

Uzgoj školjkaša uz istočnu obalu Jadrana

Hajder, Matteo

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split / Sveučilište u Splitu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:355298>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I TEHNOLOGIJA MORA

Matteo Hajder

UZGOJ ŠKOLJKAŠA UZ ISTOČNU OBALU JADRANA

Završni rad

Split, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ BIOLOGIJA I TEHNOLOGIJA MORA

UZGOJ ŠKOLJKAŠA UZ ISTOČNU OBALU JADRANA

Završni rad

Predmet: Marikultura II

Mentor:

Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Student:

Matteo Hajder

Split, rujan 2020.

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel za studije mora
Preddiplomski studij Biologija i tehnologija mora

Završni rad

UZGOJ ŠKOLJKAŠA UZ ISTOČNU OBALU JADRANA

Matteo Hajder

Sažetak

Uzgoj školjkaša uz istočnu obalu Jadrana temeljen je na višestoljetnoj tradiciji koja se do danas nije puno mijenjala. U radu je posebna pažnja usmjerena na opisu tradicionalnih metoda uzgoja najzastupljenijih vrsta školjkaša, dagnje i kamenice. U radu je naglasak na lokacije gdje se školjkaši uzgajaju već dugi niz godina, Malostonski zaljev i Limski kanal. Hrvatsko školjkarstvo ima velike potencijale za daljnji razvoj, zbog kvalitete mora i mnogobrojnih lokacija koje su pogodne za uzgoj. Proizvedene količine dagnje i kamenice ne zadovoljavaju domaću potražnju na tržištu koja se rapidno povećava za vrijeme turističke sezone. Naime, ulaganjem u ovaj sektor koji je rastući u svijetu zbog sve veće potražnje za morskim organizmima povećat će se proizvodnja koja će dovesti do izvoza i pozitivne vanjskotrgovinske bilance.

(21 stranica, 10 slika, 31 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: uzgoj, školjkaši, dagnja, kamenica, Jadran

Mentor: Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Ocjenjivači: 1. Doc. dr. sc. Marin Ordulj
2. Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović
3. Izv. prof. dr. sc. Mirela Petrić

University of Split
Department of Marine Studies
Undergraduate study Marine Biology and Technology

BSc Thesis

SHELLFISH FARMING ALONG THE EASTERN ADRIATIC COAST

Matteo Hajder

Abstract

Shellfish farming along the eastern Adriatic coast is based on a centuries-old tradition that has not changed much to this day. The paper gives special attention to the description of traditional methods of growing the most common species of shellfish, mussels and oysters. In this paper, locations where shellfish have been farmed for many years, the Mali Ston Bay and the Lim Channel, are emphasized. Croatian shellfish farming has great potential for further development, due to the quality of the sea and numerous locations that are suitable for breeding. The quantities of mussels and oysters produced do not meet the domestic demand on the market, which is rapidly increasing during the tourist season. Namely, investing in this sector, which is growing in the world due to the growing demand for marine organisms, will increase production, which will lead to exports and a positive foreign trade balance.

(21 pages, 10 images, 31 references, original language: Croatian)

Keywords: farming, shellfish, mussels, oysters, Adriatic

Supervisor: Vedrana Nerlović, PhD / Assistant Professor

Reviewers:

1. Marin Ordulj, PhD / Assistant Professor
2. Vedrana Nerlović, PhD / Assistant Professor
3. Mirela Petrić, PhD / Associate Professor

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Povijest uzgoja školjkaša u Hrvatskoj	2
2. RAZRADA TEME.....	4
2.1. Osnovne značajke razreda školjkaša	4
2.2. Prirodna rastilišta školjkaša uz istočnu obalu Jadrana	6
2.3. Kamenica <i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758.....	8
2.3.1. Tehnologija uzgoja kamenice.....	10
2.4. Dagnja <i>Mytilus galloprovincialis</i> Linnaeus, 1758	12
2.4.1. Tehnologija uzgoja dagnje	13
2.5. Zone za uzgoj školjkaša	15
3. ZAKLJUČAK	18
4. LITERATURA.....	19

1. UVOD

Koljeno Mekušci (Mollusca) pripadaju beskralježnjacima. Građa tijela i način života omogućili su mekušcima da se jasno definiraju i razgraniče od ostalih skupina životinja. Mekušce definiramo kao životinje s mekanim nekolutičavim, bilateralno simetričnim ili sekundarno asimetričnim tijelom. Ime su dobili prema latinskoj riječi *molis* što znači mekan, gibak i nježan kao što je njihovo tijelo unutar ljušture. Poznato je oko 128 000 vrsta mekušaca, od toga oko 40 000 fosilnih vrsta (Matoničkin i sur., 1990). Razred Bivalvia - školjkaši su velika skupina unutar koljena Mollusca. Zbog dvodjelne ljušture nazivaju se Bivalvia, a prema starijim nazivima Lamellibranchiata zbog lisnatih škrga, Pelecypoda zbog sjekirastog stopala, i Acephala zbog nedostatka glave (Matoničkin i sur., 1990; Marguš, 1998).

Uz istočnu obalu Jadrana živi oko 200 vrsta školjkaša od kojih se 66 pojavljuje na tržištu. Najčešće su to kunjka *Arca noae*, prnjavica *Venus verrucosa*, bijela dagnja *Modiolus barbatus*, kopito *Spondylus gaedoropus*, jakopska kapica *Pecten jacobaeus*. Unatoč zakonskim propisima izlovljavaju se i zaštićene vrste kao što su prstac *Litophaga litophaga* i plemenita periska *Pinna nobilis*. U uzgoju su najzastupljenije dagnja *Mytilus galloprovincialis* i kamenica *Ostrea edulis*, a njihova proizvodnja se temelji na tradicionalnom uzgoju već dugi niz godina (Bratoš i sur., 2004).

Školjkaši se hrane filtriranjem vode (engl. *filter-feeding*), i to fitoplanktonom te organskim česticama u suspenziji. Stoga područja za uzgoj moraju posjedovati visoku razinu nutrijenata koji omogućavaju bogatu primarnu produkciju. Ujedno su to područja u kojima postoji dotok slatke vode što uvjetuje sniženi salinitet koji pogoduje rastu i mrijestu školjkaša. Područja u kojima se uzgajaju školjkaši mogu biti pod utjecajem antropogenog onečišćenja i zbog toga često postoji opasnost od prisutnosti toksičnih algi ili bioakumulacije opasnih tvari (Bogut i sur., 2006).

