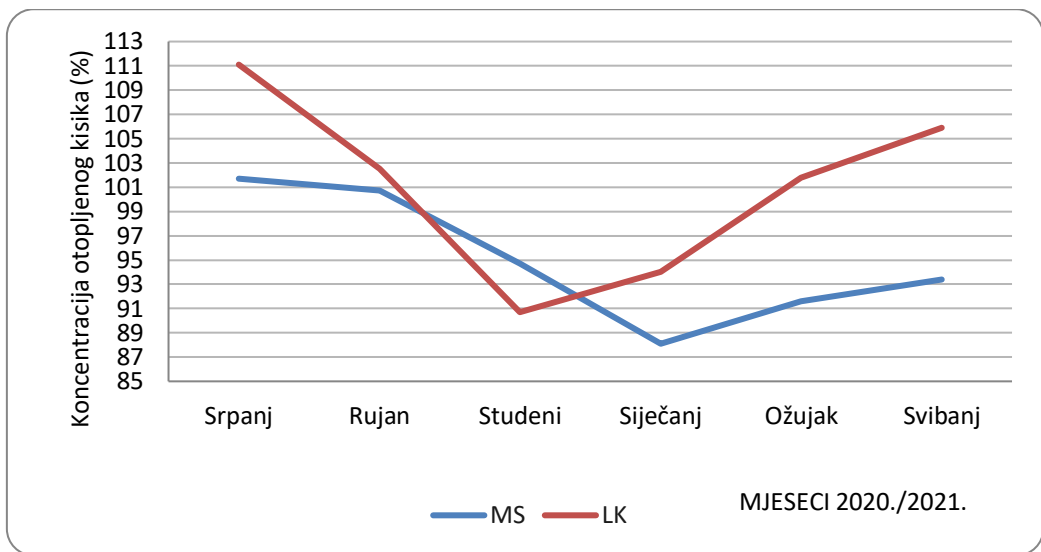
Najniža najvišavrijednost pH tijekom cjelokupnog razdoblja istraživanja izmjerena je na lokaciji Malostonski zaljev (Graf 3.). Najniža vrijednost je iznosila 8,13 u siječnju, a najviša 8,30 u rujnu. Prosjek pH vrijednosti u Limskom kanalu iznosio je 8,24, a u Malostonskom zaljevu 8,21.



Graf 3. Prikaz promjene pH na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.1.4. Postotak otopljenog kisika

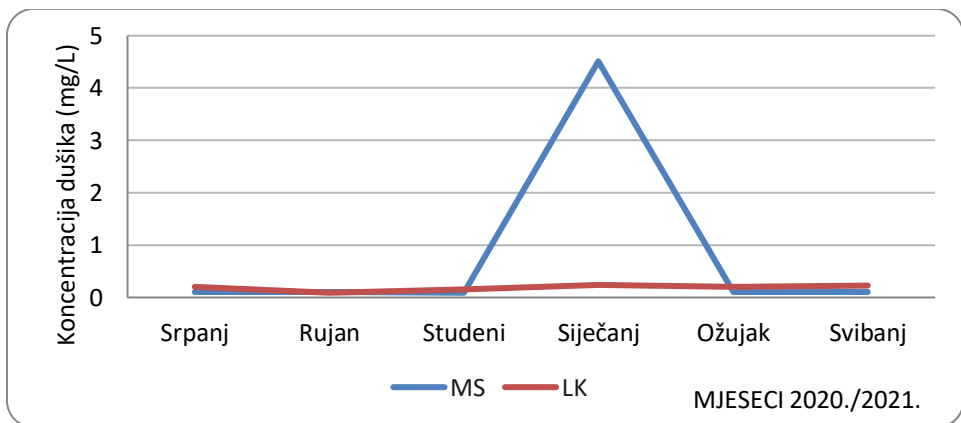
Najniži postotak otopljenog kisika 88,1% izmjeren je u siječnju u Malostonskom zaljevu, a najviši (111,1%) u srpnju u Limskom kanalu (Graf 4.). Prosječni postotak otopljenog kisika u Limskom kanalu iznosio je 101,0%, a u Malostonskom zaljevu 95,0%.



Graf4. Prikaz promjene postotka otopljenog kisika na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.1.5. Ukupni dušik

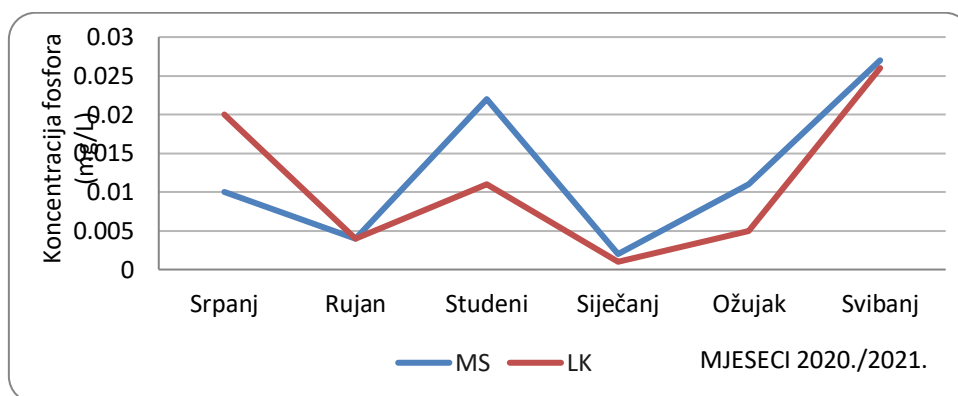
Najniža koncentracija ukupnog dušika od 0,09 mg/L izmjerena je u studenom i rujnu na obje lokacijama, dok je je najviša (4,51 mg/L) izmjerena u siječnju u Malostonskom zaljevu (Graf 5.). Prosječna vrijednost ukupnog dušika u Limskom kanala iznosila je 0,185 mg/L, a u Malostonskom zaljevu 0,83 mg/L.



