

Indeks kondicije uzgojnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Istri

Košćica, Lorena

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

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:137:460647>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

Lorena Koščica

Indeks kondicije uzgojnih populacija dagnji *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Istri

ZAVRŠNI RAD

Rovinj, 2014.

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI
SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ ZNANOST O MORU

Lorena Koščica

Indeks kondicije uzgojnih populacija dagnji *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Istri

ZAVRŠNI RAD

JMBAG: 33 - ZM

Status: redoviti student

Kolegij: Biotestovi i biološki monitoring zagađivala

Mentor: izv. prof. dr. sc. Bojan Hamer

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisana Lorena Koščica, kandidat za prvostupnika (baccalaureus) znanosti o moru, ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na 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 nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

U Rovinju, 18. rujna 2014.

Završni rad završetak je Sveučilišnog preddiplomskog studija Znanost o moru pri Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli. Rad je napravljen u Laboratoriju za morską molekularnu biologiju Centra za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju.

Voditelj Sveučilišnog preddiplomskog studija Znanost o moru je za mentora završnog rada imenovao izv. prof. dr. sc. Bojana Hamera.

Mentor: izv. prof. dr. sc. Bojan Hamer

Povjerenstvo za ocjenjivanje i obranu:

Predsjednik: prof. dr. sc. Renato Batel

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj

Mentor: izv. prof. dr. sc. Bojan Hamer

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj

Član: doc. dr. sc. Dijana Pavičić-Hamer

Institut Ruđer Bošković, Centar za istraživanje mora, Rovinj

Datum i mjesto obrane završnog rada: 18. rujna 2014., Rovinj

Rad je rezultat samostalnog istraživačkog rada.

Lorena Koščica _____

ZAHVALA

Zahvalila bih se mentoru, izv.prof.dr.sc. Bojanu Hameru na pomoći, savjetima i vremenu koji je uložio kako bi nastao ovaj završni rad koji je u potpunosti izrađen u Laboratoriju za morsku molekularnu biologiju pri Institutu Ruđer Bošković u Rovinju.

Zahvaljujem se svakom profesoru koji je kroz godine studiranja na preddiplomskom studiju Znanost o moru prenio svoje znanje na mene, kao temelj za moje daljne obrazovanje.

Za kraj najveća zahvala mojoj obitelji, na njihovom beskrajnom strpljenju i isto tolikoj potpori.

SADRŽAJ

| | |
|---|----|
| 1. UVOD | 7 |
| 1.1. Tehnologija uzgoja školjkaša | 8 |
| 1.2. Uzgoj školjkaša u Republici Hrvatskoj | 9 |
| 1.3. Biološke karakteristike Mediteranske dagnje | 10 |
| 1.4. Indeks kondicije | 14 |
| 2. CILJ RADA I OBRAZLOŽENJE TEME | 15 |
| 3. MATERIJALI I METODE | 16 |
| 3.1. Istraživana uzgajališta dagnji na području istarske županije | 16 |
| 3.2. Određivanje indeksa kondicije | 21 |
| 4. REZULTATI..... | 22 |
| 4.1. Indeksi kondicije dagnji tijekom zimskog razdoblja..... | 24 |
| 4.2. Indeksi kondicije dagnji tijekom ljetnog razdoblja | 25 |
| 4.3. Indeksi kondicije tijekom ljetnog razdoblja nakon translokacije..... | 26 |
| 4.4. Rangiranje uzgajališta obzirom na vrijednosti IK-2..... | 27 |
| 5. RASPRAVA | 29 |
| 6. ZAKLJUČCI | 31 |
| 7. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA..... | 32 |
| 8. BASIC DOCUMENTATION CARD | 33 |
| 9. Popis literature | 34 |

1. UVOD

Porast stanovništva svijeta konstantno nameće nove tehnologije u proizvodnji hrane koja je gotovo u cijelosti orijentirana na kopno (90%). Zemlja je planet gdje vodeni ekosustavi zauzimaju 5/7 ukupne površine i zbog ove činjenice trebalo bi ih intenzivnije iskorištavati u proizvodnji hrane. Prva svjedočanstva o uzgoju školjkaša na području današnje Hrvatske datiraju iz rimskog doba. Kroz povijest tehnologija uzgoja na ovim prostorima ostala je uglavnom jednostavna dok se proizvodnja odvijala uz velike oscilacije (Dujmušić, 2000).

Školjkaši su izvor zdrave hrane, a kako se u posljednje vrijeme nameće trend zdrave hrane kao stil života, tako se uzgoj dagnji i ostalih školjkaša (marikultura) nameće kao jedina mogućnost zadovoljavanja tržišta za ovim proizvodima. Hranidbena vrijednost školjkaša temelji se na omjeru količine bjelančevina i masti. Bolje kakvoće su školjke čije je meso bogatije bjelančevinama. Za razliku od mesa ostalih životinja, meso školjkaša sadrži velike količine ugljikohidrata (glikogena). Prema projektu marikulture unutar Nacionalnog programa proizvodnje i potrošnje današnja proizvodnja kreće se oko 3000 tona školjkaša (dagnje i kamenice) s mogućnošću porasta na 20000 tona kroz sljedeće desetljeće (Pavlović, 2004).

Marikultura i kontrolirani uzgoj bilježe stopu rasta kroz zadnjih desetak godina od čak 10%. Kada govorimo o marikulturi najveći dio zauzimaju ribe (66%), školjkaši (16,2%), rakovi (0,3%) te alge (17,5%). Uz istočnu obalu Jadrana obitava oko 200 vrsta školjkaša od čega 66 vrsta lokalno stanovništvo koristi u prehrani, dok se na tržište plasira oko 16 vrsta. Uzgoj kamenica (*Ostrea edulis*, *Crassostera gigas*) i dagnji (*Mytilus galloprovincialis*) je tradicionalan na našim prostorima u 85 registriranih uzgajališta. Proizvodnja unutar uzgajališta ne premašuje 2000 tona dagnji i milijun komada kamenica (Bratoš i sur., 2004).

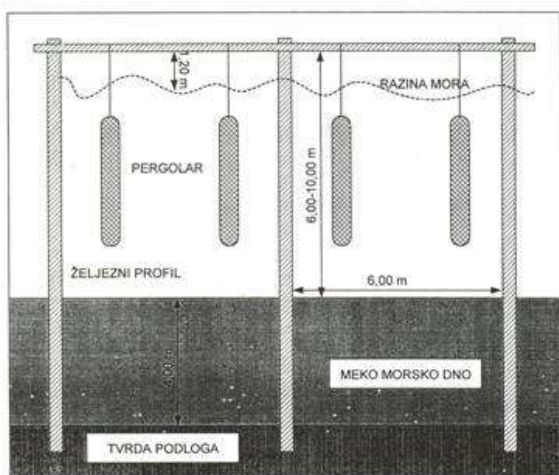
Uzgoj školjkaša ovisan je o povoljnim prirodnim čimbenicima i o visini urbanog i industrijskog zagađenja pa se zbog ovih razloga u Istri pokušavalo uzgajati školjkaše na različitim lokacijama. Čisti okoliš je osnovni preduvjet za uzgoj školjkaša, proizvodnju vrijedne i zdrave hrane iz mora. Tijekom uzgojnog ciklusa provodi se stalna kontrola kakvoće morske vode i školjkaša (NN 49/07, 2007). Na području svakog uzgajališta potrebna su stalna mjerenja sanitarno-bakteriološke kontrole mesa, te praćenje zdravstvenog stanja školjkaša. U morskoj vodi prati se temperatura, salinitet, otopljeni kisik, fitoplankton, a u sedimentu ukupni organski ugljik, sadržaj dušika, fosfora i sumporovodika te u samim školjkašima ugljikovodici i tragovi metala. Pojava cvata fitoplanktona dinoflagelata koji luče biotoksine problem je današnjice u kontroliranom uzgoju školjkaša, a posljedice dinoflagelata pogubne su za ljudsko zdravlje stoga

je zakonom propisana njihova kontrola (NN 49/07, 2007). Na samom području Istre najznačajnije uzgajalište je u Limskom kanalu (Mari Mirna i Riviera). Danas postoji 12 uzgajivača na području Istarske županije. Područja za uzgoj, sakupljanje i izlov školjkaša koja su obuhvaćena planom praćenja kvalitete proizvodnih područja školjkaša su: Savudrijska vala, Vabriga, Limski kanal, Medulinski zaljev, Raški zaljev i uvala Budava. Novigradsko more je najbogatije lovište samoniklih dagnji u Hrvatskoj.

Za hrvatsku marikulturu tipičan je uzgoj školjkaša u tzv. parkovima. Postavljanje parkova školjkaša u blizinu postojećih uzgajališta riba jedan je od mogućih načina ostvarenja navedenog povećanja proizvodnje školjkaša npr. marikultura u Limskom kanalu. Na taj način bolje se iskorištava morska površina tj. smanjuje se potražnja za novim lokacijama za uzgoj školjkaša. Uz zadržavanje današnjeg intenziteta uzgoja školjkaša, za ostvarenje plana od 20000 tona godišnje trebalo bi osigurati oko 10 puta veću morsku površinu od one koja se danas koristi. Zato je ovakva ušteda prostora izrazito značajna, ako se uzme u obzir da su ponajbolje lokacije za uzgoj školjkaša u Hrvatskoj već zauzete, uz male mogućnosti širenja.

1.1. Tehnologija uzgoja školjkaša

Tehnologija uzgoja školjkaša na Jadranu je prilično jednostavna te sa tehnološke strane i zastarjela, jer kada se govori o uzgoju školjkaša na našim prostorima govori se više o poluuuzgoju nego pravom uzgoju (Dujmušić, 1992).



Slika 1. Shema parka za uzgoj školjkaša.