Osim što se školjkaši koriste kao prehrambeni proizvod njihovo iskorištavanje je višestruko, od ljuštura školjkaša izrađivani su tijekom prošlih vremena mnogi predmeti kao što su ogrlice i dugmad, a tradicija se održala i danas. Na istočnoj obali Jadrana postoji više pretpovijesnih nalazišta ljuštura kamenica i dagnji kao npr. u Grapčevoj špilji na otoku Hvaru, gdje nalazišta potvrđuju o vrlo ranom korištenju školjkaša za prehranu i, razmjenu dobara ili za ukrašavanje. Povijesne bilješke o prikupljanju školjkaša s prirodnih nalazišta jadranske obale potvrđuju da je vrlo rano vladao interes za školjkašima (Basioli, 1968). Komercijalni

uzgoj školjkaša na istočnoj obali Jadrana uključuje uzgoj dagnje *M. galloprovincialis* i kamenice *O. edulis* u posebno kontroliranim područjima koja se nalaze pod stalnim monitoringom. Godišnja proizvodnja u RH iznosi oko 3000 tona daganja i oko 2 milijuna komada kamenica koji se plasiraju isključivo na domaćem tržištu (Anonimus, 2020a).

Glavni cilj ovog rada je predstaviti glavne biološko-ekološke značajke školjkaša, njihova prirodna rastilišta i specifičnosti istih te se osvrnuti na uzgojne uvjete i kategorizaciju zona za uzgoj školjkaša.

1.1. Povijest uzgoja školjkaša u Hrvatskoj

Prvi zapisi o školjkašima dolaze s otoka Krka, iz Ribnjaka (Šćuza) kod Pomera, Karinskog i Malostonskog zaljeva, a datiraju iz 16. i 17. stoljeća. Providur otoka Krka u jednoj relaciji iz 1571. godine govori o obilasku kneza Jurja Zrinskog oko svojih krčkih naselja, te o interesu providura i mletačkog dužda za kamenice s obala otoka Krka (Basioli, 1968). Bistrina se spominje kao kolijevka uzgoja kamenica, još od davnina, a i danas je važan lokalitet u kojem se odvija uzgoj kamenica. Bistrinske kamenice su jeli Rimljani u Naroni što nam svjedoče ljuštore pronađene u rimskim iskopinama. Iliri, koji su imali svoj veliki grad Ošlje u okolici Stona, jeli su kamenice i prije Rimljana (Tomšić i sur., 2004).

Većina eksperimenata za uzgoj školjkaša nisu pronašla praktičnu primjenu, a primjer je uzgoj kamenica na granama zabodenim u dno, uzgoj kamenica koje su cementirane na kolce te uzgoj kamenica u drvenim sanducima. Početci uzgoja kamenica u Limskom kanalu datiraju iz 1888. godine kad je konzorcij, sastavljen od većeg dijela ribara iz Rovinja, započeo u unutrašnjem dijelu kanala s poluuzgojem kamenica. Poluuzgoj se sastojao iz polaganja hrastovih granana u more na koje bi se prihvatili školjkaši (Basioli, 1968). Godine 1971. se uspostavlja uzgoj školjkaša ali sa skromnom količinom proizvodnje. U navedenom razdoblju su istraživane karakteristike mora odnosno abiotski parametri, fitoplanktonske zajednice te razvojni stadiji kamenica i dagnji (Hrs-Brenko, 1985).

Izrazitiji razvoj uzgoja školjkaša bilježi se krajem 19. stoljeća kad se osnivaju prva poduzeća za uzgoj školjkaša. To rezultira dobivanjem „Grand Prix“ i zlatne medalje za kakvoću stonskih kamenica na svjetskoj izložbi 1936. godine u Londonu (Bratoš i sur., 2004). Tijekom desetljeća prije II. svjetskog rata, proizvodnja školjkaša u Malostonskom zaljevu je iznosila ukupno 58 tona, od čega 53 tone kamenica i 5 tona dagnji (Bratoš i sur., 2004). U

razdoblju između dva svjetska rata zapadna obala Istre i Malostonski zaljev postaju dva najjača centra za uzgoj školjkaša na istočnoj obali Jadrana (Basioli, 1968). 60-tih godina u Malostonskom zaljevu povećava se proizvodnja u društvenom sektoru i obnavljaju se privatna uzgajališta. Također u to vrijeme obavljala su se istraživanja važnih parametara morske sredine, ličinki kamenica u planktonu, rast školjkaša na različitim dubinama, kao i praćenje rasta školjkaša s obzirom na promjene tijekom izgradnje Hidroelektrana „Trebšinjica“ (Morović i Šimunović 1980). Godine 1980. Malostonski zaljev je bio glavni proizvođač školjkaša koji je na istočnoj obali Jadrana činio 90% ukupne proizvodnje školjkaša (Benović, 1980).

Početakom 90-tih godina, područje Malostonskog zaljeva bilo je ugroženo ratom, a neko vrijeme okupirano, pa je uzgoj znatno reducirano. Procjenjuje se da je 2003. godine proizvedeno oko 600000 komada kamenica i manje od 2000 tona dagnji (Bratoš i sur., 2004). Nakon 1991. godine proizvodnja školjkaša započinje opadati, ali danas se ulažu velike nade u uvođenje novih tehnologija u uzgoju kako bi se obnovio uzgoj školjkaša (Tomšić i sur., 2004). Preduvjet povećanja proizvodnje školjkaša je, organizirana proizvodnja i tržište, uz održanje odgovarajućih standarda kakvoće kao preduvjeta za proboj na tržište (Bratoš i sur., 2004). Unutar država EU, vodeći uzgajivači u pogledu količina i vrijednosti su Španjolska, Francuska, Velika Britanija i Italija. Republika Hrvatska je na vrlo dobrom 8. mjestu u pogledu količina, no u pogledu vrijednosti ostvarene proizvodnje smo na 13. mjestu što ukazuje potrebu postizanja boljih cijena i veće konkurentnosti na tržištu (Anonimus, 2020a).

2. RAZRADA TEME

2.1. Osnovne značajke razreda školjkaša

Školjkaši su vodene, pretežito morske životinje spljoštenog bilateralnog simetričnog tijela kojeg obavija meki plašt iznad kojeg se prostire ljuštura (Matoničkin i sur., 1990; Marguš, 1998). Ljuštura je građena od vanjskog tankog sloja, nazvanog periostrakum, i od 3 vapnena sloja vanjskog prizmatičnog ili palisadnog sloja te od, srednjeg sloja izgrađenog od listića, ostrakum, i unutrašnjeg sedefastog sloja, nazvanog hipostrakum. (Matoničkin i sur., 1990).

Umbo je najstariji dio školjkaša i prepoznatljiv je kao mala uzvisina. U nekih vrsta unutrašnji leđni rub školjkaša ima upadljive ploče ili grebene koji sačinjavaju zube ljušture. Zubi mogu biti bočni (lateralni) ili glavni (kardinalni). Bočni zubi prate rubnu liniju školjke, dok se kardinalni zubi nalaze uz umbo (Wallace i Taylor, 1996).

Dišni sustav sastoji se od dva reda škržnih listića (lamella) smještenih ispod plašta (Slika 1). Škrge školjkaša služe za filtraciju hrane i disanje (Marguš, 1998). Optjecajni sustav školjkaša je otvoren. Srce se nalazi u blizini bubrega, a sastoji se od jedne klijetke i dvije pretklijetke, a omeđeno je osrčjem (Slika 1) (Brusca i Brusca, 2003).