Graf 5. Prikaz promjene koncentracije ukupnog dušika na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.1.6. Ukupni fosfor

Najniža koncentracija ukupnog fosfora od 0,001 mg/L izmjerena je u siječnju u Limskom kanalu, dok je najviša vrijednost od 0,027 mg/L izmjerena u svibnju u Malostonskom zaljevu (Garf 6.). Prosječna vrijednost ukupnog fosfora u Limskom kanalu iznosila je 0,011 mg/L, a u Malostonskom zaljevu 0,013 mg/L.

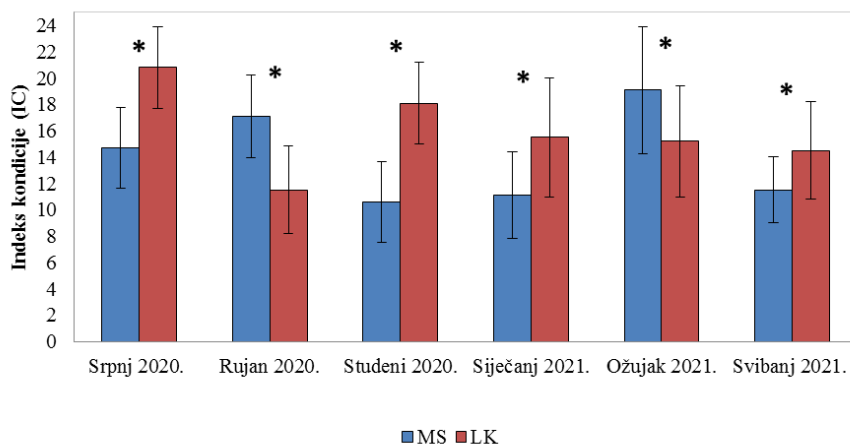


Graf 6. Prikaz promjene koncentracije ukupnog fosfora na lokacijama Malostonski zaljev (MS) i Limski kanal (LK) od srpnja 2020. do svibnja 2021. godine

4.2. INDEKS KONDICIJE

Vrijednosti indeksa kondicije pokazuju izražene sezonske varijacije (Graf 7.), s razlikama koje su bile statistički značajne ($p < 0,05$) kroz cijelo razdoblje uzorkovanja (Tablica 1.). Za dagnje iz Malostonskog zaljeva, najniže i najviše vrijednosti indeksa kondicije zabilježene su u studenome 2020. i ožujku 2021. godine ($10,58 \pm 3,05$ i $19,07 \pm 4,8$). Za dagnje iz Limskog kanala, ove vrijednosti su utvrđene u rujnu i srpnju 2020. godine ($11,54 \pm 3,32$ i $20,82 \pm 3,10$). Srednja vrijednost indeksa kondicije u Limskom kanalu iznosi 15,94, a u Malostonskom zaljevu 14,01.

dađnja *Mytilus galloprovincialis*



* statistička značajnost razlika srednjih vrijednosti indeksa kondicije na razini $p < 0.05$ (t-test)

Graf 7. Indeks kondicije dađnji (srednja vrijednost \pm S.D., $N=30$) sa uzgajališta u Malostonskom zaljevu (MS) i Limskom kanalu (LK) uzorkovanih u srpnju, rujnu, studenome 2020. i siječnju, ožujku i svibnju 2021.

U svim sezonama uzorkovanja, zabilježena je statistički značajna razlika indeksa kondicije dađnji između dva uzgajališta ($p < 0.05$) pri čemu je kod dađnji iz Limskog kanala viša vrijednost u odnosu na dađnje iz Malostonskog zaljeva, izmjerena u srpnju i studenome 2020. i siječnju i svibnju 2021. (Graf 7.).

Tablica 1. Sumarni prikaz statističkih značajnosti razlika srednjih vrijednosti indeksa kondicije dađnji između sezona uzorkovanja 07, 09 i 11 (2020) i 01, 03 i 05 (2021) na uzgajalištima a) Malostonski zaljev (MS) i b) Limski kanal (LK).

a)

MS	07_20	09_20	11_20	01_21	03_21
09_20					
11_20	*	*			
01_21	*	*			
03_21	*		*	*	
05_21	*	*			*

b)

LK	07_20	09_20	11_20	01_21	03_21
09_20	*				
11_20		*			
01_21	*	*			
03_21	*	*	*		
05_21	*	*	*		

* statistička značajnost na razini $p < 0.05$ (Tukey HSD test)

4.3.KORELACIJA INDEKSA KONDICIJE DAGNJI I FIZIKALNO KEMIJSKIH PARAMETARA

Indeks kondicije s temperaturom i postotkom otopljenog kisika pokazuje slabu pozitivnu korelaciju od 0,1074 i 0,1307. Indeks kondicije sa salinitetom i pH pokazuje umjereno do visoku negativnu korelaciju. Najveću negativnu korelaciju ima s pH ($r = -0,7807$ (Tablica 2)). Korelacija indeksa kondicije s koncentracijom dušika i fosfora je umjerena pozitivna i iznosi od 0,3469 do 0,3954.