Uzgoj školjkaša možemo podijeliti na dvije faze. Prvu fazu karakterizira sakupljanje mladih školjkaša koji prelaze iz planktonskog dijela života u bentonski, dok drugu fazu karakterizira uzgoj školjkaša od mlađi do konzumne veličine. Prikupljanje mlađi dagnje izvodi se uranjanjem kolektora (koriste se stari, istrošeni konopci promjera 3-6 cm) na određenu dubinu, ovisno o samoj lokaciji uzgoja. U Limskom kanalu kolektori se postavljaju uz samu površinu na dubini od 10 do 13 cm (Dujmušić, 1992). Točan vremenski period postavljanja kolektora određuje se na osnovi pojave larvalnih stadija dagnji u planktonu, što je određeno abiotsko-biotskim promjenama na samoj lokaciji (Matulić, 2005).

Obzirom na reproduktivni ciklus dagnji na našim obalama, preporučuje se prihvat mlađi dva puta godišnje, u jesen i na proljeće. Postavljanje kolektora za prihvat mlađi u jesenskom prihvatu obavlja se u drugoj polovici kolovoza i početkom rujna, a za proljetni prihvat u ožujku ili najkasnije u prvoj polovici travnja. Skidanje mlađi s kolektora odvija se nakon 6 mjeseci i postizanja veličine od 2 do 4 cm (Dujmušić, 1992; Matulić, 2005).

1.2. Uzgoj školjkaša u Republici Hrvatskoj

Ljudi su od davnina uzgajali i izlovljavali morske organizme u svrhu preživljavanja. Danas je to malo drugačije, jer je činjenica da je današnji turizam, a posebice onaj elitni, nezamisliv bez “plodova” mora. Riječ je o veoma unosnom biznisu kojim se u Hrvatskoj bavi 110 tvrtki i obrta. Sadašnji uzgoj školjkaša koncentriran je u Malostonskom zaljevu, zatim u Limskom kanalu te na ušću rijeke Krke. Godišnje se uzgaja oko 3000 tona dagnji i oko milijun komada kamenica koje se kasnije plasiraju na svjetska tržišta kao hrvatski proizvod.

Turisti diljem lijepe naše zasigurno misle da dagnje, koje u restoranima plaćaju za 80 dkg i do 45 kuna, dolaze iz našeg lijepoga mora – a ne uvoza. Podaci govore da je u prošloj godini Hrvatska uvezla 195 tona školjki, uglavnom dagnji i kamenica, što nas je stajalo 715.532,00 dolara. Najviše ih je stiglo iz Španjolske (150 tona), zatim iz Čilea (30 tona), Velike Britanije (6 tona) te po tonu iz Argentine i Vijetnama.

Duboko se nadam da će se ovakva crna statistika hrvatskog uzgoja školjkaša promijeniti u dogledno vrijeme, jer pored ovakvog mora i potencijala uzgoja zaista nije potrebno uvoziti školjkaše.

1.3. Biološke karakteristike Mediteranske dagnje

Dagnju *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) taksonomski svrstavamo u:

Koljeno (Phylum): *Mollusca* (mekušci)

Razred (Classis): *Bivalvia* (školjkaši)

Red (Ordo): *Filibranchia* (končastoškrgaši)

Porodica (Familia): *Mytilidae* (dagnje)

Rod (Genus): *Mytilus*

Vrsta (Species): *Mytilus galloprovincialis* (Mediteranska dagnja)

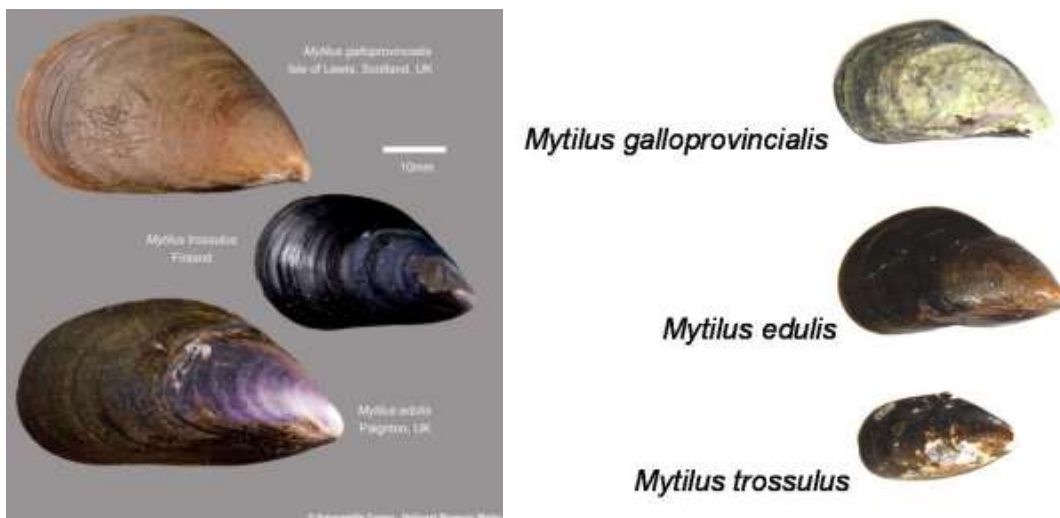


Slika 2. Dagnje u prirodnom staništu te otvorena dagnja.

Rod *Mytilus* sastoji se od više vrsta od kojih u Europi u marikulturi nalazimo *M. edulis* (Linnaeus, 1758) i *M. galloprovincialis* (Lamarck, 1819) kao ekonomski važne vrste. Atlantska dagnja *M. edulis* široko je rasprostranjena na sjevernoj hemisferi. U Europi je nalazimo od Bijelog mora na sjeveru do južne obale Francuske (Seed, 1972, 1978; McDonald i sur., 1991). Istočna obala Jadrana (od Boke Kotorske do Linskog kanala) podvrgnuta je brojnim istraživanjima i nije potvrđena prisutnost atlantske dagnje (Skaramuca i sur., 2007), već je zabilježena samo pojava mogućih hibrida *M. galloprovincialis* – *M. edulis* na području Zadra (Borik) te hibrida *M. galloprovincialis* – *M. trossulus* na području Splita (Kaštelanski zaljev, Vranjic) (Hamer i sur., 2012). Mogućih hibrida, stoga što su genetičkom identifikacijom putem jezgrinog DNA biljega Me 15/16 (gen koji kodira protein stopala) utvrđene varijante gena koje su tipične za *M. galloprovincialis* (prisutna na svim lokacija hrvatske obale Jadrana) te *M. edulis* i *M. trossulus* samo na gore spomenutim lokacijama. Daljnja istraživanja drugih jezgrinih

biljega i mitohondrijske DNA su u tijeku te će pokazati dali se radi o hibridima ili heterozigotima.

Vrsta *Mytilus galloprovincialis* rasprostranjena je u Mediteranu, Crnom moru, na atlantskoj obali Španjolske, Portugala i Francuske i sjeverno do Velike Britanije (Gosling, 1992). Dagnja *M. galloprovincialis* spada u invazivne vrste, vuče porijeklo iz Mediterana odakle se širi na okolna područja i dalje (Hamer i sur., 2012). Na području Hrvatske nalazimo je duž cijele obale Jadranskog mora. Najviše je prisutna u Novigradskom moru, Šibenskom zaljevu i kanalu, Malostonskom i Pulsom zaljevu. Najgušća naselja dagnji nalazimo u pojasu plime i oseke. Takva rasprostranjenost rezultat je bioloških čimbenika predacije i kompeticije, pa je moguće pronalaziti ih i na većim dubinama npr. olupine brodova (Gosling, 1992).



Slika 3. Fizionomske razlike školjkaša roda *Mytilus*: *M. galloprovincialis*, *M. trossulus* i *M. edulis*. Školjke su vrlo plastične i mogu biti različitih boja (npr. smeđa) za razliku od naše tipične dagnje modro-plave boje.

Postanak vrste *M. galloprovincialis* ima zanimljivu priču, pretpostavlja se da je vrsta nastala od *M. edulis* kada se Sredozemno more odvojilo od Atlantskog oceana za vrijeme pleistocena prije 1-2 milijuna godina (Barsotti i Meluzzi, 1968). Morfološke i genetičke razlike između prikazanih vrsta na slici 3. su izrazito male, stoga na područjima gdje ih nalazimo zajedno (Francuska, Irska, Baltik), prirodno se mrijeste i proizvode hibride koji nadalje proizvode vitalne ličinke i još se nazivaju vrste „*M. edulis* complex“-a (Gosling, 1994). Ove vrste razlikuju se u pet do šest morfoloških karakteristika a kao najpouzdanije pokazale su se: veličina aduktora, veličina brave dok je oblik ljuštare najmanje pouzdan, tako npr. naša dagnja