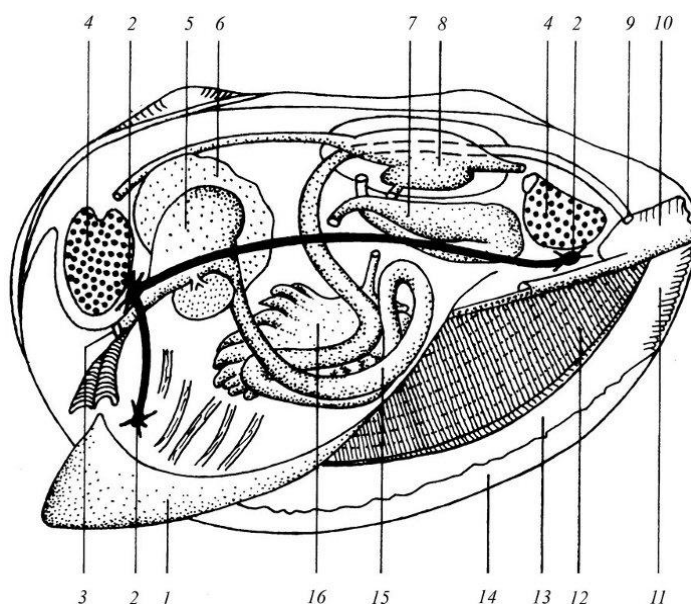
Većina mišića školjkaša se nalazi u stopalu, ali postoji i nekoliko ostalih karakterističnih mišića (Slika 1). Školjkaši imaju dva mišića zatvarača (prednji i stražnji) koji omogućuju ljušturama da ostanu zatvorene. U neposrednoj blizini prednjeg i stražnjeg mišića zatvarača nalaze se po jedan manji mišić koji omogućuje povlačenje stopala i tako zajednički omogućuju njegovo pomicanje (Wallace i Taylor, 1996). Neki školjkaši su slabo pokretni, a drugi pripadaju vrlo dobrim plivačima. Poprečno-prugasti mišići služe za plivanje, a kod nekih je kamenica zabilježeno vrijeme kontrakcije od 0,046 sekundi i relaksacije od 0,04 sekunde (Matoničkin i sur., 1990).

Probavni sustav započinje s prednje strane tijela usnim otvorom na koji se nastavlja jednjak i želudac (Slika 1). Odmah kraj želudca nalazi se probavna žlijezda zvana hepatopankreas. Želudac se nastavlja u crijevo koje završava izmetnim otvorom (Slika 1). Izmetni otvor ulazi u izlazeći sifon koji služi za izbacivanje vode koja je prešla preko škrge, urina koji je filtriran u bubregu, fecesa iz izmetnog otvora te za izbacivanje gameta (Slika 1). Školjkaši se hrane suspenzijskim filtriranjem hranjivih tvari odnosno fitoplanktona i detritusom iz vode (Brusca i Brusca, 2003).

Živčani sustav školjkaša vrlo je jednostavno građen. Sadržava tri para ganglija. Cerebralni ganglij koji inervira prednji dio tijela, prednji mišić zatvarač, prednji dio plašta i usni otvor. Pedalni ganglij inervira stopalo, a viscelarni ganglij inervira stražnji mišić zatvarač, škrge i stražnji dio plašta (Marguš, 1998).

Školjkaši od osjetilnih organa imaju statociste i jednostavno građene oči nanizane duž plaštanog ruba. Ekskretorni sustav sastoji se od parnih metanefridija ili Bojanusovih organa. Spolni produkti izlaze kroz gonodukte, koji su spojeni sa mokraćovodima i plaštanom šupljinom. Većina školjkaša je razdvojenog spola (gonohoristi), ali ima i dvospolaca (hermafroditi). Većina školjkaša izbacuje spolne produkte u more pa je oplodnja vanjska, a razvoj uključuje preobrazbu. Neki školjkaši poput *Ostreaide* imaju unutarnju oplodnju, pa se početni ličinački stadiji razvijaju unutar plaštane šupljine (Matoničkin i sur., 1990).

Neki školjkaši žive u području ušća rijeka i u bočatoj vodi. Vrste koje žive u navedenom području pripadaju obalnom području ili posebnim vrstama koje nastanjuju isključivo ista. Navedene vrste nisu prilagođene samo nižem salinitetu nego moraju biti sposobne da toleriraju znatne osmotske razlike. Prisutnost školjkaša u kopnenom predjelu je uvjetovano varijabilnošću različitih čimbenika, a posebno otopljenim kalcijem u vodi. (Matoničkin i sur., 1990).



Slika 1. Shematski prikaz uzdužnog presjeka školjkaša – 1. stopalo, 2. ganglij, 3. usta, 4. mišić zatvarač, 5. želudac, 6. jetra, 7. bubreg, 8. srce, 9. izmetni otvor, 10. izmetni sifon, 11. škržni sifoni, 12. škržni listići, 13. plašt, 14. ljuštura, 15. crijevo, 16. spolna žlijezda (izvor:

<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=59669>).

2.2. Prirodna rastilišta školjkaša uz istočnu obalu Jadrana

Uzduž istočne obale Jadrana bilježimo brojne lokalitete za uzgoj školjkaša. Novigradsko more, Limski i Šibenski kanal, Vela Draga, Malostonski zaljev i mnogi drugi lokaliteti predstavljaju nepresušni rezervoar prirodnih naselja školjkaša (Hrs-Brenko, 1974). Dvije najpoznatije lokacije za uzgoj školjkaša, a ujedno i prirodna rastilišta školjkaša su Limski kanal koji pripada sjevernom dijelu Jadrana te Malostonski zaljev na južnom dijelu Jadrana.

Limski kanal je najduža uvala Istre (Slika 2), a smješten je na granici Poreča i Rovinja. Limski kanal je dug 9,5 km, s prosječnom širinom 600 m. U prednjem, vanjskom dijelu dubina iznosi oko 30 m, a prema obalama naglo pada. U unutrašnjem dijelu kanala, gdje su postrojenja za uzgoj školjkaša dubina se kreće od 12 do 30 m. Dno je u kanalu pretežito muljevito. Brojni podmorski izvori slatke vode potpomažu strujanju mora i na nekim predjelima more je u određenoj mjeri smanjenog saliniteta tj. bočato što pogoduje uzgoju školjkaša (Basioli, 1968). Unutrašnji dio kanala je rezerviran za uzgajalište školjkaša, a to nam potvrđuje navod o zabrani pristupa uzgojnoj zoni i bilo kakvo približavanje parkovima s bilo kakvim plovnim objektom, plivanje ili ronjenje do udaljenosti od 50 m (Basioli, 1968). Uzgoj školjkaša u Limskom kanalu je imao uspješnu proizvodnju do 90-tih godina. Danas se uspješna proizvodnja odvija u manjim količinama u ekstenzivnom uzgoju (dagnja i kamenica), na početnom i središnjem dijelu kanala.