Temperatura pokazuje umjerenu pozitivnu korelaciju s postotkom otopljenog kisika ($r = 0,4487$), a nešto jaču, ali negativnu s dušikom ($r = -0,6465$). Kisik pokazuje najveću pozitivnu korelaciju s fosforom ($r = 0,5868$), dok je ona sa salinitetom visoka negativna ($r = -0,7212$). Korelacija između saliniteta i pH bila je slaba do umjerena ($r = 0,3418$), dok je između saliniteta i kisika ona bila jaka negativna ($r = -0,7512$), kao i između saliniteta i fosfora ($r = -0,7768$). Dušik pokazuje najveću pozitivnu korelaciju s indeksom kondicije i fosforom ($r = 0,3469$ i $r = 0,3003$), dok je ona umjerena negativna s temperaturom ($r = -0,6465$). Fosfor pokazuje najveću pozitivnu korelaciju s postotkom otopljenog kisika ($r = 0,5868$), dok je u jakoj negativnoj korelaciji sa salinitetom ($r = -0,7768$).

Tablica 2. Korelacija indeksa kondicije (IK) dagnji i temperature (T), postotak otopljenog kisika (%O₂), saliniteta (S), pH, koncentracije ukupnog dušika (N) i ukupnog fosfora (P) u Limskom kanalu

	T	O ₂	S	pH	N	P
IK	0,1074	0,1307	-0,6779	-0,7807	0,3469	0,3954
T		0,4487	-0,5449	-0,2527	-0,6465	0,2675
O ₂			-0,7512	0,2821	0,1026	0,5868
S				0,3418	-0,1994	-0,7768
pH					0,1630	-0,1920
N						0,3003

Indeks kondicije pokazuje slabu do umjerenu pozitivnu korelaciju s temperaturom, postotkom otopljenog kisika i salinitetom, koja se proteže od 0,2251 do 0,3200. Između indeksa kondicije i pH utvrđena je srednje jaka pozitivna korelacija ($r = 0,6183$), dok je između indeksa kondicije i koncentracije dušika i fosfora korelacija bila umjerena negativna ($r = -0,4037$ za N i $r = -0,4191$ za P).

Temperatura pokazuje najveću korelaciju s postotkom otopljenog kisika ($r = 0,9564$), a najmanju s salinitetom ($r = -0,4682$) (Tablica 3). Kisik pokazuje najmanju korelaciju s dušikom u iznosu ($r = -0,6434$). Salinitet pokazuje najveću korelaciju s pH ($r = 0,3937$), a najmanju s temperaturom od ($r = -0,4682$) i kisikom ($r = -0,3303$). pH pokazuje najveću korelaciju s indeksom korelacije ($r = 0,6183$) i kisikom ($r = 0,7078$), a najmanju s dušikom u iznosu od ($r = -0,6713$). Dušik i sa svim ostalim parametrima ima negativnu korelaciju.

Korelacija između fosfora i saliniteta je slaba pozitivna ($r= 0,2437$), dok je između fosfora i dušika utvrđena slaba negativna korelacija ($r=-0,5280$).

Tablica 3. Korelacija indeksa kondicije (IK) dagnji i temperature (T), postotak otopljenog kisika (%O₂), saliniteta (S), pH, koncentracije ukupnog dušika (N) i ukupnog fosfora (P) u Malostonskom zaljevu

	T	O ₂	S	pH	N	P
IK	0,2433	0,3200	0,2251	0,6183	-0,4037	-0,4191
T		0,9564	-0,4682	0,5954	-0,3922	-0,2729
O ₂			-0,3303	0,7078	-0,6434	-0,0525
S				0,3937	-0,1803	0,2437
pH					-0,6713	-0,0849
N						-0,5280

5. RASPRAVA

Indeks kondicije je jedan od pokazatelja tržišne kvalitete školjkaša, te nam njegova vrijednost može ukazati na rentabilnost određenog područja za uzgoj (Marušić i sur., 2009). Dagnja, kao i ostali školjkaši u vrijeme sezone mriještenja ima lošiju tržišnu kvalitetu mesa (Hrs-Brenko, 1967, 1973). Po Dardingac–Corbel-u (1990) mrijest dagnje u Mediteranu je primijećen kroz čitavu godinu, s proljetnim i jesenskim vrhuncem. U prirodnim uvjetima indeks kondicije školjkaša je odraz međusobne interakcije svih navedenih čimbenika, ali su najniže vrijednosti kod zdravih jedinki utvrđene na svim geografskim područjima u razdoblju neposredno nakon mrijesta (Hrs-Brenko, 1990). Kvalitetnim školjkašima za tržište smatraju se oni s visokim sadržajem suhe tvari i malo vode u mekanom dijelu tijela, odnosno mesu, koje pritom maksimalno ispunjava prostor između ljuštura. Takve jedinke imaju visoki indeks kondicije (Gavrilović i Petrinec, 2003). Indeks kondicije dagnji roda *Mytilus* varira ovisno o brojnim parametrima (Baird, 1958). Brojna istraživanja su pokazala ovisnost o sezoni (Mason, 1976; Marušić i sur., 2009; Gavrilović, 2011b; 2014), razini parazitarnih infekcija (Thiesen, 1987) i lokalnim ekološkim čimbenicima, od kojih se najviše izdvajaju: dostupnost hrane, temperatura, slanost, dostupnost kisika, te izloženost zraku kod velikih oscilacija plime i oseke (Baird, 1966). Pored odabira uzgojne lokacije, na indeks kondicije utječu značajno i uzgojna dubina te primijenjena tehnologija uzgoja (Gavrilović, 2014). Podaci o promjenama u kvaliteti mesa dagnji neophodni su za planiranje proizvodnje najboljeg vremena za plasiranje ovog proizvoda na tržište (Gavrilović i sur., 2011a).