(*M. galloprovincialis*) ima omjer visine i dužine školjke veći od 50% i lepezast oblik, dok za *M. edulis* taj omjer je manji od 50% i školjka je bubrežastog oblika (Hamer i sur., 2012). Ostale razlike jesu: boja ruba plašta (žučkasto smeđa kod atlantske dagnje i tamno-ljubičasta kod mediteranske dagnje), longitudinalni zarezi plavkaste boje na ljušturi koje nalazimo isključivo kod atlantske dagnje. Ipak, uz sve ove razlike ne postoji jedinstvena morfološka karakteristika kojom sa sigurnošću možemo odrediti vrstu (McDonald i sur., 1991; Hamer i sur., 2012). U Jadranskom moru postoji dvanaest podvrsta mediteranske dagnje među kojima je i Hrvatska dagnja – *Mytilus galloprovincialis* subsp. *Croaticus Brusina* (Dujmušić, 1992), ove podvrste predstavljaju morfološke oblike (engl. *morphs*, jer su dagnje (ljušture) vrlo plastične i oblik ovisi o ekološkim uvjetima staništa (Hamer i sur., 2012). Na hrvatskoj obali spominje se preko 25 narodnih naziva za dagnju (Milišić, 1991). Na području Istarske županije narodni naziv je pedoč ili pedoča – tuđica prema nazivu venecijansko-tršćanske regije *pedocchio*. Dagnja je tipičan predstavnik skupine heteromyaria. Prepoznatljiv trokutasti oblik dagnji daje reducirani anteriorni mišić te je ljuštura na tom dijelu sužena (Golsing, 2004). Dagnja živi pričvršćena za podlogu bisusnim nitima koje luči bisusna žlijezda u stopalu. Dagnje su gonohoristi, a razvoj gonada se odvija unutar tkiva plašta. Većina populacije sadrži približno jednak broj muških i ženskih jedinki. Kada jedinka sazrije plašt koji sadrži gamete je narančasto-crvene boje kod ženki i kremasto-bijele boje kod mužjaka. Spolno sazrijevaju već za vrijeme prve godine života, a fekunditet se kreće od 7-8 milijuna jajašaca kod manjih jedinki pa do 40 milijuna jajašaca kod većih jedinki. Početak gametogeneze povezan je s temperaturom. Ispod određene temperature ne dolazi do gametogeneze. Temperatura nije točno određena ali prema Dardignac-Corbelu (1990) to nije ispod 5-7°C, dok prema Dujmušiću (1992) do mrijesta dolazi samo iznad 15°C. Temperatura također ima utjecaj i na duljinu perioda reprodukcije. Više srednje vrijednosti temperature produljuju period razmnožavanja. U Jadranu je primijećen mrijest kroz čitavu godinu, ali svoj maksimum dostiže u proljeće i jesen (Dardignac-Corbel, 1990). Oplodnja dagnji je vanjska, ličinke borave u planktonu od 2 do 4 tjedna nakon čega se razvije bisusna žlijezda koja luči bisus kojim se prihvaća za podlogu (Gosling, 2003?).

Dagnje imaju ktenidije, škrge čija su vlakna vezana s nekoliko vrsta cilija. Osim za respiraciju, uloga ktenidija je i hranidbena. Čestice unesene vodom prihvaćaju cilije svakog škržnog filameta na kojem se nalazi hranidbeni žlijeb. Daljnji put hrane uz pomoć cilija i sluzi odlazi prema usnim palpima i ustima. Unutar usnih palpi razvrstavaju se čestice prema veličini i kvaliteti. Samo odabrane čestice prosljeđuju se u usta, dok se ostatak odbacuje na unutarnju površinu plašta kao pseudofeces (Gosling, 1992).

U razdoblju niske koncentracije otopljene partikularne tvari u moru, nema selekcije čestica već se sve čestice dovode do usnih palpi te se dalje unose u probavni trakt. U uvjetima kada ima dovoljno otopljene partikularne tvari u moru i količina čestica prelazi maksimalni kapacitet probavnog sustava dagnje, višak tvori sluz i odstranjuje se iz plaštane šupljine. Količina čestica koja se unosi u probavni sustav dagnje je uvijek konstantna, bez obzira na promjene u količini otopljene partikularne tvari u morskom ekosustavu (Gosling, 1992). Tvari unesene u probavni sustav podvrgnute su izvanstraničnoj probavi, te unutarstaničnoj probavi u tubulima probavne žlijezde. Apsorpcija se odvija u crijevu neposredno prije izbacivanja fecesa (Gosling, 1992).

Sastav obroka dagnji može biti različit. Prevladava fitoplankton, nadalje tu nalazimo fini organski detritus, razgrađenu organsku tvar, različite bakterije, mikrozooplankton i anorganske čestice. Najvažnije skupine fitoplanktona u ishrani dagnje: alge kremenjašice – dijatomeje (*Bacillriophyta*), jednostanični bičasi i dinoflagelati (*Dynophyta*), morski bičasi – silikoflagelati (*Chrysophyceae*) (Jasprica, 2000).

Sve vrste iz roda *Mytilus* upotrebljavaju se kao modelni organizmi u različitim ekotoksikološkim, fiziološkim, biokemijskim i genetičkim istraživanjima. Dagnje, kao filtratori morske vode, mogu poslužiti kao pokazatelj kvalitete okoliša iz kojih su uzorkovane (Gosling, 1992; Hamer i sur., 2004; 2008; 2010). Važna je njihova ekonomska uloga – pozitivna kao izvor zdrave hrane, a negativna u obliku obraštaja kojeg treba odstranjivati. Prosječni kemijski sastav mesa dagnji iznosi: 80% - voda, 20% - suha tvar, 11,8% - bjelančevine, 1,8% - mast i 2,5% - glikogen. Sadrži minerale kalcij (Ca), fosfor (P), željezo (Fe) te vitamine A, C, D i E.

Kao što sam spomenula već nekoliko puta njezino veliko ekonomsko značenje, treba još napomenuti da se ne koristi isključivo meso dagnje, već su ljudi kroz godine pronašli načina za iskorištavanje i ljuštura. Tako se danas ljuštura samljevene koriste kao dodatna hrana za životinje, kao umjetno gorivo te dodatak prilikom izrade modernih cesta.

1.4. Indeks kondicije

U teoriji pojam kondicija označava mogućnost organizma da podnese fizički, kemijski ili biološki stres (Bayne, 1975). Indeks kondicije školjkaša predstavlja postotak količine mesa unutar ljuštura u odnosu na ukupnu, masu, volumen, dužinu itd. (Mann, 1978). Praćenjem indeksa kondicije utvrđujemo dinamiku promjene količine mesa školjkaša koja se ciklički mijenja tijekom godine ovisno o periodima spolne aktivnosti, prisutnosti hrane, stresa uzrokovanog promjenama ekoloških čimbenika sredine (Hrs-Brenko, 1968; Hamer i sur., 2008).

Mjerenja vrijednosti indeksa kondicije koriste se više od pola stoljeća u različite znanstvene ili komercijalne svrhe (Davenport i Chen, 1987). Indeks kondicije dagnji varira ovisno o veličini jedinke, godišnjem dobu i ekološkim uvjetima sredine, a ponajviše o količini dostupne hrane. Sezonske promjene okolišnih uvjeta dovode do interakcija između čimbenika temperature, hrane i saliniteta na tjelesni prirast i spolni razvoj te na taj način utječu i na vrijednost indeksa kondicije (Gosling, 1992). Na Jadranu najniže vrijednost indeksa kondicije javljaju se u zimskim mjesecima, a najviše u ljetnim mjesecima (Dujmušić, 1992). Razlike u indeksu kondicije razlikuju se kod dagnji koje žive na morskom dnu od dagnji koje nastanjuju vodeni stupac. Značajno povećanje indeksa kondicije bilježe dagnje koje se nalaze malo izdignute iznad morskog dna, dok zona plime i oseke ima nepovoljni učinak te tijekom niskih i visokih temperatura zraka može rezultirati velikom smrtnošću. Mjerenje indeksa kondicije mogu se provoditi individualno ili skupno, makar se u praksi preferira individualno mjerenje indeksa kondicije (Gosling, 1992).

Kao što je već rečeno indeks kondicije (IK) predstavlja udio mesa školjkaša u ukupnoj masi, volumenu školjke ili ljušture. Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije (Hamer i sur., 2008.), mi smo se odlučili za nekoliko jednostavnih i pogodnih za naše potrebe i uvjete rada. Masa ljušture, masa mesa, dužina, širina, visina i volumen školjke su stabilne vrijednosti i jednostavno ih je izmjeriti. Jednadžbe za određivanje IK su precizne i sadrže jednostavno mjerljive vrijednosti (Marguš, 1985.).

2. CILJ RADA I OBRAZLOŽENJE TEME

Uzgoj školjkaša kroz brojna uzgajališta zahtjeva konstantne provjere i izračune indeksa kondicije kroz sezone. Za klasifikaciju školjkaša s obzirom na hranidbenu vrijednost njihova mesa, koristi se odnos količine masti i bjelančevina te maseni udio mesa u odnosu na ukupnu masu školjkaša što se izražava indeksom kondicije (IK).

Svrha ovog završnog rada je dobivanje podataka o kvaliteti dagnji iz uzgoja, te međusobna usporedba i rangiranje uzgajališta obzirom na rezultate dobivene mjerenjem indeksa kondicije. Istraživanje je provedeno na dagnjama iz najznačajnijih uzgajališta na području Istarske županije, od uvale Vabriga i Budave, Linskog kanala, Pomerskog i Raškog zaljeva. Budući da je indeks kondicije pokazatelj općeg stanja dagnji, smanjene količine mesa u dagnjama ukazat će na nepovoljne promjene ekoloških uvjeta, odnosno obrnuto povećani udio mesa bit će jasan znak povoljnih uvjeta u pojedinom uzgajalištu. Samo poznavanje indeksa kondicije važna je metoda uzgajivačima da svoje školjke daju na tržište u najpovoljnije vrijeme kada je njihova hranidbena vrijednost (kvaliteta) najviša, a time bi također postigli višu cijenu od uobičajene (20 kn/kg).

S obzirom da sam dugogodišnji konzument dagnji, primijetila sam da količina mesa ne ovisi o veličini školjke i razlikuje se tijekom godine što me zaintrigiralo i došlo do ideje za provedeno istraživanje završnog rada.

3. MATERIJALI I METODE

Školjkaši za istraživanje sakupljeni su sa 5 postaja na području Istarske županije: Limski kanal (LK), uvala Vabriga (VA), Pomerski zaljev (PO), uvala Budava (BU) i Raški zaljev (RZ) tijekom veljače i kolovoza. Za potrebe određivanja kvalitete dagnji i usporedbe uzorkovala sam po 20 jedinki konzumne veličine (6-8 cm) sa svake postaje/uzgajališta. Praktični dio rada odradila sam u potpunosti u Centru za istraživanje mora Instituta Ruđer Bošković u Rovinju. Sve dagnje svih 5 postaja uzorkovane su sa dubine cca 1 metra uz mjerenje saliniteta i temperature morske vode sondom (pIONneer 65, Radiometer).