Unutrašnji dio Malostonskog zaljeva je pogodan za uzgoj kamenica i dagnji. Na tom području su uvale Stupid, Bjejevica, zatim područje sjeverno od rta Nedjelje, ispred Hodilja, pred Malim Stonom, po svim krajnjim unutrašnjim uvalama, te uvala Bistrina (Slika 3) (Viličić, 2017). Podmorska vrela slatke vode i pjeskovito dno čine navedenu uvalu bistrom, a s pošumljenih okolnih brda s kišama se slijeva u uvalu nužna organska tvar. Područje je zaštićeno od jakih naleta valova, s umjerenom temperaturom i salinitetom (Viličić, 2017). U Malostonskome zaljevu bitna je zaštita staništa, a upravo o zaštiti ovisi razvojni ciklus školjkaša. Za zaštitu školjkarstva u Malostonskome zaljevu nije važno poznavati procese samo u moru nego i u priobalju. Uz obale Malostonskog zaljeva razvijena je gusta šuma hrasta crnike i makija. Šumovito priobalje ne dopušta nagli dotok hranjivih tvari u more zbog čega ne dolazi do intenzivnog cvjetanja fitoplanktona (Viličić, 2017). Malostonski zaljev je prirodno bogat školjkašima i drugim organizmima koji se hrane filtrirajući plankton i drugim česticama u suspenziji. Karakteristike mora pokazuju stabilan okoliš koji krasi velika

prozirnost mora, nedostatak cvjetanja fitoplanktona i prozračenost vodenog stupca. U unutrašnjem dijelu Malostonskog zaljeva uzgajališta su sve brojnija jer je proizvodnja profitabilna (Viličić, 2017).

Novigradsko more je jedan od zaboravljenih lokaliteta koji ima veliki potencijal za uzgoj školjkaša. Zbog svojih abiotskih parametara svrstava se među bolje lokalitete za uzgoj školjkaša (Basioli, 1968). Salinitet Novigradskog mora je manji nego u ostalim dijelovima Jadrana, i povećava se s dubinom, jer je voda zaslađena, i specifično lakša. Salinitet na površini varira između 1,46 ‰ i 35,77 ‰, a u dubljim slojevima između 35 ‰ i 38 ‰. Zbog veće količine različitih mineralnih soli (silikati), prozirnost obično nije veća od 5 m. Novigradsko more je i dragocjen izvor hrane. Postoje prirodni preduvjeti za rast pojedinih školjkaša. Uzgoj dosad nije dao većih rezultata, jer očigledno nisu uzeti u obzir svi abiotski i biotski čimbenici koji utječu na složenu životnu ravnotežu područja (izvor: Anonimus, 2020b).



Slika 2. Limski kanal (izvor: <https://www.menu.hr/putopisi/limski-kanal-gurmanska-i-turisticka-atrakcija/>).



Slika 3. Malostonski zaljev- uzgojne instalacije (izvor: https://hr.wikipedia.org/wiki/Malostonski_zaljev).

2.3. Kamenica *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758

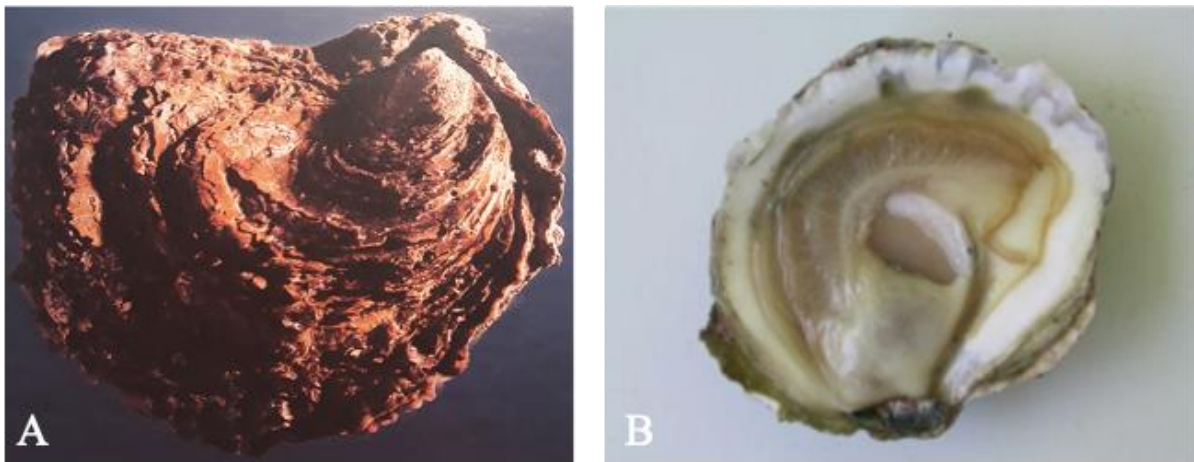
Kamenica je naziv nastao od grčke riječi ostreon, što znači koštunjav, pa hrvatski izraz vrlo dobro karakterizira kamenicu (Basioli, 1968). Narodni nazivi za kamenicu uz istočnu obalu Jadrana su oštriga, ostrega, loštrga, loštriga, ostriga (Marguš, 1998). Boja kamenice je sivokamenasta, pa je jedinku teško uočiti na kamenoj podlozi. Prihvaća se svih tvrdih podloga, a bez tvrde podloge opstanak kamenice je neodrživ (Basioli, 1968).

Kamenica *Ostrea edulis* je rasprostranjena uz zapadnoeuropsku obalu od Norveške (65° sjeverne geografske širine) sve do zaljeva Agadir u Maroku i u Sredozemlju (Poutiers, 1987). Može narasti vrlo velika (> 20 cm) i postati vrlo stara (> 20 godina). Kamenica je iskrivljena ovalna oblika, nepravilnih rubova, čvrste građe, te katkada lomljivih i nejednakih ljuštura (Slika 4A). Lijeve (donja) ljuštura je ispupčena, a desna (vanjska) ravna ljuštura ulazi unutar lijeve ljušture. Zone rasta ljušture nisu jasno vidljive. Unutrašnjost ljuštura je bisernobijele boje, nekad sadrži zelene, crveno-smeđe ili plavo-sive mrlje (Matoničkin i sur., 1990; Marguš, 1998). Ljuštura je bijele, žućkaste ili kremaste boje sa svijetlosmeđim ili

plavkastim koncentričnim krugovima. Ljuštura kamenice se sastoji od niza krednih slojeva koji mogu uključivati laminarne i šuplje komore. Unutar ljušture nalazi se meso koje se može razlikovati u boji od kremasto bež do blijedo sive boje, okusa od slanog do nježnog i teksture od nježnog do čvrstog (Slika 4B) (Gouletquer, 2004).