Kako bi se dobio bolji uvid u stanje kvalitete mesa dagnje na područjima Limski kanal i Malostonski zaljev, te dobila jasnija slika o tome kada ju je najbolje plasirati na tržište, u ovom su se istraživanju kroz period od godinu dana mjerili indeks kondicije dagnje i osnovni ekološki čimbenici koji na njega utječu. Indeks kondicije može se izračunavati na različite načine. U ovom istraživanju korišten je indeks kondicije koji se računao po formuli od Fleury i sur. (2003) i Almeida i sur. (1999) tj. koristili smo „mokru“ metodu izračunavanja indeksa, dok se proračun indeksa u većini drugih istraživanja temeljio na sušenom ili kuhanom mesu. Istraživanje je pokazalo da se indeks kondicije sezonski razlikovao na lokacijama istraživanja. Najveća vrijednost indeksa kondicije tijekom ovog istraživanja iznosila je 20,83 i zabilježena je u srpnju 2020. godine na lokaciji Limski kanal, dok je najniža vrijednost od 10,58 utvrđena u studenom 2020. godine u Malostonskom zaljevu. U ovom istraživanju, najviše vrijednosti indeksa kondicije na lokaciji Limski kanal, na osam metara dubine, zabilježene su u srpnju (20,83) i studenom (18,14), a u Malostonskom zaljevu, na pet metara dubine, najviše vrijednosti zabilježene su u rujnu (17,06) i ožujku (19,07). Visoke vrijednosti indeksa kondicije upućuju na uznapredovanu gametogenezu, odnosno bilježe se neposredno prije mrijesta jedinki (Gavrilović, 2011b). Na svakoj lokaciji nakon zabilježenih najviših vrijednosti zabilježen je pad vrijednosti indeksa. Pad vrijednosti tijekom proljetnih i jesenskih mjeseci ukazuje na mrijest dagnji, što se podudara s izjavom Dardingac–Corbel-a (1990). U prosjeku Limski kanal je imao veće vrijednosti indeksa kondicije (15,94) od Malostonskog zaljeva (14,01).

Vrijednosti maksimalnih i minimalnih indeksa kondicije dagnji na različitim zemljopisnim lokacijama također pokazuju prostorne i vremenske varijacije. Yildiz i sur. (2006) su u zaljevu Kilya, Dardaneli, pronašli najviše vrijednosti indeksa kondicije dagnje u svibnju, dok su najniže vrijednosti bile u srpnju i zimskom razdoblju. Istraživanje u Italiji na dva područja (sjeverna obala Jadrana i morsko jezero Sabaudia uz srednju Tirensku obalu) pokazalo je najveći indeks dagnji u ožujku i travnju. Brzi pad primijećen je u prosincu kod dagnji s jadranskog područja, a u rujnu kod dagnji iz jezera Sabaudia (Orban i sur., 2002). Rezultati istraživanja Karayucel i sur. (2010.) pokazuju da se masa mokrog mesa dagnji u Crnom moru u Turskoj povećala od studenog do ožujka, dok su od travnja do svibnja i u listopadu primijećeni brzi padovi. Kako su opisali mnogi drugi autori, sezonu mrijesta uobičajeno prati brzi pad volumena i mase mesa dagnji. To je razumljivo s obzirom da se nakon mrijesta gubi gonadna masa, odnosno preostaje samo mala količina vezivnog tkiva (Gavrilović, 2011a).