Nadalje, uzimane su jedinke sa svake postaje i translocirane u Limski kanal (5 mjeseci), koji smo odredili kao kontrolnu-referentnu postaju, da bi se vidjelo kako će koja dagnja (genetski potencijal) reagirati i koje uzgajalište ima bolje ekološke uvjete.

3.1. Istraživana uzgajališta dagnji na području istarske županije

Marikultura, kao grana gospodarstva koja iz godine u godinu raste u Istri, zahtjeva čisti morski okoliš kako bi zauzvrat ponudila ribe, školjkaše, rakove, alge iznimne kvalitete i visoke hranidbene vrijednosti. Hrvatska regija Istra, može se pohvaliti „bistrim“ morem što je jedan od preduvjeta koji omogućuje razvoj marikulture (Slika 4).



Slika 4. Uzgajališta školjkaša na području Istarske županije u kojima je provedeno istraživanje kvalitete dagnji.

A) Vabriga

Uzgojno područje Vabriga nalazi se na zapadnoj obali istarskog poluotoka, 4-5 kilometara južno od ušća rijeke Mirne (Slika 5). Prosječna dubina uzgojnog područja iznosi 4-15 metara.



Slika 5. Uzgojni parkovi školjkaša u Vabrigi.

B) Limski kanal

Limski kanal (zaljev) je potopljena krška dolina, jednostavnije rečeno – dio mora koji se duboko zavukao u istarsko kopno (Slika 6). Dugačak je oko 13 kilometara dok njegov kopneni dio, Limska draga, seže sve do unutrašnjosti Istre (Čičarije). Zaljev se od otvorenog mora do svog završetka na kopnenoj strani sužava sa 600 metara do 200 metara širine. Najveća dubina je na ulazu i iznosi 33 metra, dok je završni dio znatno plići. Završetak zaljeva ima specifična obilježja vode koja pogoduju uzgoju školjkaša i ostalih morskih organizama. Taj dio zaljeva je pod snažnim utjecajem podzemnih voda bogatih organskom tvari. Ovisno o intenzitetu dotoka slatke vode salinitet se mijenja od vrijednosti 9 do vrijednosti 38 psu (engl. *Practical Salinity Units*), dok temperatura varira od 9°C do 25°C tijekom godine. Limski zaljev je zbog svoje visoke produktivnosti i specifičnosti životnih zajednica zaštićen od 1979. godine kao poseban rezervat u moru. Danas je ovo uzgajalište poznato po uzgoju eko-ribe i nadaleko poznate dagnje i plosnate kamenice.



Slika 6. Uzgoj školjkaša u Limskom kanalu.

C) Pomerski zaljev

Medulinski zaljev je razgranati zaljev na južnom dijelu istarskog poluotoka, oko 7 kilometara jugoistočno od Pule (Slika 7). Zaljev se sastoji od dva dijela, vanjskog, otvorenog i unutrašnjeg manjeg Pomerskog zaljeva. U uzgajalištu Pomer najveća dubina iznosi oko 12 metara.



Slika?

Slika 7. Uzgoj dagnji u Medulinskom zaljevu.

D) Uvala Budava

Uzgajalište Budava smješteno je u uvali Budava na jugoistoku istarskog poluotoka (Slika 8). Klima je mediteranska, veoma ugodna s najvišom temperaturom zraka u kolovozu 24°C i

najnižom temperaturom zraka u siječnju 5°C. Zanimljivo je da je dugo godina ova uvala bila pod zaštitom vojske zbog čega je priroda unutar uvale i oko nje potpuno netaknuta.



Slika 8. Panoramski pogled na uzgajalište dagnji u uvali Budava.

E) Raški zaljev

Zaljev je dug 12 i širok približno 1 kilometar (Slika 9). Dubina mu je od 46 metara na ulazu do sjeverne pličine od 3 metra. U dnu zaljeva utječe rijeka Raša, koja donosi velike količine hranjivih tvari i materijala koji se vremenom taloži i zatrpava zaljev. Salinitet kao posljedica dotoka slatke vode iz rijeke Raše unutar zaljeva može poprimiti podosta niske vrijednosti. Srednje mjesečne temperature kreću se od najnižih 9°C u veljači do najviših 24°C u kolovozu.



Slika?

Slika 9. Uzgajalište dagnji u Raškom zaljevu.

3.2. Određivanje indeksa kondicije

Svaka i pojedina jedinka temeljito je očišćena od mulja i obraštaja te izvagana na digitalnoj vagi preciznosti 0,01 g ($M_s + H_2O$). Nakon toga uslijedilo je mjerenje volumena (V_s) te dužine, širine i visine školjke (d, v, š). Potom su školjkaši otvoreni te je mjerena masa školjke bez vode ($M_s - H_2O$), masa mokrog tkiva (M_{mt}) i masa ljuštore (M_{lj}). Uzorkovano je po 20 jedinki dagnji konzumne veličine (6-8 cm) po uzgajalištu tijekom zime (veljača) i ljeta (kolovoz) 2010. godine. Uzorci su obrađeni neposredno nakon uzorkovanja. Masa školjke, ljuštore i mokrog tkiva određene su digitalnom vagom, volumen školjke istiskivanjem tekućine u menzuri od 500 ml, a dužina, širina i visina školjke mjerene pomičnim mjerilom.

Indeks kondicije (IK) predstavlja udio mesa školjkaša u ukupnoj masi školjke ili ljuštore. Postoji više metoda izračunavanja indeksa kondicije (Hamer i sur., 2008), mi smo odabrali najpogodnije za naše potrebe:

- IK-1: masa mokrog tkiva (g)×1000/volumen školjke (cm³)
- IK-2: masa mokrog tkiva (g)×1000/masa školjke (g)
- IK-3: masa mokrog tkiva (g)×1000/masa ljuštore (g)
- IK-4: masa mokrog tkiva (g)×1000/(dužina×širina/visina školjke (mm))
- IK-5: masa mokrog tkiva (g)×1000/dužina školjke (mm)

Dobiveni rezultati mjerenja IK prikazani su srednjom vrijednosti (20 jedinki), pripadajućom standardnom devijacijom i Box Whiskers grafom. Statistički značajna razlika ($p < 0,05$) indeksa kondicije dagnji dobivena je analizom Variance (ANOVA) i Post-hoc Scheffe testom (Statistica v. 8, StatSoft).

4. REZULTATI

Prilikom uzorkovanja dagnji (veljača i kolovoz) sondom su mjereni osnovni oceanografski parametri temperatura i salinitet mora (Tablica 1).

Tablica 1. Temperatura i salinitet mora u uzgajalištima dagnji u Istri.

| | Uzgajalište | Salinitet (psu) | | Temperatura (°C) | |
|---------|---------------|-----------------|---------|------------------|---------|
| | | veljača | kolovoz | veljača | kolovoz |
| 1. (VA) | Uvala Vabriga | 25,0 | 34,2 | 11,0 | 26,0 |
| 2. (LK) | Limski kanal | 14,7 | 33,2 | 12,2 | 27,3 |
| 3. (PO) | Pomer | 34,5 | 36,8 | 11,1 | 26,2 |
| 4. (BU) | Uvala Budava | 29,0 | 35,7 | 11,0 | 25,0 |
| 5. (RZ) | Raški zaljev | 30,1 | 35,7 | 10,3 | 25,1 |

Iz prikazanih podataka vidljivo je da postoje razlike između uzgajališta, naročito s obzirom na salinitet morske vode. Najniži salinitet 14,7 izmjeren je zimi u Limskom kanalu, dok u ostalim uzgajalištima saliniteti idu do 34,5. Ljeti su saliniteti viši i idu do 37 što je prosječna vrijednost za Sjeverni Jadran. Nema većih odstupanja temperature mora u uzgajalištima od prosjeka, zimi su temperature bile oko 11°C, a ljeti oko 26°C.

Izmjerene karakteristike dagnji po uzgajalištima na području Istre, od uvale Vabriga, Limskog kanala, Pomera, Budave i Raškog zaljeva prikazane su u Tablici 2. Istraživane dagnje iz svih uzgajališta bile su približno jednake veličine (6,5 – 7,7 cm) i prosječne mase od 33,5 g.

Tablica 2. Izmjerene karakteristike dagnji uzorkovanih na pojedinim uzgajalištima.