Kamenica se mrijesti tijekom čitave godine izuzev zime, pri čemu svaka jedinka ispusti do pola milijuna jajašaca. Za sigurnu i dovoljnu produkciju neophodno je da temperatura mora ljeti iznosi najmanje 18 °C (Basioli, 1968). *Ostrea edulis* je protandrični hermafrodit, koji mijenja spol uglavnom dva puta tijekom jedne sezone. Sukcesivno mijenjanje spola u istih jedinki događa se kroz cijeli život kamenice. Osim prirodnog mrijesta moguće je jedinke stimulirati i provoditi umjetni mrijest (Treer i sur., 1995). Predatori kamenice su morske zvijezde, puž volak, zatim pojedine ribe i rakovi. Od riba naročiti predator je komarča *Sparus aurata*, a od rakova kosmelj *Eriphia verrucosa* (Basioli, 1968).

Prema kemijskom sastavu, fiziološkoj i kaloričnoj vrijednosti kamenica je vrlo zdrava i delikatesna hrana. Kamenica ima velik postotak bjelančevina (11-12%), glikogena (2-4%), minerala (Zn, Mn, Mg i dr.), vitamina (A, B, C, D i E), a kalorična vrijednost je značajna te iznosi 82-117 cal/100 g (Basioli, 1968; Hrs-Brenko, 1979; Grubišić, 1982).



Slika 4. Kamenica *Ostrea edulis*: vanjski izgled ljušture (A), ljuštura sa tkivom (B) (izvor: FAO, 2020a).

2.3.1. Tehnologija uzgoja kamenice

Osim temperature i saliniteta, bitan čimbenik za reprodukciju i repopulaciju naselja kamenica je reproduktivni potencijal i kritična masa reproduktivnih jedinki. Također važan čimbenik su trofički uvjeti u morskoj sredini, u smislu kvalitete i količine hrane koja je potrebna ranim razvojnim stadijima (Bogut i sur., 2006). Do oplodnje dolazi u plaštanoj šupljini gdje započinje i embrionalni razvoj koji traje tjedan dana. U navedenom razdoblju ličinke dosežu veličinu od 160 do 200 μm . Oslobođene ličinke iz plaštane šupljine tada započinjaju planktonsku fazu. U planktonu ličinke nošene strujama slobodno plivaju 2 tjedna (Marteil, 1976; Treer i sur., 1995). Boravak ličinke u planktonu je prvenstveno uvjetovan abiotskim čimbenicima i dostupnoj hrani. Nakon završene planktonske faze života ličinke kamenice se hvataju na čvrstu podlogu. Kao čvrsta podloga u uzgoju za prihvat ličinki se koriste tzv. kolektori. Uzgoj kamenica započinje sa prihvatom ličinki na kolektore, čime počinje prva uzgojna faza, a cjelokupan uzgoj se dijeli na tri faze: prihvat ličinki na kolektore (i), prerada tj. skidanje jedinki s kolektora (ii) i cementiranje kamenica (iii).

Za prihvat ličinki kamenica tj. za njihovo kolektiranje od davnina se u more bacaju snopovi grana. Snopovi se polažu u more, na dubinu od 5 do 15 metara, kada u populaciji kamenica ima najmanje 5% jedinki u stanju mrijesta i kada je broj ličinki oko 15000 komada/ m^3 (Treer i sur., 1995). Na kolektorima kamenice kroz prvu godinu života narastu do veličine od 4 do 6 cm (Treer i sur., 1995).

Nakon faze na kolektorima, potrebno je provoditi razrjeđivanje nasađenih kamenica što zahtijeva manualni rad. Razrjeđivanje se provodi ovisno o tipu kolektora na kojem su se kamenice prihvatile. Kolektori odnosno grane sa nasađenim kamenicama se sjećaju na manje komade i upleću u konope, a često se provodi cementiranje (Slika 5). Najpovoljnije vrijeme za cementiranje kamenica je u lipnju. Kamenice se skidaju s pletenica, zatim se peru i razvrstavaju prema veličini u 3 razreda. Sitne, zakržljale i nepravilne kamenice se odbacuju jer nisu pogodne za daljnji uzgoj. Krupne i srednje krupne kamenice se ostavljaju u košarama u moru, a u roku tri dana se mora obaviti cementiranje. Alternativa cementiranju kamenica je uzgoj u košarama ili lanternama koji se također primjenjuje u uzgajalištima uz istočnu obalu Jadrana (Slika 6). Ukoliko se kamenice cementiraju trebaju se postaviti tako da su im tupi krajevi (umbo) nasuprot, a cementiraju se uvijek izbočene strane ljuštare. Cementiraju se po dvije jedinke na razmaku od 15 do 20 cm, a zatim se konopac veže na mjesto gdje će kamenice narasti do tržišne veličine (Slika 7). Tako se kamenice uzgajaju još 1 do 2 godine,

odnosno do postizanja konzumne veličine od 7 do 9 cm. S obzirom da se najčešće jedu žive, posebna pažnja se usmjerava na njihovo pranje, čišćenje, razvrstavanje, pakiranje i transport (Treer i sur., 1995).



Slika 5. Cementirane kamenice (izvor: Medić, 2016).



Slika 6. Lanterna za uzgoj kamenica (izvor: Usich, 2014).



Slika 7. Uzgojna linija na kojoj su obješene cementirane kamenice (izvor: <https://radio.hrt.hr/radio-rijeka/clanak/dani-malostonske-kamenice/87387/>).

2.4. Dagnja *Mytilus galloprovincialis* Linnaeus, 1758

U hrvatskom narodu dagnja ima brojne narodne nazive poput dagna, degnica, daglja, mušula, mušlja, crna mušja, pedoč, klapunica, pajić i datul (Marguš, 1998). Dagnja je trokutastog oblika, čvrste građe, asimetričnih i jednakih ljuštura. Ljuštura su crno-plave ili crno-smeđe, s ponekad vidljivim tamnosmeđim ili ljubičasto-plavim radijalnim šarama (Slika 8A). Ljuštura se sastoji od vrlo tankih koncentričnih crta sa vidljivim zonama. Unutrašnjost ljuštura je biserno bijele boje, sa širokim plavim ili ljubičastim obojenjem uz rub ljuštura (Slika 8B) (Basioli 1968; Marguš, 1998).