Sezonske promjene posljedice su složene interakcije lokalnih čimbenika okoliša, poput temperature, saliniteta i hrane opskrbe za koje se smatra da utječu na somatski rast i reproduktivni ciklus (Gosling 1992a). U škotskom jezeru Loch Etive-u glavni čimbenici okoliša koji su utjecali na indekse stanja dagnje *M. edulis* bili su temperatura i salinitet (Karayucel i Karayucel 1997). Marušić i sur. (2009) su u svom istraživanju indeksa kondicije dagnji u uvali Budava i zaljevu Raša koristili volumetrijsku metodu po Baird-u (1958). Njihovo istraživanje je pokazalo visoke vrijednosti indeksa kondicije u uvali Budava (52 i 45) i u zaljevu Raša (49 i 43) tijekom ljeti (srpanj i kolovoz) pri povoljnoj temperaturi i salinitetu u fazi spolnog mirovanja. Ranije istraživanje indeksa kondicije (Hrs–Brenko, 1973) u uzgajalištu Vela Draga (Pula) utvrđuje da su tijekom punoga spolnog mirovanja vrijednosti indeksa bile visoke do 40–43 u srpnju i kolovozu, čak do listopada. Također su vrijednosti indeksa u rujnu iznosile 37–41 (Hrs – Brenko, 1967) u Novigradu. U sjevernom Jadranu u Veloj Dragi (Pula) indeks kondicije dagnji bilježi pad s 30 na 19 od ožujka do travnja, dok od travnja pa do kraja ljetnih mjeseci varira između 31 i 43. Marušić i sur. (2009) nisu pronašli značajnu varijaciju indeksa kondicije u odnosu na dubinu. Proveli su osam mjeseci uzrokujući mediteranske dagnje od veljače do listopada, u uvali Budava i u zaljevu Raša, Hrvatska. Uzorci su uzeti na dubinama od 0,5 m i 2,5 m. Moguće je da raspon dubina nije bio dovoljno značajan da bi pokazao značajne statističke razlike. Za razliku od navedenih autora, Gavrilović i sur. (2011b) su tijekom jednogodišnjeg istraživanja provedenog na sedam postaja i dvije dubine (1m i 4 m) u Malostonskom zaljevu utvrdili ne samo značajne razlike u vrijednosti indeksa kondicije dagnje između istraživanih postaja, već se na većini postaja i sezona uzorkovanja indeks kondicije statistički značajno razlikovao na različitim dubinama iste postaje. U ovom istraživanju nije se uočila velika razlika između indeksa kondicije na istraživanim lokacijama zbog razlike u dubini, međutim utjecaj dubine uzgoja na indeks kondicije moguće je utvrditi samo istraživanjem na različitim dubina iste lokacije s obzirom da brojni biotički i abiotički parametri utječu na ovaj parametar.

Proučavane su jednostavne korelacije bioloških čimbenika sa srednjom vrijednosti indeksa kondicije obojih istraživanih područja. Među svim promatranim parametrima najviša korelacija s indeksom kondicije na objema područjima je sa pH, koji i nije pokazao značajnije varijacije. Na lokaciji Limski kanal ta korelacija je negativna ($r=-0,78$), a na

Malostonskoj lokaciji je pozitivna ($r=0,62$). Temperatura i postotak otopljenog kisika pokazuju laganu pozitivnu korelaciju na objema lokacijama ($r=0,11$; $r=0,32$), međutim potrebno je naglasiti da temperatura tijekom cijelog istraživanja niti na jednoj istraživanoj lokaciji nije dostigla ekstremne vrijednosti koje bi se negativno odrazile na fiziološke funkcije dagnje, dok je postotak otopljenog kisika cijelo vrijeme bio unutar optimalnih vrijednosti. Kako su prema Gavrilović (2011a) u prirodnim uvjetima rast i indeks kondicije školjkaša odraz međusobne interakcije brojnih biotskih i abiotskih čimbenika, to bi analiza višestrukih korelacija fizikalno-kemijskih parametara mogla detaljnije pokazati značaj svakog pojedinačnih čimbenika za rast i kvalitetu mesa dagnje na istraživanim lokacijama.

6. ZAKLJUČAK

1. Najveći indeksi kondicije mediteranske dagnje *M. galloprovincialis* izmjereni su u srpnju 2020. godine (20,83) i studenom 2020. godine (18,14) u Limskom kanalu, a u Malostonskom zaljevu u rujnu 2020. godine (17,06) i ožujku 2021. godine (19,07). Visoke vrijednosti indeksa kondicije ukazuju da se radi o razdoblju neposredno prije mrijesta s obzirom da ih prati nagli pad ovog parametra. Iz navedenog bi se dalo pretpostaviti da se na obje istraživane lokacije radi o zdravim školjkašima, čiji indeks kondicije varira u skladu sa sezonom spolnog ciklusa.
2. Po dobivenim vrijednostima indeksa kondicije dagnje iz Limskog kanala imaju nešto bolji indeks kondicije od onih u Malostonskom zaljevu, što ukazuje da je Limski kanal pogodnija lokacija za uzgoj dagnje.
3. U Limskom kanalu temperatura, kisik i salinitet su pokazali slabu pozitivnu korelaciju s indeksom kondicije, dok su koncentracije dušika i fosfora imale najveću pozitivnu korelaciju tj. kako su se rasle vrijednosti navedenih ekoloških čimbenika tako je rastao indeks kondicije. U Malostonskom zaljevu temperatura i postotak otopljenog kisika su pokazali nešto jaču pozitivnu korelaciju s indeksom kondicije od onih u Limskom kanalu, dok je najjača korelacija utvrđena između pH i indeksa kondicije.
4. Najbolja tržišna vrijednost dagnje je u mjesecima kada se dagnja nalazi u posljednjim fazama gametogeneze, odnosno neposredno prije mrijesta. Ovo istraživanje je pokazalo da najbolje vrijeme za otpremu dagnji na tržište tijekom ljetnih mjeseci. Uzgajivači dagnji bi trebali pratiti kvalitetu mesa uzgajanih dagnji i ne bi trebali izlovljavati dagnju u razdoblju neposredno nakon mrijesta.