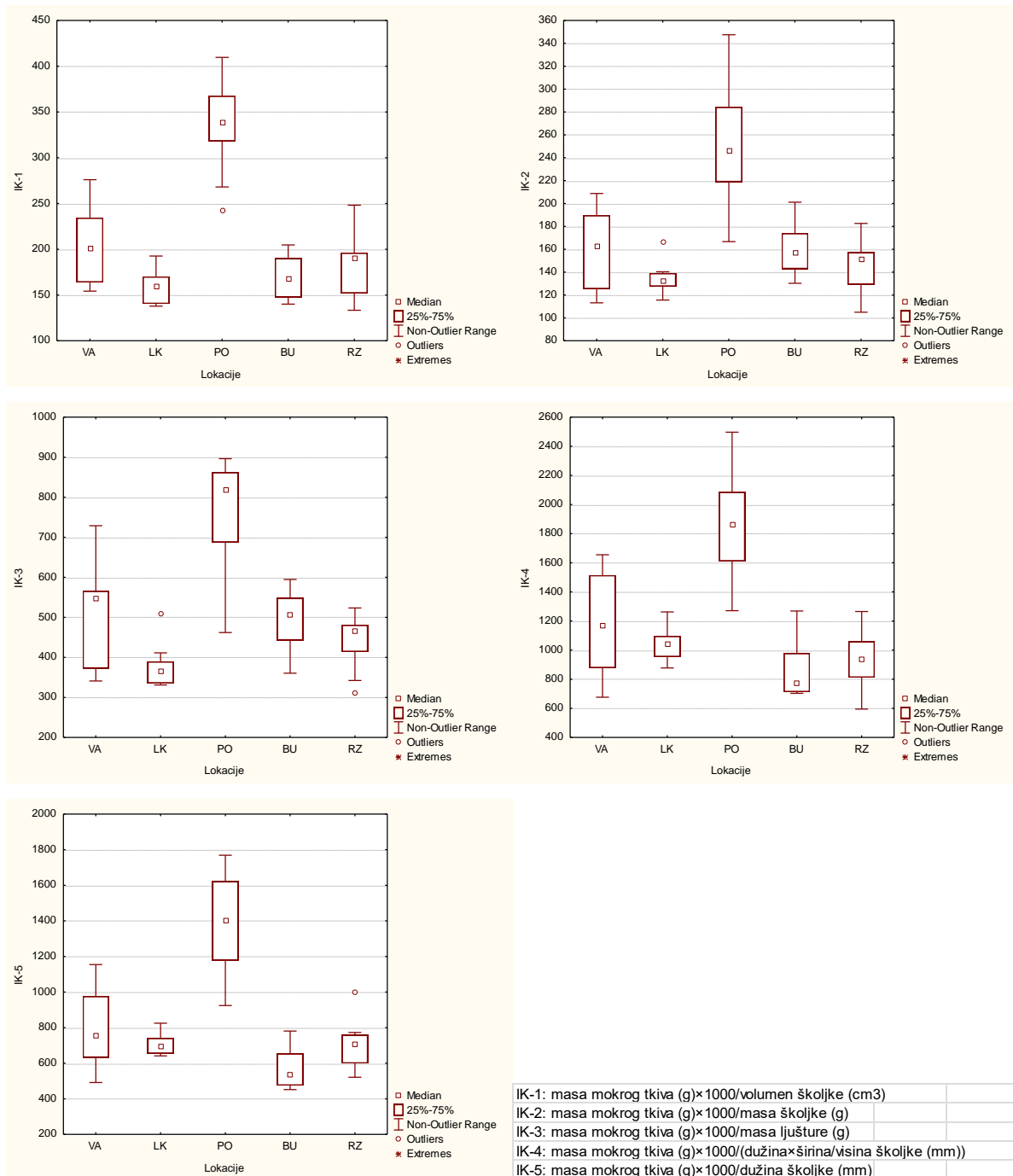
| Uzjališta | Parametri | Mš+H2O (g) | | Mš-H2O (g) | | Vš (cm ³) | | Mmt (g) | | Mlj (g) | |
|--------------|---------------|------------|------|------------|------|-----------------------|------|---------|------|---------|------|
| | | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. |
| Vabriga | Zima | 36,05 | 4,07 | 20,97 | 3,55 | 28,15 | 4,07 | 5,81 | 1,69 | 11,55 | 1,54 |
| | Ljeto | 34,54 | 4,41 | 19,63 | 1,84 | 29,85 | 4,04 | 4,58 | 0,84 | 11,36 | 1,79 |
| | Translokacija | 34,54 | 4,41 | 19,63 | 1,84 | 29,85 | 4,04 | 4,58 | 0,84 | 11,36 | 1,79 |
| Limski kanal | Zima | 38,28 | 5,75 | 24,16 | 4,06 | 32,40 | 6,17 | 5,06 | 0,59 | 13,70 | 2,56 |
| | Ljeto | 36,32 | 8,73 | 21,44 | 5,00 | 30,40 | 6,67 | 6,63 | 2,24 | 11,96 | 2,11 |
| | Translokacija | 27,21 | 3,23 | 17,49 | 2,62 | 22,75 | 2,54 | 4,25 | 1,08 | 9,94 | 1,59 |
| Pomer | Zima | 43,01 | 4,58 | 29,38 | 4,21 | 31,80 | 5,17 | 10,74 | 2,53 | 14,14 | 1,84 |
| | Ljeto | 27,47 | 4,11 | 17,58 | 3,42 | 25,20 | 3,37 | 5,44 | 1,04 | 9,46 | 1,69 |
| | Translokacija | 31,19 | 5,27 | 20,10 | 3,74 | 23,50 | 4,63 | 4,90 | 1,24 | 10,03 | 2,16 |
| Budava | Zima | 23,01 | 5,42 | 12,98 | 2,93 | 21,55 | 3,50 | 3,69 | 0,88 | 7,56 | 1,45 |
| | Ljeto | 34,64 | 4,03 | 23,34 | 2,74 | 28,10 | 3,70 | 7,38 | 0,97 | 12,61 | 1,68 |
| | Translokacija | 29,26 | 4,25 | 18,83 | 1,87 | 23,90 | 2,62 | 5,30 | 0,89 | 10,17 | 0,89 |
| Raški zaljev | Zima | 32,24 | 2,40 | 18,64 | 2,03 | 25,60 | 1,91 | 4,71 | 0,93 | 10,67 | 0,88 |
| | Ljeto | 29,05 | 5,97 | 16,22 | 2,94 | 21,40 | 4,65 | 5,05 | 1,10 | 9,11 | 1,77 |
| | Translokacija | 31,93 | 4,30 | 16,11 | 2,75 | 25,80 | 3,40 | 4,55 | 1,59 | 10,82 | 1,50 |

| Uzjališta | Parametri | d (cm) | | v (cm) | | š (cm) | | (v/d) x 100 (%) | | (š/d) x 100 (%) | |
|--------------|---------------|--------|------|--------|------|--------|------|-----------------|------|-----------------|------|
| | | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. | S.V. | S.D. |
| Vabriga | Zima | 7,18 | 0,27 | 3,88 | 0,44 | 2,64 | 0,15 | 54,12 | 5,77 | 36,84 | 1,98 |
| | Ljeto | 6,86 | 0,26 | 3,59 | 0,24 | 2,65 | 0,20 | 52,45 | 2,86 | 36,12 | 1,42 |
| | Translokacija | 6,86 | 0,26 | 3,59 | 0,24 | 2,65 | 0,20 | 52,35 | 3,13 | 38,57 | 2,24 |
| Limski kanal | Zima | 7,19 | 0,34 | 3,95 | 0,27 | 2,68 | 0,25 | 54,95 | 2,06 | 37,33 | 2,74 |
| | Ljeto | 7,20 | 0,52 | 3,93 | 0,31 | 2,68 | 0,23 | 54,63 | 2,46 | 37,28 | 2,05 |
| | Translokacija | 6,33 | 0,42 | 3,42 | 0,10 | 2,37 | 0,13 | 54,17 | 2,83 | 37,43 | 2,13 |
| Pomer | Zima | 7,67 | 0,40 | 3,99 | 0,30 | 2,97 | 0,15 | 52,09 | 4,57 | 38,84 | 2,35 |
| | Ljeto | 6,49 | 0,35 | 3,59 | 0,24 | 2,47 | 0,23 | 55,32 | 2,16 | 38,03 | 2,22 |
| | Translokacija | 6,77 | 0,33 | 3,61 | 0,20 | 2,60 | 0,22 | 53,41 | 3,25 | 38,38 | 2,96 |
| Budava | Zima | 6,49 | 0,38 | 3,52 | 0,23 | 2,34 | 0,17 | 54,27 | 1,58 | 36,03 | 1,75 |
| | Ljeto | 7,00 | 0,36 | 3,86 | 0,16 | 2,59 | 0,17 | 55,24 | 2,92 | 37,03 | 1,55 |
| | Translokacija | 6,51 | 0,22 | 3,62 | 0,16 | 2,53 | 0,18 | 55,68 | 1,94 | 38,87 | 2,12 |
| Raški zaljev | Zima | 6,74 | 0,31 | 3,58 | 0,17 | 2,66 | 0,17 | 53,22 | 3,01 | 39,63 | 3,63 |
| | Ljeto | 6,67 | 0,39 | 3,43 | 0,18 | 2,42 | 0,15 | 51,53 | 2,12 | 36,30 | 2,32 |
| | Translokacija | 6,72 | 0,36 | 3,43 | 0,17 | 2,50 | 0,18 | 51,21 | 3,23 | 37,20 | 1,54 |

SV- srednja vrijednost, SD - standardna devijacija, Mš – masa školjke, Vš – volumen školjke, Mmt – masa mokrog tkiva, Mlj – masa ljuštura, d – dužina školjke, v – visina školjke i š – širina školjke, (v/d) x 100 – visina/dužina i (š/d) x 100 – širina/dužina.

Omjer visine i dužine ljuštura (>50%) ukazuje da je vrsta prisutna u istraživanim uzgajalištima Mediteranska danja *Mytilus galloprovincialis*, dok se pojedinačna odstupanja mogu objasniti velikom plastičnošću dagnje.