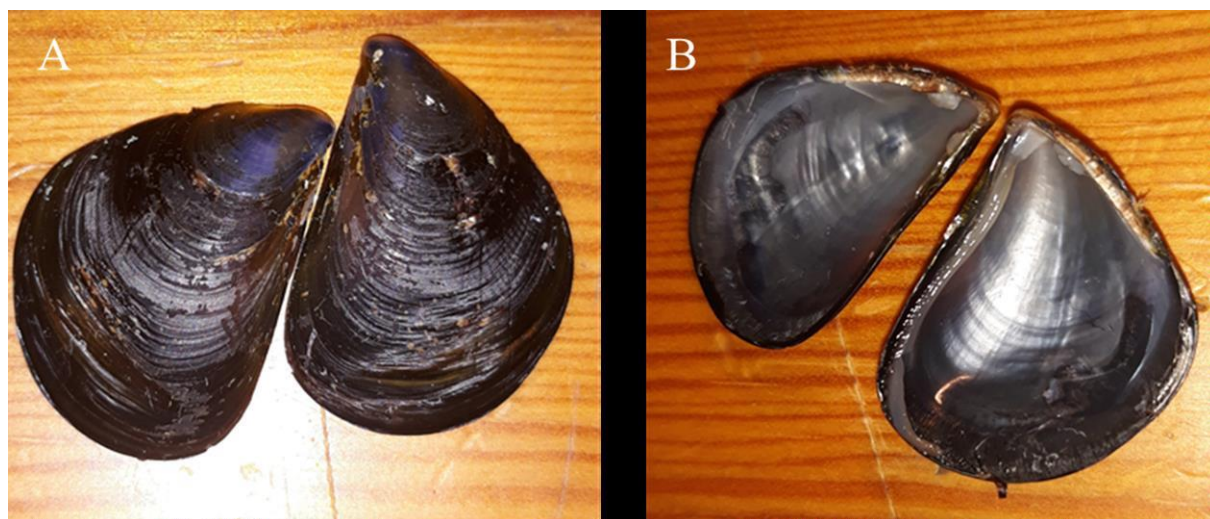
Dagnja je rasprostranjena uz jugozapadnu obalu Velike Britanije, uz obalu Portugala, u Sredozemnom, Jadranskom i Crnom moru (Marguš, 1998).

Dagnje su gonohoristi, a spolno su zrele sa godinu dana starosti. Mrijest se odvija u proljeće i ljeto. Dagnja će uspješnije rasti u staništima u kojima je prisutan dotok slatke vode i jača strujanja koja omogućavaju donos hranjivih tvari. Također, prirodna rastilišta dagnje su

zaštićena od jakih naleta valova (Treer i sur., 1995). Žive pričvršćene bisusnim nitima za stijene, lukobrane, stupove i druge tvrde podloge. Nalazimo ih u vrlo velikim gustoćama u zoni plime i oseke, obično do 5 m dubine (Hrs-Brenko, 1979; Marguš, 1998).

Prema kemijskom sastavu, fiziološkoj i kaloričnoj vrijednosti dagnja sadrži 82% vode, 10% bjelančevina, 5% ugljikohidrata, 2% anorganskih sastojaka i 1% masti. Dagnja nema delikatesni okus, aromu i probavljivost kao kamenica. Sukladno navedenom tržišna cijena je znatno niža, što se u proizvodnji kompenzira u jednostavnijem načinu uzgoja i bržem plasmanu dagnje na tržište (Basioli, 1968).

Dagnje su manje osjetljivi organizmi za razliku od kamenica i rjeđe ih pogađaju visoki mortaliteti koji mogu biti uzrokovani abiotiskim ili biotskim čimbenicima (Hrs-Brenko, 1974).



Slika 8. Dagnja *Mytilus galloprovincialis*: vanjski izgled ljušture (A), unutrašnja strana ljušture (B) (izvor: Matteo Hajder).

2.4.1. Tehnologija uzgoja dagnje

Tehnologija uzgoja dagnje je prilično jednostavna i kod nas dobro poznata od davnina. Kontrolirani uzgoj dagnji je puno jednostavniji i jeftiniji od uzgoja kamenica, čak i do 50% jeftiniji, jer se dagnja u gustim grozdovima dobro prihvaća za pergolare. Dagnja se hrani fitoplanktonom i organskom tvari u suspenziji. Mlađ dagnje za uzgoj se sakuplja na mjestima gdje se odvija mrijest (Bogut i sur., 2006).

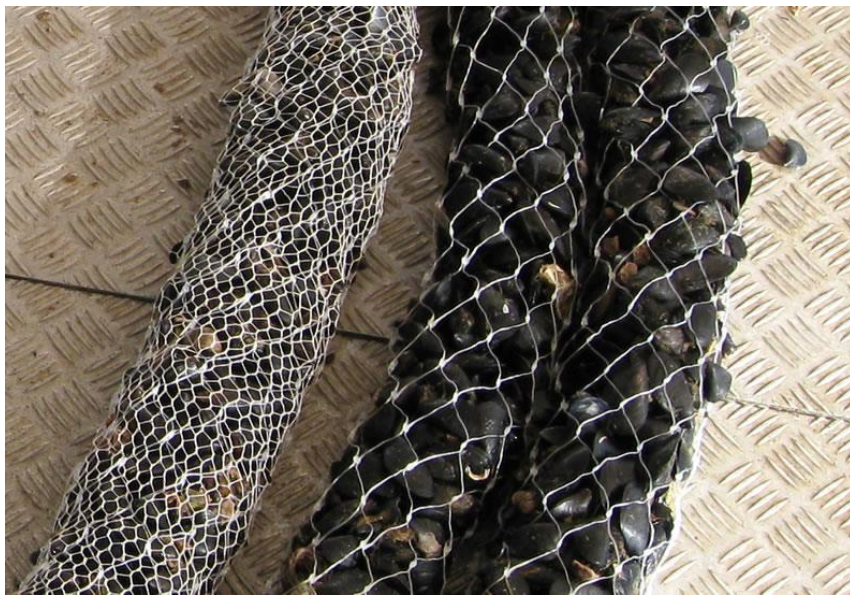
U prvom razdoblju uzgoja ličinke dagnje se prikupljaju pomoću debelih plastičnih konopaca tzv. kolektora (Slika 9). Prihvatom ličinki na kolektore započinje uzgoj dagnje, a cjelokupan uzgoj dagnje se može podijeliti u tri faze: prihvata ličinki na kolektore (i), rast na pergolarima (ii) i skidanje pergolara sa linija (parkova) (iii).

Kolektori za prihvata ličinki se postavljaju na površinu mora jer su ličinke dagnje fototaksične. Proces sakupljanja mlađi traje oko 6 mjeseci (Treer i sur., 1995). Mlađ ostaje na kolektorima oko 6 mjeseci, do veličine od 2 do 3 cm, što ovisi o abiotskim i biotskim čimbenicima. Zatim se jedinke skidaju u manjim grumenima i stavlja u mrežaste cijevi dužine 2 do 3 m, promjera oka 2 do 3 cm kako bi se formirao pergolar (Slika 10). Ovako pripremljeni pergolari se vješaju na uzgojne linije u razmacima od 30 do 50 cm. Dagnje se u pergolarima nastavljaju razvijati sljedećih 6 mjeseci nakon prve dorade. Dagnje se probiru po veličini i stavljaju u mrežastu cijev iste dužine (2 do 3 m) s mrežicama veće veličine oka, od 4 do 5 cm, te nakon 6 mjeseci dosežu svoju tržišnu veličinu (Anonimus, 2020c).