7. LITERATURA

Almeida, M., Berthe, F., Thebault, A., Dinis, M.T. (1999) Whole clam culture as a quantitative diagnostic procedure of *Perkinsus atlanticus* (Apicomplexa, Perkinsea) in clams *Ruditapes decussatus*. *Aquaculture* 177(1-4): 325-332.

Bahun, S. (1981) Pregledni prikaz hidrogeoloških odnosa područja Malostonskog zaljeva. Zbornik radova Savjetovanja „Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje“, Dubrovnik, pp. 22-26.

Baird, R. H. (1958) Measurement of condition in mussels and oysters. *J. Const. Int. Explor. Mer.*, 23, 249–257

Baird, R.H. (1966) Factors affecting the growth and condition of mussels (*Mytilus edulis*). *Fish. Invest. Minist. Agric. Fish. Food, Lond.*, Ser II 25: 1-33.

Barsotti, G., Meluzzi, C. (1968) Osservazioni su *Mytilus edulis* L. e *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck. *Conchiglie* (Milan), 4:50-58.

Basioli, J. (1968) Uzgoj školjkaša na istočnim obalama Jadrana. *Pomorski zbornik*, 6, 179–216.

Bayne, B.L., Widdows, J. and Thompson, R.J. (1976) Marine Mussels: Their Ecology and Physiology., *In*: B.L. Bayne, (Ed.), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 122-159.

Bayne, B.L., Hawkins, D.W. i Navarro, E. (1987) Feeding and Digestion by Mussel *Mytilus edulis* L. (Bivalvia, Mollusca) in Mixtures of Silt and Algal Cells at Low Concentrations. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 111: pp. 1-22.

Beaumont, A., Gjedrem, T., Moran, P. (2007) Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations: Blue mussel – *Mytilus edulis* Mediterranean mussel *M. galloprovincialis*. *Genimpact final scientific report* 62-69.

Benović, A. (1997) The history, present condition, and future of the molluscan fisheries of Croatia. *In*: C.L. Mackenzie Jr., V.G. Burrell Jr., A. Rosenfield and W.L. Hobart (Eds.), *The History, Present Condition, and Future of the Molluscan Fisheries of North and Central America and Europe*. NOAA Technical Report NMFS, U.S. Department of Commerce, Washington, DC, USA., 3:217–226.

Božičević, S. (2009) Limski zaljev (Limski kanal). *Istrapedia*. Intranet. Raspoloživo na: <https://www.istrapedia.hr/hr/natuknice/79/limski-zaljev-limski-kanal> (pristupljeno 28. kolovoza 2021.)

Branch, G.M., Steffani, N.C. (2004). Can we predict the effects of alien species? A case history of the invasion of South Africa by *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 300:189– 215.

- Calvo–Ugardeburu, G., McQuaid, C. D. (1998) Parasitism and invasive species: effects of digenetic trematode on mussels. *Marine Ecology Progress Series* 169: 149–163.
- Dardignac-Corbel, M. J. (1990) Traditional mussel culture *In: Aquaculture Vol. I*, D. G. Barnabe, (Ed.), Ellis Horwood Chichester, pp. 284–341.
- Dare, P. J., Davies, G. (1975) Experimental Suspended Culture of Mussels, *Mytilus edulis* (L.) in Wales Using Spat Transplanted from Distant Settlement Ground. *Aquaculture*, 6:275-274.
- Dujmušić, A. (2000). Hrvatsko ribarstvo ispod površine. Robus media 2000. Zagreb. 215 pp.
- FAO (2004). *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Intranet. Raspoloživo na: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)
- Filić, Ž. (1984) Marikultura kao sastavni dio mediteranske primorske privrede. (Mariculture as a component of the Mediterranean coastal economy). *Morsko Ribarstvo*, 4,161–163.
- Fleury P. G., Simonne C., Claude S., Palvadeau H., Guilpain F., D'Amico F., Le Gall P., Vercelli C., Pien S. (2003) [Results of National Stations in the Year 2002]. REMORA, Rapp IFREMER DRV/RA-/RST/2003 04, pp 49, IFREMER. [Na Francuskom]
- Gavrilović, A. (2011a) Utjecaj planktona na morfohistokemijske i biokemijske osobine probavnog sustava kamenice, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) Malostonskog zaljeva. Doktorska disertacija. Zagreb: Veterinarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Gavrilović, A. i Petrincec, Z. (2003) Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenica *O. edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. *Vet. stn.* 34(1): 5-11.
- Gavrilović A., Jug-Dujaković J., Marinović-Bonačić A., Conides A., Bonačić K., Ljubičić A., Van Gorder S. (2011b) The influence of environmental parameters on the growth and meat quality of the Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* (Mollusca: Bivalvia). *AACL Bioflux*, 4 (5): 573-583.
- Gavrilović, A., Jug-Dujaković, J., Conides, A., Kunica, V., Ljubičić, A. (2014) Rast i preživljavanje dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u dva različita uzgojna sustava. 49. Croatian & 9th International Symposium on Agriculture: Proceedings and plenary session / Lončarić, Z. & Marić, S. (ed.). Dubrovnik, February, 16 -21. 2014.
- Gosling, E. (1992a) The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. *Developments in aquaculture and fisheries science*, Vol 25., Elsevier, Amsterdam, 589 pp
- Gosling, E. (1992b) The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. In Gosling, E. (Ed.), *The mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*. *Developments in aquaculture and fisheries science*, 25., Amsterdam, Elsevier, pp. 87-589.