4.1. Indeksi kondicije dagnji tijekom zimskog razdoblja

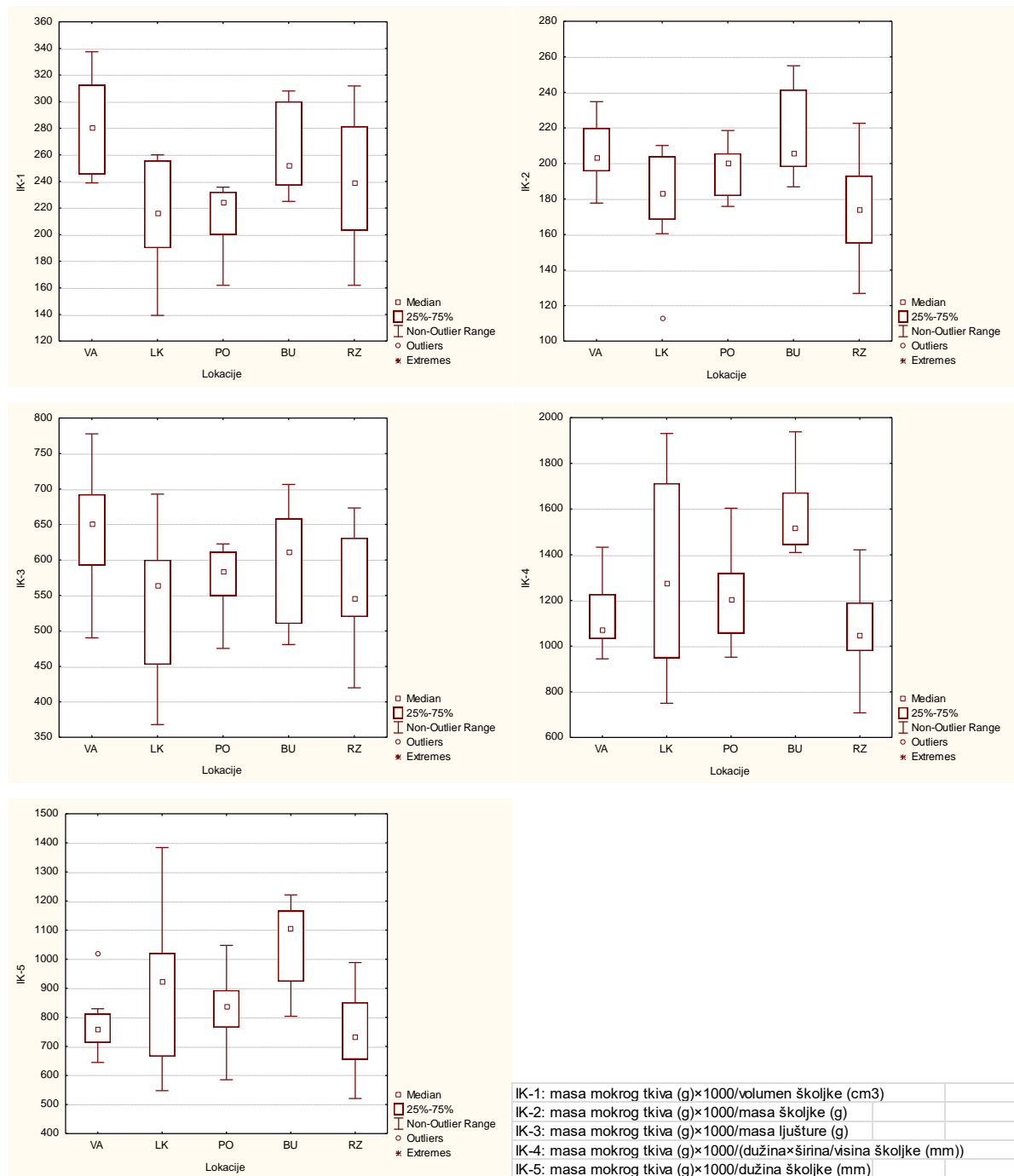


Slika 10. Indeksi kondicije dagnji s istraživanih postaja tijekom zimskog perioda.

Jasno je uočljivo da u zimskom periodu dagnje iz Pomera imaju najviše vrijednosti svih indeksa kondicije (Slika 10) i možemo reći da su rezultati za zimski period za uzgajalište Pomer natprosječno visoki, što ukazuje na najvišu kvalitetu dagnji u tom uzgajalištu te da su ekološki uvjeti najpogodniji u tom uzgajalištu tijekom zime.

Za prva tri indeksa kondicije (IK-1, IK-2, IK-3) najniže vrijednosti ima uzgajalište Limski kanal, a zadnja dva indeksa kondicije (IK-4, IK-5) najniža su zabilježena kod dagnji iz uvale Budava. Dok sam obrađivala uzorke iz tih dvaju uzgajališta, odmah je bilo očito da su dagnje slabije kvalitete, u vidu male količine mesa te meso nije bilo prepoznatljive narančaste boje, kao kod dagnji iz Pomera.

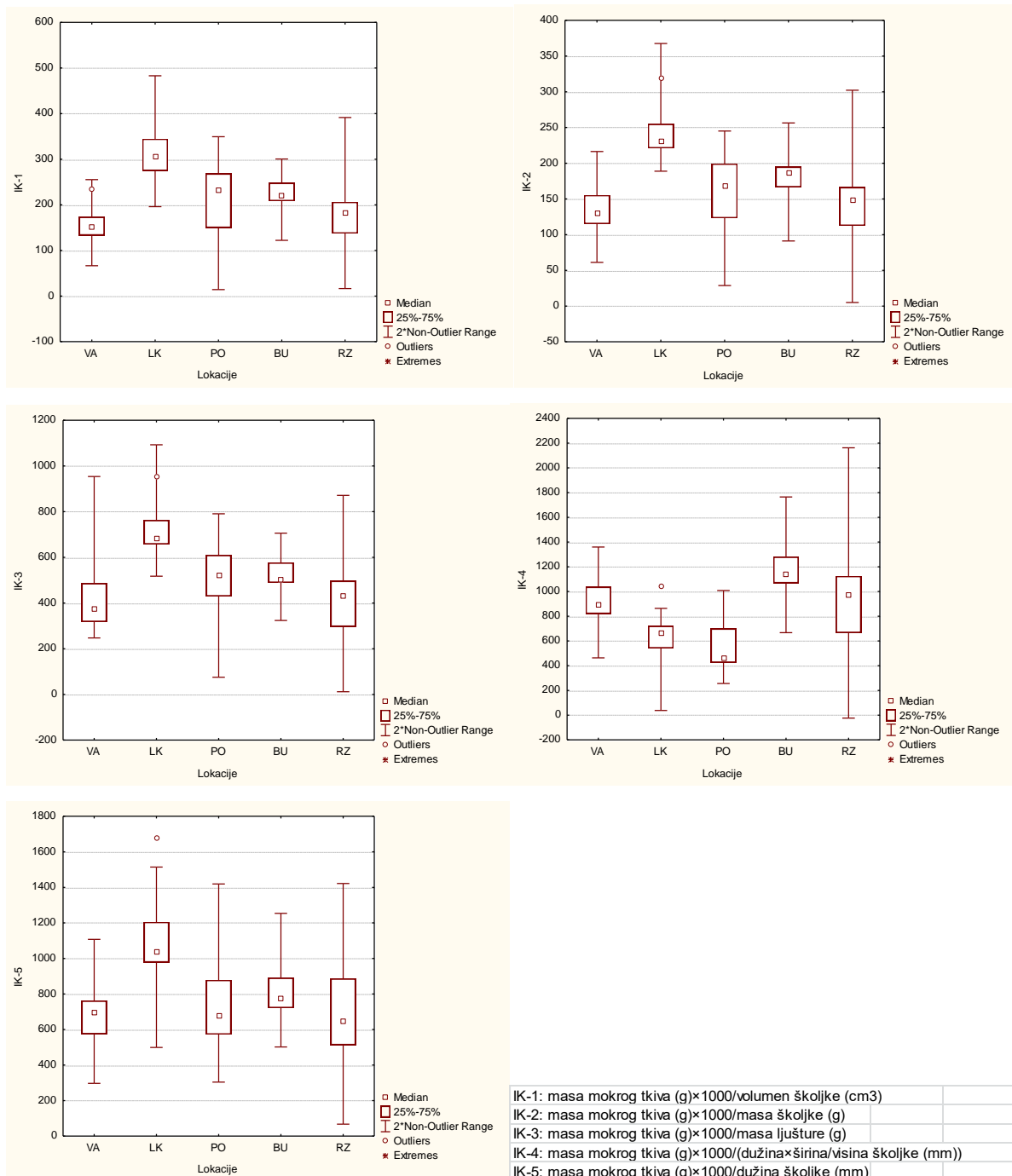
4.2. Indeksi kondicije dagnji tijekom ljetnog razdoblja



Slika 11. Indeksi kondicije dagnji s istraživanih postaja tijekom ljetnog perioda.

Ljetni period je imao veće rezultate indeksa kondicije nego zimski, više su temperature mora i dostupnija je hrana dagnjama. U ljetnom periodu najviše vrijednosti indeksa kondicije postaja dijele uzgajalište Vabriga i Budava, jedno Pomer ima manju vrijednost IK u odnosu na zimu.

4.3. Indeksi kondicije tijekom ljetnog razdoblja nakon translokacije



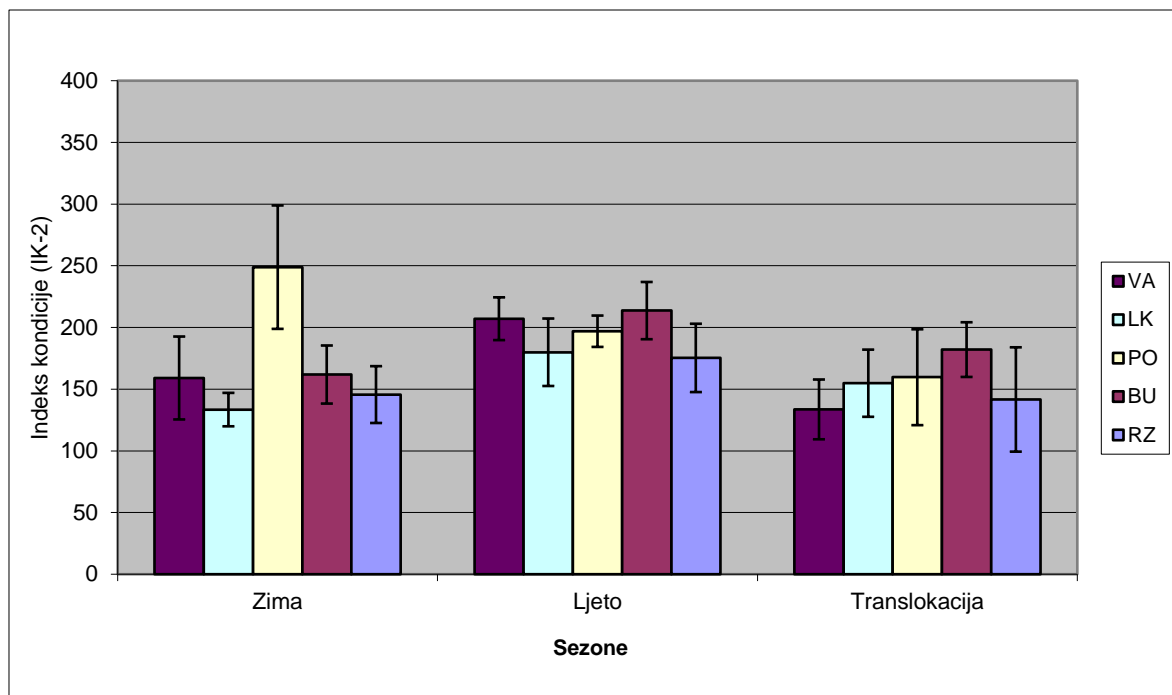
Slika 12. Indeksi kondicije dagnji translociranih s istraživanih postaja u Limski kanal (ožujak - kolovoz).