Konzumna veličina dagnji je oko 7,5 cm do 10 cm. Cementiranje koje se provodi kod kamenice, ne provodi se kod dagnje, jer se dagnje bisusnim nitima lako pričvrste za podlogu (Treer i sur., 1995). Tijekom uzgoja dagnje se prihvaćaju na dagnje u uzgoju. Novo prihvaćene dagnje, mogu potpuno prekriti ili zagušiti rast dagnji koje su prvotno prihvaćene. Zbog ovih pojava uzgajivači su primorani čistiti pergolare što poskupljuje uzgoj dagnje dodatnim radovima tijekom uzgoja (Hrs-Brenko, 1974). Također na nekim lokalitetima se javlja problem prevelikog obraštaja na dagnjama i uzgojnim instalacijama. Tijekom uzgoja dagnji veliki problem u obraštaju mogu predstavljati poliheti sa vapnenim tokom (npr. vrste *Pomatoceros* sp. i *Spirorbis* sp.) jer usporavaju i zagušuju rast. Njihova pojavnost se može riješiti održavanjem zootehničkih mjera i pozicioniranjem pergolara na različitim dubinama. Za prodaju i jelo najbolje dagnje su od lipnja do početka listopada, jer su tad najpunije i imaju najviše mesa, što se poklapa sa turističkom sezonom kada se ujedno mogu najbolje plasirati (Treer i sur., 1995).



Slika 9. Kolektor za prihvat dagnje (izvor: <http://www.rak-marikultura.hr/dagnje.html>).



Slika 10. Pergolari – mrežaste cijevi različite veličine oka, u kojima su smještene dagnje (izvor: <http://www.rak-marikultura.hr/dagnje.html>).

2.5. Zone za uzgoj školjkaša

U skladu s odredbama Priloga II. poglavlja II. dijela B. točke 1. i 2. Pravilnika o službenim kontrolama hrane životinjskog podrijetla (Narodne novine 99/07) svrha provedbe

Plana praćenja kakvoće mora i školjkaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje živih školjkaša (Narodne novine 33/13) je:

- a) provjera mikrobiološke kakvoće živih školjkaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje
- b) provjera moguće prisutnosti toksičnog planktona i potencijalno toksičnog planktona u vodama na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje te biotoksina u živim školjkašima
- c) provjera moguće prisutnosti kemijskih zagađivača u živim školjkašima
- d) izbjegavanje zlouporaba u odnosu na podrijetlo živih školjkaša
- d) obavljanje preliminarnih analiza novih proizvodnih područja

Hranidba školjkaša ovisi isključivo o prirodnim izvorima planktona i organske tvari u suspenziji. Lokaliteti uzgoja su visoko produktivna područja koja trebaju zadovoljavati i druge kriterije. Dakle, čist morski okoliš, uz blago sniženi salinitet i obilje nutrijenata predstavljaju primarne čimbenike za izbor lokacija povoljnih za uzgoj školjkaša. Temeljeni eliminacijski kriterij pri izboru zona za uzgoj školjkaša su stupanj onečišćenja koji se prvenstveno reflektira na higijensko-sanitarnu kvalitetu mora i trofički status. Stoga treba unaprijed eliminirati zone koje su u doticaju s izvorima onečišćenja kao što su luke, urbana naselja, industrijski centri i intenzivna poljoprivredna proizvodnja. U eutrofnim područjima, koja su poželjna za uzgoj školjkaša treba računati i o mogućoj pojavi toksičnog fitoplanktona koji može imati štetan utjecaj na školjkaše i na zdravlje ljudi. Zone za uzgoj i sakupljanje školjkaša moraju biti pod stalnom kontrolom koja podrazumijeva praćenje stanja patogenih bakterija, virusa, biotoksina i rezidua u tkivu školjkaša i u morskoj vodi (Bogut i sur., 2006).

Uzgojna područja u Hrvatskoj nisu bilježila veće poteškoće povezane s onečišćenjem i bolestima, a važno bi bilo razviti postupke kojima bi se dokazala i pokazala ekološka slika proizvoda (Bratoš i sur., 2004). Uzgojne su zone klasificirane obzirom na higijensko-sanitarne uvjete u 4 zone (A, B, C i D). Parametri u zonama „A“ moraju zadovoljavati stroge higijensko-sanitarne standarde da bi se mogle proglasiti mikrobiološki i kemijski zdravima i pogodnima za uzgoj školjkaša kako bi se isti izravno ili preko otpremnih centara otpremili na tržište. U zoni „A“ ne smije biti više od 300 fekalnih koliforma u 100 g tkiva školjkaša. Školjkaši iz zone „A“ ne smiju sadržavati toksične tvari kao što su teški metali i naftne supstance, a razina paralitičkog otrova (PSP – engl. *paralytic shellfish poisoning*) ne smije prelaziti 80 µg na 100 g tkiva, amnestičkog (ASP – engl. *amnesic shellfish poisoning*) 20 µg na 100 g tkiva, a test ne smije biti pozitivan na diaretički otrov (DSP – engl. *diarrheal*

shellfish poisoning). Veliki potencijal hrvatskih uzgajališta je činjenica da su ona prema europskim standardima mahom smještena u „A“ područjima. U zoni „B“ ne smije biti više od 6000 fekalnih koliforma u 100 g tkiva školjkaša. Školjkaši uzgojeni ili sakupljeni u ovoj zoni moraju se prije stavljanja u promet prethodno pročititi u purifikacijskim centrima ili držati najmanje 2 mjeseca u zoni „A“ kako bi se zadovoljili postavljeni standardi propisani za zonu „A“. U zoni „C“ broj fekalnih koliforma ne prelazi 60000 na 100 g tkiva školjkaša. Školjkaši iz zone „C“ se mogu plasirati na tržište tek nakon intenzivnog pročišćavanja ili toplinskog tretmana. Konačno, u zoni „D“ broj fekalnih koliforma prelazi 60000 na 100 mg tkiva školjkaša, i to je zona apsolutne zabrane plasmana školjkaša na tržište (Narodne novine 129/99; Narodne novine 118/09).

Teški metali su definirani kao metali sa specifičnom težinom većom od 5 g/cm^3 koji uzrokuju ozbiljne toksikološke simptome i u manjim koncentracijama. Obzirom na navedenu činjenicu teški metali su još uvijek jedan od najvažnijih problema u morskim ekosustavima (Vukšić i Šperanda, 2016). Teški metali u morsku sredinu dospijevaju iz različitih izvora, od kojih su najvažniji industrijski, poljoprivredni i urbani otpad. S obzirom na način prehrane školjkaša, teški metali se u njihovu organizmu nalaze u koncentracijama koje su znatno veće od onih u morskoj vodi. Sve navedeno su razlozi zašto je odabir lokaliteta školjkaša preduvjet sigurne proizvodnje. Redovita kontrola zastupljenosti teških metala u mekom tkivu školjkaša dobiva sve veće značenje, posebice kad se ima u vidu činjenica da proizvodnja i udio ovih organizama u prehrani stanovništva raste (Gavrilović i sur., 2004).