- Gosling, E. M., McGrath D. (1990). Genetic variability in exposed – shore mussels, *Mytilus* spp., along an environmental gradient. *Mar. Biol.*, 104:413–418.
- Griffiths, C.L., Hockey, P.A.R., van Erkom Schurink, C., Le Roux, P.J. (1992) Marine invasive aliens on South African shores: Implications for community structure and trophic functioning. *South African Journal of Marine Science* 12, 713–722.
- Habdija, I., Primc Habdija, B., Radanović, I., Špoljar, M., Matoničkin Kepčija, R., Vujčić Karlo, S., Miliša, M., Ostojić, A. i Sertić Perić, M. (2011) Protista-Protozoa i Metazoa-Invertebrata: Strukture i funkcije. Zagreb. Alfa d.d., pp. 216-275.
- Hach Method 8178, Phosphorous, Reactive, Hach Chemical Company P.O. Box 389, Loveland, USA.
- Hajder M. (2020) Uzgoj školjkaša uz istočnu obalu Jadrana. Završni rad. Split, Završni, Sveučilište u Splitu, Sveučilišni odjel za studije mora, pp. 6-7.
- Hockey, C.L., van Erkom Schurink, C., (1992) The invasive biology of the mussel *Mytilus galloprovincialis* on the southern African coast. *Transactions of the Royal Society of South Africa*, 48:123–139.
- Hrs-Brenko, M. (1967) Index of condition in cultured mussels on the Adriatic coast. *Thalassia Jugosl.*, 3: 173-181.
- Hrs-Brenko, M. i Filić, Z. (1973) The growth of oyster (*Ostrea edulis* L.) and mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.) in cultured beds in the northern Adriatic Sea. *General Fisheries Council for the Mediterranean*, 52: 35-45.
- Hrs-Brenko, M., (1990) Sakupljanje mlađi ekonomski važnih školjaka na Jadranu. *Pomorski zbornik, Rijeka*, 23(1): 643-653.
- IOR (2003) Studija utjecaja na okoliš zahvata marikulture na području Malostonskog zaljeva i Malog mora (strateška procjena utjecaja na okoliš). Voditelj: Benović, A., Institut za oceanografiju i ribarstvo Split- Dubrovnik, 173 pp.
- ISO 11905-1:1997 Water quality — Determination of nitrogen — Part 1: Method using oxidative digestion with peroxodisulfate
- Jasprica, N. (2003) Prva hrana svijeta, Biseri Jadrana, br. 4, pp. 66-72.
- Karayucel S., Celik M. Y., Karayucel I., Erik G. (2010) Growth and Production of Raft Cultivated Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) in Sinop, Black Sea. *TurkFish Aquat Sci* 10:9-17.
- Karayucel S., Karayucel I. (1997) Influence of Environmental Factors on Condition Index and Biochemical Composition in *Mytilus edulis* L. in Cultivated Raft System, in two Schotish SeaLochs. *Turkish J Marine Sci* 3:149-166.

Karayucel S., Karayucel I., Erdem M., Saygun S., Uyan O. (2003) Growth and production in Long – Line Cultivated Mediterranean Mussel (*Mytilus galloprovincialis*) in Sinop, Black Sea. The Israeli Journal of Aquaculture –Bamidgeh 55(3):169-178.

Kršinić, F., Mušin, D. (1981) Mikrozooplankton Malostonskog zaljeva i Malog mora. Zbornik radova savjetovanja “Malostonski zaljev, prirodna podloga i društveno valoriziranje”, 12-14 studenog, Dubrovnik, Hrvatska, pp. 108-119.

Mann, R. (1978) A comparison of morphometric, biochemical and physiological index of condition in marine bivalve molluscs. In: Energy and environmental stress in aquatic systems. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts. pp. 484-497.

Marguš, D. (1985) Komparativne metode izračunavanja indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). Ichthyologia, 17(1): 59-67.

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

Marušić, N., Vidaček, S., Medić, H., Petrak, T. (2009) Indeks kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) u uvali Budava i u zaljevu Raša. Ribarstvo, 67, (3): 91-99.

Mason, J. (1976) Cultivation. In: Bayne, B.L. (ur.) Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 385-410.

Matoničkin, I., Habdija, I., Primc- Habdija, B. (1998) Beskralješnjaci - biologija nižih avertebrata, III. prerađeno i dopunjeno izdanje. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu, Školska knjiga, Zagreb, str. 485-511.

Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske (2021) MPS Uprava ribarstvom. Raspoloživo na: <https://ribarstvo.mps.hr> (pristupljeno 11. Rujna 2021.)

Narodne novine (2009) Plan praćenja kakvoće mora i školjkaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje živih školjkaša za 2009. godinu. Narodne novine d.d., 31 (680). Raspoloživo na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_03_31_680.html (pristupljeno 26. kolovoza 2021.)

NSPA (2015) Nacionalni strateški plan razvoja akvakulture za razdoblje 2014 -2020. Ministarstvo poljoprivrede. Raspoloživo na: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=5184> (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

Orban, E., Di Lena, G., Navigato, 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

Rosenberg, G. (2014) New critical estimate of named species-level diversity of the recent Mollusca. American Malacological Bulletin, 32(2): 308-322.