Translokacija dagnji istraživanih postaja (Vabriga, Lim, Pomer, Budava, Raški zaljev) u Limski kanal kao kontrolnu/referentnu postaju u drugačiju sredinu od one u kojoj su do sada obitavale. Za dagnje to je predstavljalo dodatni stres, naravno dagnja kao i svaki organizam ima svoje mehanizme preživljavanja kada se nađe u stanju stresa te im je potrebno vrijeme kako bi se adaptirale na nove uvjete. Sve vrijednosti IK su snižene u odnosu na uzorkovanje obavljeno na ishodišnim uzgajalištima tijekom ljeta (Slika 12). Dagnje koje su najbolje podnijele čitav proces translokacije i čije vrijednosti indeksa kondicije su najviše jesu dagnje uzgajališta Budava.

4.4. Rangiranje uzgajališta obzirom na vrijednosti IK-2

IK-1, odnosno IK-2 koji najbolje prikazuju razlike u kvaliteti dagnji s pojedinih uzgajališta i sezona jer se radi o omjeru volumena/mase mokrog tkiva školjke i mase same školjke. Na temelju ova dva indeksa kondicije dobivamo razlike među uzgajalištima koje su lako uočljive.

Izračunati IK prikazani su na Slici 13. Tijekom zime najbolje indekse kondicije imaju dagnje iz uzgajališta Pomer, a ljeti dagnje iz uzgajališta Budava. Ostale dagnje po uzgajalištima pokazuju neznatne i male razlike u rezultatima IK zimi i ljeti. Adaptacija je pokazala da su se dagnje translocirane iz Pomera i Budave najbolje prilagodile uvjetima koji vladaju u Limskom kanalu, za razliku od dagnji iz Vabriga čije vrijednosti indeksa kondicije su uvjerljivo najniže. Dagnje iz uzgajališta u Limskom kanalu su standardno dobre obzirom na vrijednosti IK-2 tijekom ljeta. Generalno sva uzgajališta produciraju kvalitetne dagnje bez velikih odstupanja u indeksima kondicije tijekom istraživanih sezona (zima i ljeto) s udjelom mesa na ukupnu masu veću od 15%.



Slika 13. Ukupni rezultati IK-2 koji najbolje prikazuju razlike u kvaliteti dagnji s pojedinih uzgajališta i sezona. Rezultati su prikazani srednjom vrijednosti mjerenja 20 jedinki s pripadajućim standardnim devijacijama. Statistička značajnost utvrđena je analizom Variance (ANOVA) i Post-hoc Scheffe testom ($p < 0,05$) u odnosu na referentno uzgajalište u Limskom kanalu.

Srednja vrijednost IK-2 dobivenih rezultata mjerenja poslužila je za rangiranje kvalitete dagnji i uzgajališta u Istarskoj županiji.

Rangiranje uzgajališta obzirom na IK-2 tijekom zime (veljača), ljeta (kolovoz) i translokacije:

- Veljača: Pomer > Vabriga > Budava > Raški zaljev > Limski kanal
- Kolovoz: Budava > Pomer > Limski kanal > Raški zaljev > Vabriga
- Translokacija: Budava > Vabriga > Pomer > Limski kanal > Raški zaljev

5. RASPRAVA

Uzgoj školjkaša je tradicionalan na našim prostorima, a mjerenja IK koriste se već više od pola stoljeća u znanstvene ili komercijalne svrhe (Bratoš i sur., 2004.). IK se može izračunavati na različite načine. Mi smo se odlučili za nekoliko jednostavnih metoda pogodnih za naše potrebe gdje se IK izračunava iz mase mokrog tkiva i volumena školjke (IK-1), mase školjke (IK-2), mase ljušture (IK-3) te dimenzija školjke (IK-4 i IK-5), (Hamer i sur., 2008.).

Napravljena je međusobna usporedba i rangiranje uzgajališta u Istarskoj županiji određivanjem IK tijekom zime i ljeta. Već samim mjerenjem karakteristika dagnji bile su vidljive male razlike između dagnji iz pojedinih uzgajališta, koje su putem izračunavanja IK postale veće i uočljivije. Istraživane dagnje iz svih uzgajališta bile su približno jednake veličine (6,5 – 7,7 cm). Na temelju IK, zimi su se odmah izdvojile dagnje iz uzgajališta Pomer, a ljeti dagnje iz uzgajališta Budava (Slika 13). Ostale dagnje po uzgajalištima pokazuju neznatne razlike u rezultatima IK zimi i ljeti.

Visoke vrijednosti IK u Pomerskom zaljevu zimi upućuju na najpovoljnije ekološke uvjete u tom uzgajalištu što je već bilo vidljivo i nakon otvaranja dagnji (boja, kvaliteta mesa, razvijene spolne žlijezde). Niže vrijednosti IK ljeti upućuju da je došlo do promjene ekoloških uvjeta u Pomerskom zaljevu i u uvali Vabriga. Od svih uzgajališta u Pomeru je ljeti najviši salinitet. Također je ljeti zbog turizma (ACI Marina i velik broj vikendica na obali) povećano onečišćenje mora u Pomerskom zaljevu i u uvali Vabriga. Naši rezultati su u skladu s prijašnjim istraživanjima IK u uzgajalištima Budava i Raški zaljev, gdje su ljeti dobivene visoke vrijednosti IK (Marušić i sur., 2009.). U Limskom kanalu, Raškom zaljevu i Budavi su više vrijednosti IK ljeti, što pokazuje da su tu povoljni ekološki uvjeti, prvenstveno temperatura, salinitet i prisutnost hrane. Količina mesa školjkaša varira u različitim godišnjim dobima, a najviša je u proljeće i zimi, što ja i potvrđeno našim istraživanjem (Teskeredžić i sur., 2004.).

Praćenjem IK dagnji, uz promjene ekoloških čimbenika u okolišu, željeli smo utvrditi najpovoljnije vrijeme konzumiranja i kvalitetu dagnji s istraživanih uzgajališta. Rangiranje na temelju IK-2 (Slika 10, 11, 12 i 13.) kao i vizualni pregled potvrdili su da su sve dagnje zadovoljavajuće kvalitete sa sadržajem mesa oko 15% u odnosu na ukupnu masu. Glavni razlog tome je da su dagnje bile u veljači i kolovozu prije proljetnog i jesenskog mrijesta, kada je udio mesa najveći. Zimi su dagnje iz Pomera najbolje prema svim IK, te sa sadržajem mesa od 25%. Dok su ljeti najbolje dagnje iz Budave prema svim IK, te sa sadržajem mesa od 21%. Rangiranje

uzgajališta na temelju ukupnih IK zimi je Pomerski zaljev > Vabriga > Budava > Raški zaljev > Limski kanal. Ljeti rangiranje uzgajališta na temelju ukupnih IK je Budava > Vabriga > Limski kanal > Pomerski zaljev > Raški zaljev.

Mnogi autori navode porast IK dagnji na područjima Jadrana u kolovozu u odnosu na veljaču (Hrs-Brenko, 1968.; Marušić i sur., 2009.). Taj porast objašnjavaju boljim ekološkim uvjetima ljeti, povoljnijoj temperaturi i salinitetu, više hrane te spolnom mirovanju dagnji. Praćenjem IK utvrđuje se dinamika promjene količine mesa školjkaša tijekom uzgoja i IK je dobar pokazatelj pogodnosti nekog područja za uzgoj školjkaša.

Translokacija dagnji istraživanih postaja (Vabriga, Lim, Pomer, Budava, Raški zaljev) u Limski kanal kao kontrolnu/referentnu postaju u drugačiju sredinu od one u kojoj su do sada obitavale je za dagnje uzorkovao dodatni stres. Naravno dagnja kao i svaki organizam ima svoje mehanizme preživljavanja kada se nađe u stanju stresa te im je potrebno vrijeme kako bi se adaptirale na nove uvjete. Dagnje koje su najbolje podnijele čitav proces translokacije i čije vrijednosti indeksa kondicije su najviše jesu dagnje uzgajališta Budava.

Budući da je indeks kondicije pokazatelj općeg stanja dagnji, smanjene količine mesa u dagnjama ukazuju na nepovoljne ekološke uvjete, odnosno obrnuto povećani udio mesa bit će jasan znak povoljnih uvjeta u pojedinom uzgajalištu. Samo poznavanje indeksa kondicije važna je metoda uzgajivačima da svoje školjke daju na tržište u najpovoljnije vrijeme kada je njihova hranidbena vrijednost najviša, kako bi krajnji cilj – zadovoljni potrošači bio ostvaren.

6. ZAKLJUČCI

1. Indeks kondicije (IK) dobar je pokazatelj opće kvalitete dagnje i morskog okoliša, naročito je praktičan IK-2 (masa tkiva/masa školjke). Metoda sa svježim uzorcima se izdvaja kao najbolja i najjednostavnija metoda za izračunavanje indeksa kondicije i uključuje jednostavno mjerljive parametre.
2. Omjer visine i dužine ljuštore indicira da je vrsta prisutna u istraživanim uzgajalištima Mediteranska danja *Mytilus galloprovincialis*.
3. Usporedbom IK zimi i ljeti dobiveni su podaci o kvaliteti dagnji u pojedinim uzgajalištima na području Istarske županije. Sve dagnje su zadovoljavajuće kvalitete, s tim da je najbolji IK zabilježen zimi u dagnjama iz Pomerskog zaljeva, a ljeti u dagnjama iz Budave.
4. Translokacija se pokazala kao dodatni stres na dagnje koji je rezultirao generalno manjim indeksima kondicije u odnosu na referentnu sezonu (ljetu).
5. Vrijednosti IK mogu poslužiti uzgajivačima kako bi svoje školjke dali na tržište u najpovoljnije vrijeme kada je njihova hranidbena vrijednost najveća te postigli bolju cijenu.
6. Natprosječne vrijednosti indeksa kondicije mogu biti dobra promidžba kvalitete mora, ekoloških čimbenika, uzgoja i rada uzgajališta.

7. TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

SVEUČILIŠTE JURJA DOBRILE U PULI

SVEUČILIŠNI PREDDIPLOMSKI STUDIJ – ZNANOST O MORU

Indeks kondicije uzgojnih populacija dagnje *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u Istri

SAŽETAK

Indeks kondicije (IK) je dobar pokazatelj opće kvalitete dagnji i pogodnosti područja za uzgoj školjkaša. Svrha ovog rada je dobivanje podataka o kvaliteti dagnji iz uzgoja, te međusobna usporedba i rangiranje uzgajališta određivanjem IK. Istraživanje je provedeno tijekom zime i ljeta na dagnjama iz uzgajališta na području Istre: uvale Vabriga, Limskog kanala, Pomera, Budave i Raškog zaljeva. IK predstavlja udio mesa školjkaša u ukupnoj masi školjke ili ljušture. U ovom radu IK izračunat je iz mase mokrog tkiva i volumena školjke (IK-1), mase školjke (IK-2), mase ljušture (IK-3) te dimenzija školjke (IK-4 i IK-5). Svi IK potvrdili su da su dagnje (sva uzgajališta) zadovoljavajuće kvalitete sa sadržajem mesa od oko 15%. Usporedbom IK dagnji uzorkovanih zimi dobiveno je rangiranje uzgajališta na području Istarske županije: Pomerski zaljev > Vabriga > Raški zaljev > Budava > Limski kanal. Visoke vrijednosti IK zimi u Pomerskom zaljevu upućuju na najpovoljnije ekološke uvjete u tom uzgajalištu. Dagnje iz Pomera su najbolje prema svim IK i sa sadržajem mesa od 25%. Usporedba tijekom ljeta rangira uzgajališta na temelju ukupnih IK: Budava > Limski kanal > Pomerski zaljev > Raški zaljev > Vabriga. Dagnje iz Budave ljeti imaju najviše vrijednosti IK i sa sadržajem mesa od 21%, što upućuje da su ljeti najpovoljniji ekološki uvjeti u tom uzgajalištu. Nadalje dagnje iz Budave su pokazale najbolje rezultate nakon translokacije u Limski kanal. Iz rezultata se može zaključiti da je vitalnost (IK) dagnji bolja u područjima gdje je stalan dotok slatke vode. Uzrok boljem IK je povećana količina hranjivih tvari u ovim vodama, a ne direktan utjecaj sniženog saliniteta.

Rad je pohranjen u knjižnici Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli.

Izvornik je na hrvatskom jeziku (30 stranica, 13 slika, 27 literaturnih navoda)

Ključne riječi: dagnja *Mytilus galloprovincialis*, vitalnost, indeksi kondicije, marikultura, Istra.

8. BASIC DOCUMENTATION CARD

JURAJ DOBRILA UNIVERSITY OF PULA

UNIVERSITY UNDERGRADUATE STUDY PROGRAMME - MARINE SCIENCES

The condition index of cultivated mussels *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819)
population in Istria

ABSTRACT

Condition index is a good indicator of mussel's state of health and the condition of the ecosystem they live in. The purpose of this study is to obtain data on the quality of farms mussels and mutual comparison and ranking of farms by determining of the condition index. Condition index represents the proportion of meat in the total mass of shellfish or shells. Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* is known as a biological indicator organism. As a sessile organism and filter feeder it indicates the presence or absence of contaminants in the sea, and it can also be used for monitoring at periodic changes in pollution levels in certain areas. Mussel samples were taken at five sites in Istria: Lim channel, Raša bay, Vabriga, Budava Bay and Pomer bay. In this study the condition index was calculated from the wet weight of tissue and volume of shells (IK-1), shellfish mass (IK-2), mass of shells (IK-3) and the dimension of the shells (IK 4 and IK 5). All condition indexes confirmed that mussels from all sites are of good quality with the content of the meat of about 15%. Comparing of the sampled mussels in the winter period, we rank them from the highest condition index value to the lowest: Pomer bay > Vabriga > Raša bay > Budava > Lim channel. High values of condition index (with the 25% content of the meat in shells) for the winter period were in Pomer suggesting the best environmental conditions in the farm. Comparison of the mariculture sites during the summer we ranked sites: Budava > Lim channel > Pomer bay > Raša bay > Vabriga. Mussels from Budava in the summer period have the highest condition index values and the meat content of 21%. The best mussels for consumption in the Istria for the winter periods are the mussels from Pomer bay, and for the summer periods are the mussels from Budava.

The thesis is stored in the Library of Juraj Dobrila University of Pula.

Original in Croatian (30 pages, 13 images, 27 references)

Keywords: mussel *Mytilus galloprovincialis*, fitness, condition indexes, mariculture, Istra.

9. Popis literature

- Bratoš A., Glamuzina B. i Benović A. (2004) Hrvatsko školjkarstvo-prednosti i ograničenja. *Naše more* 51(1-2): 59-62.
- Châtel Amelie, Hamer Bojan MAP Kinase Signalling Pathway: A Potential Biomarker of Environmental Pollution in the Mussel *Mytilus galloprovincialis*. In: *Mussels: Anatomy, Habitat and Environmental Impact*. McGevin Lauren E. (Ed.). New York, NOVA Publishers, 2011, pp. 129-144.
- Davenport i Chen, (1987) A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus edulis* L.), *53* (3): 293-297
- Gosling E.M. (1992) Systematics and geographic distribution of *Mytilus*. In: Gosling, E. M. (ed.) *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture Developments in Aquaculture and Fisheries*. Elsevier, Amsterdam.
- Hamer B., D. Medaković, D. Pavičić-Hamer, Ž. Jakšić, M. Štifanić, V. Nerlović, A. Travizi, R. Precali, T. Kanduč (2010) Estimation of Freshwater Influx Along Eastern Adriatic Coast as a Possible Source of Stress for Marine Organisms. *Acta Adriatica* 51(2): 181-194
- Hamer B., D. Pavičić-Hamer, W.E.G. Müller, R. Batel (2004) Stress-70 proteins in marine mussel *Mytilus galloprovincialis* as biomarkers of environmental pollution: a field study. *Environment International* 30(7): 873-882.
- Hamer B., Jakšić Ž., Pavičić-Hamer D., Perić L., Medaković D., Ivanković D., Pavičić J., Zilberberg C., Schröder H.C., Müller W.E.G., Smodlaka N., Batel R. (2008) Effect of hypoosmotic stress by low salinity acclimation of Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis* on biological parameters used for pollution assessment. *Aquatic Toxicology* 89(3): 137-151.
- Hamer B, M. Korlević, E. Durmiši, V. Nerlović, N. Bierne (2012) Nuclear marker Me 15/16 analyses of *Mytilus galloprovincialis* populations along the eastern Adriatic coast. *Cahiers de Biologie Marine* 53: 35-44
- Hrs-Brenko, M. (1968) Biometrical analyses of the mussel (*Mytilus galloprovincialis* Lmk) along the Eastern coast of the Adriatic. *Thalassia Jugoslavica* 4: 19-30.
- Kanduč T., D. Medaković, B. Hamer (2011) *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator of environmental conditions: the case of the eastern coast of the Adriatic Sea. *Isotopes in Environmental and Health Studies* 47: 42-61.

- MacDonald, B.A., S.M.C. Robinson & K.A. Barrington. (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.
- Marguš D. (1985) Komparativne metode izračunavanja indeksa kondicije dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). *Ichthyologia* 17(1): 59-67.
- 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.
- Marušić N., Vidaček S., Medić H., Petrak T. 2010. Rast dagnji (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819) na istočnoj obali Istre. *Ribarstvo* 68(1): 19-25.
- Mašić M. (2004) Higijena i tehnologija prerade školjaka. *MESO – Prvi hrvatski časopis o mesu*, ZADRUŽNA ŠTAMPA d.d., Zagreb, 6(4): 40-45.
- Matoničkin, I., Habdija, I., Primc-Habdija, B. (1998) Beskralješnjaci. *Biologija nižih avvertebrata*. Matekalo Draganović, J. (ur.), Školska knjiga. Zagreb.
- McDonald, J.H., R. Seed, R.K. Koehn (1991) Allozymes and morphometric characters of three species of *Mytilus* in Northern and Southern Hemispheres. *Mar. Biol.*, 111: 323–333.
- McDonald i sur., (1991). Chromosome differences between European mussel populations (genus *Mytilus*)
- Milišić N. (1991) Školjke i puževi Jadrana. *LOGOS*, Split, 32-35.
- Narodne novine 49/07, 534.802. MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, RIBARSTVA I RURALNOG RAZVOJA, Plan praćenja kvalitete mora i školjkaša na područjima uzgoja, izlova i ponovnog polaganja za 2007. godinu.
- Narodne Novine 91/08, 06.8. (2008) MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, RIBARSTVA I RURALNOG RAZVOJA, Plan praćenja kakvoće mora i školjkaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje živih školjkaša za 2008. godinu.
- Skaramuca, D., N. Antolović, N. Glavić, J. Bolotin, P. Tutman., I. Brautović, B. Skaramuca. (2007) Status of *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819, in the southeastern Adriatic confirmed by genetic markers. U: Briand, F. (ur.). *Rapp. du 38e Congres de la CIESM*. Istanbul, 600p.