3. ZAKLJUČAK

Istočna obala Jadrana predstavlja produktivni bazen sa prirodnim karakteristikama, koji je povoljan za uzgoj, a tako i za razvoj školjkarstva. Mogućnosti širenja uzgoja školjkaša zasigurno postoje, ali su nedovoljno istražene. Uzimajući u obzir druge zemlje, hrvatsko školjkarstvo se temelji na tradicionalnoj proizvodnji što u konačnici utječe na nedovoljnu iskorištenost proizvodnih područja. Proizvedene količine dagnji i kamenica ne zadovoljavaju domaću potražnju koja je povećana za vrijeme turističke sezone. Također, manjkavost uzgoja školjkaša je osiguranje mlađi isključivo prihvatom u prirodnoj sredini Naime, zatvaranjem uzgojnog ciklusa osigurala bi se proizvodnja i u vremenima lošijeg prihvata ličinki na kolektore, a na taj način bi se osigurao stalan i siguran prinos školjkaša za plasman na tržište. Proizvodnja školjkaša je društveno korisna jer zapošljava djelatnike, i osigurava prihode lokalnoj i široj društvenoj zajednici. Uzgoj kamenica i dagnji se ne smije zanemariti zbog kvalitete i prepoznatljivosti, jer takvi proizvodi mogu biti najbolji proizvodi koji dolaze iz mora.

4. LITERATURA

- Anonymus 2020a: Ministarstvo poljoprivrede. Dostupno sa: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=15>, pristupljeno: kolovoz, 2020.
- Anonymus 2020b: Novigradsko more. Dostupno sa : https://hr.wikipedia.org/wiki/Novigradsko_more, pristupljeno: kolovoz, 2020.
- Anonimus 2020c. Uzgoj dagnji. Dostupno sa: <http://www.opcinastarigrad.hr/HTML/Uzgoj%20daganja.html>, pristupljeno: kolovoz, 2020.
- Basioli J. 1968. Uzgoj školjaka na istočnim obalama Jadrana. Pomorski zbornik 6, Zadar, 377 str.
- Benović A. 1980. The problems and perspectives of mariculture in the southern Adriatic region. *Nova Thalassia*, 4: 105-110.
- Bogut I, Horvath L, Zdenek A, Katavić I. 2006. U: Bogut I. (ur), Ribogojstvo II. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, str. 352-503.
- Bratoš A, Glamuzina B, Benović A. 2004. Hrvatsko školjkarstvo-prednosti i ograničenja. *Naše more*, 51: 59-62.
- Brusca CR, Brusca GJ. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates International Publishers, Sunderland, 664 str.
- FAO. 2020. FAO Species Fact: *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758). Dostupno sa: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Ostrea_edulis/en, pristupljeno: rujan, 2020.
- Gavrilović A, Srebočan E, Petrincec Z, Pompe-Gotal J, Prevendar-Crnić A. 2004. Teški metali u kamenicama i dagnjama Malostonskog zaljeva. *Naše more*, 51: 50-58.
- Gouletquer P. 2004. U: FAO Fisheries Division [online] Cultured Aquatic Species Information Programme. *Ostrea edulis*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Dostupno sa: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Ostrea_edulis/en preuzeto: rujan 2020.
- Grubišić F. 1982. Ribe, rakovi i školjke Jadrana. ITRO Naprijed Zagreb i GRO Liburnija, Rijeka, 240 str.
- Hrs-Brenko M. 1974. Stanje naselja školjkaša na obalama Jadrana. *Acta adriatica*, 23: 125-136.
- Hrs-Brenko M. 1979. Školjkaši kao prehrambeni artikl iz prirodne populacije školjaka na Jadranu. *Prehrambeno tehnološka revija*, 17: 125-136.

- Hrs-Brenko M. 1985. Marikultura. Poseban otisak iz Pomorskog zbornika knjiga 23, Rijeka, 236 str.
- Marguš D. 1998. Školjkaši ušća rijeke Krke. Javna ustanova „Nacionalni park Krka“, Šibenik, 168 str.
- Marteil L. 1976. La conchyliculture française. II – Biologie de l’huitr et de moule. Revues des Travaux de l’Institut des Pêches Maritimes Volume 40 (2):149-346.
- Matoničkin I, Habdija I, Primc-Habdija B. 1990. U: Sambolek Hrbić E. (ur), Beskralješnjaci biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb, str. 485-511.
- Medić I. 2016. Stroj za čišćenje školjki. Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, 56 str.
- Morović D, Šimunović A. 1980. A contribution to the knowledge of the variations in the larvae of oyster *Ostrea edulis* in the area of the Bay of Mali Ston. Acta Adriatica, 21: 195-201.
- Plan praćenja kakvoće mora i školjkaša na proizvodnim područjima i područjima za ponovno polaganje živih školjkaša. 2013. Narodne novine 13, Zagreb.
- Poitiers JM. 1987. Bivalves. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche-Méditerranée et mer noire. Zone de pêche 37 (Revision 1): 440-446.
- Pravilnik o veterinarsko-zdravstvenim uvjetima za izlov, uzgoj, pročišćavanje i stavljanje u promet živih školjkaša. 1999. Narodne novine 129, Zagreb.
- Pravilnik o mikrobiološkom razvrstavanju i postupku u slučaju onečišćenja živih školjkaša. 2009. Narodne novine 118, Zagreb.
- Pravilnik o službenim kontrolama hrane životinjskog podrijetla. 2007. Narodne novine 99, Zagreb.
- Tomšić S, Lovrić J. 2004. Povijesni pregled uzgoja kamenica u Malostonskom zaljevu. Naše more, 51: 17-23.
- Treer T, Safner R, Aničić I, Lovrinov M. 1995. Ribarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb, 453 str.
- Usich M. 2014. Učinci organskog unosa kavezim uzgojem ribe na kondiciju kamenica (*Ostrea edulis*) u Limskom kanalu“. Diplomski rad, Sveučilište u Dubrovniku, 40 str.
- Viličić D. 2017. Zaštita uzgajališta kamenica od antropogenog utjecaja u Malostonskom zaljevu. Hrvatske vode, 99: 59-64.
- Vukšić N, Šperanda M. 2016. Raspodjela teških metala (Cd, Pb, Hg, As) i esencijalnih elemenata (Fe, Se) u šumskom tlu i biljnim zajednicama državnog otvorenog lovišta "Krndija II" XIV/23. Šumarski list, 34: 147-153.

Wallace RL, Taylor WK. 1996. Invertebrate Zoology: A Laboratory Manual. Prentice Hall
College Div, 336 str.