Seed, R. (1976) Ecology. *In:* B.L. Bayne (Ur.), Marine mussels: their ecology and physiology. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 13-65.

Sidari, L., P. Nichetto, S. Cok, S. Sosa, A. Tubaro, G. Honsell & R. Della Loggia. (1998) Phytoplankton selection by mussels, and diarrhetic shellfish poisoning. *Mar. Biol.*, 131: 103–111.

Šimunović, A. (2004) MALOSTONSKI ZALJEV - BISER JADRANA. NAŠE MORE, 51 (1-2), 12-16.

Theisen, B.F., (1987) Infestation of *Mytilus edulis* by *Mytilicola intestinalis*. *Ophelia*, 10: 49-55.

Treer, T., Safner, R., Aničić, I., Lovrinov, M. (1995) Ribarstvo. Zagreb: Nakladni zavod Globus, 463 pp.

WoRMS Editorial Board (2021a) *Mytilus Linnaeus*, 1758. World Register of Marine Species. Internet, Raspoloživo na: <https://www.marinespecies.org> (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

WoRMS Editorial Board (2021b) *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819. World Register of Marine Species. Internet, Raspoloživo na: <https://www.marinespecies.org> (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

WoRMS Editorial Board (2021c) Bacillariophyceae. World Register of Marine Species. Internet, Raspoloživo na: <https://www.marinespecies.org> (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

Xu, Q., Yang, H. (2007) Food sources of three bivalves living in two habitats of Jiaozhou Bay (Qingdao, China): Indicated by lipid biomarkers and stable isotope analysis. *J. Shell. Res.*, 26(2): 561–567.

Yildiz, H., Palaz, M., Bulut, M. (2009) Condition Indices of Mediterranean Mussels (*Mytilus galloprovincialis* L. 1819) Growing on Suspended Ropes in Dardanelles. *J Food Tech* 4(3):221–224

Zardi, G.I., McQuaid, C.D., Nicastro, K.R. (2007) Balancing survival and reproduction: seasonality of wave action, attachment strength and reproductive output in indigenous *Perna perna* and invasive *Mytilus galloprovincialis* mussels. *Marine Ecology Progress Series* 334:155-163.

Zwaan De, A., Zandee, D. I. (1972) Body distribution and seasonal changes in the glycogen content of the common sea mussel *Mytilus edulis*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 43:53-58.

8. LITERATURA SLIKE

Andres, D. (2021) Dagnja - *Mytilus galloprovincialis*. Dalibor Andres Podvodni svijet i fotografija. Internet, Raspoloživo na: http://dalibor-andres.from.hr/uw/jme_021.htm

BIOPORTAL (2021) Geografski informacijski sustav. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja. Internet, Raspoloživo na: <http://www.biportal.hr/gis/>

FAO (2004) *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Intranet. Raspoloživo na: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en (pristupljeno 31. kolovoza 2021.)

Lew, D. (2021) Mediterranean Mussel *Mytilus galloprovincialis* 921 Distribution - Carbon Nanotubes. Dr. Darrin Lew. Internet, Raspoloživo na: <https://www.drdarrinlew.us/carbon-nanotubes/mediterranean-mussel-mytilus-galloprovincialis-921-distribution.html>

9. SAŽETAK

Indeks kondicije školjkaša predstavlja udio količine mesa unutar ljuštura i jedan je od pokazatelja tržišne kvalitete školjkaša. U ovom istraživanju je određen i uspoređen indeks kondicije mediteranske dagnje *Mytilus galloprovincialis* s dvije uzgojne lokacije (Limski kanal i Malostonski zaljev) u razdoblju od srpnja 2020. godine do svibnja 2021. godine. Izmjereni su i određeni fizikalno-kemijski parametri na obje istraživane lokacije i utvrđen je njihov odnos s mjerenim indeksom kondicije. Svi mjereni parametri su pokazali sezonske varijacije. Najveći indeksi kondicije mediteranske dagnje *M. galloprovincialis* izmjereni su u srpnju (20,83) i studenom (18,14) u Limskom kanalu, a u Malostonskom zaljevu u rujnu (17,06) i ožujku (19,07). Iz navedenog bi se dalo pretpostaviti da se radi o školjkašima čiji indeks kondicije varira u skladu sa sezonom spolnog ciklusa i da dagnje u Limskom kanalu imaju nešto bolji indeks kondicije od onih u Malostonskom zaljevu.

10. ABSTRACT

The mussel condition index represents the proportion of the amount of meat within the shell and it's one of the indicators of the market quality of mussel. In this study, the condition index of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* within two breeding sites (Lim Channel and Mali Ston Bay) in the period from July 2020 to May 2021 was determined and compared. Physico-chemical parameters were measured and determined at both investigated locations and their relationship with the measured condition index was determined. All measured parameters showed seasonal variations. The highest condition indexes of the Mediterranean mussel *M. galloprovincialis* were measured in July (20.83) and November (18.14) in the Lim Channel, and in the Mali Ston Bay in September (17.06) and March (19.07). From the above, it could be assumed that these are mussels whose condition index varies according to the season of the sexual cycle and that mussels in the Lim Channel have a slightly better condition index than those in Mali Ston Bay.