

Tehnološka cjelina uzgoja dagnje *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819

Prelević, Nika

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:226:795487>

Rights / Prava: [Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Nekomercijalno-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



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

Nika Prelević

TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA DAGNJE
***MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819**

Završni rad

Split, srpanj 2022.

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

TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA DAGNJE
***MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819**

Završni rad

Kolegij: Marikultura II

Mentor:

Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Student:

Nika Prelević

Split, srpanj 2022.

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

Završni rad

**TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA DAGNJE *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS*
LAMARCK, 1819**

Nika Prelević

Sažetak

U ovom završnom radu je predstavljen važni jadranski školjkaš, dagnja *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck, 1819. U uvodnom dijelu opisana je povijest uzgoja školjkaša, posebno duga tradicija uzgoja dagnje. Španjolska i Grčka su jedne od najvećih proizvođača dagnji u Europi. U Hrvatskoj uzgoj dagnji ima dugu povijest, a tehnologija uzgoja se temelji na tradicionalnom načinu uzgoja. No, uzgajivači ističu potrebu za modernizacijom proizvodnje s ciljem skraćivanja uzgojnog ciklusa i lakšeg manipulativnog rada. U radu se obrađuju opće biološke karakteristike vrste, način rasta, reprodukcija i životni ciklus. Detaljno se iznosi tijekom uzgojnog ciklusa, prihvata ličinki na kolektore, razvoj mlađi i rast do tržišne veličine dagnje. Također, opisana je moguća pojava različitih bioagresora koji predstavljaju opasnost u uzgoju, te sindromi koji se mogu javiti kod ljudi uslijed konzumiranja kontaminiranih jedinki.

(29 stranica, 15 slika, 75 literaturna navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: marikultura, *Mytilus galloprovincialis*, uzgoj, školjkaši, Jadran

Mentor: Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Ocjenjivači: 1. Doc. dr. sc. Vedran Poljak
2. Izv. prof. dr. sc. Josipa Ferri
3. Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

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

BSc Thesis

TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF MUSSEL FARMING
***MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819**

Nika Prelević

Abstract

This thesis presents an important Adriatic species, mussel *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819. The introductory part describes a history of shellfish farming, especially the long tradition of mussel farming. Spain and Greece are one of the largest producers of mussels in Europe. Croatia has a long history of mussel farming, with the cultivation technology still based on the traditional way of farming. However, the farmers emphasize the need to modernize production in order to shorten the farming cycle and easily manipulate the farming process. This thesis deals with the general biological characteristics of the species, growth, reproduction and life cycle. Furthermore, a special review in the paper refers to the course of the mussel reproduction cycle, the reception of larvae on the collectors, the development of young mussels and growth to marketable size. Moreover, the paper deals with issues related to the appearance of various bioaggressors that can be dangerous in farming and also syndromes that can occur in humans due to the consumption of contaminated shellfish.

(29 pages, 15 figures, 75 references, original in: Croatian)

Keywords: mariculture, *Mytilus galloprovincialis*, farming, shellfish, Adriatic Sea

Supervisor: Vedrana Nerlović, PhD / Assistant Professor

Reviewers:

1. Vedran Poljak, PhD / Assistant Professor
2. Josipa Ferri, PhD / Associate Professor
3. Vedrana Nerlović, PhD / Assistant Professor

SADRŽAJ:

1. UVOD	1
1.1. Povijest uzgoja školjkaša.....	2
2. RAZRADA TEME.....	4
2.1. Dagnja <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819	4
2.1.1. Morfologija i rasprostranjenost dagnje.....	5
2.1.2. Reproductivni ciklus dagnje	7
2.1.3. Važni čimbenici u rastu i razvoju dagnje	8
2.2. Tehnologija uzgoja dagnji	10
2.2.1. Prihvatanje ličinki na kolektore i osiguranje mlađi	11
2.2.2. Proces nasada mlađi i prikupljanje gotovih proizvoda.....	12
2.2.3. Drugi načini uzgoja dagnji	17
2.3. Problemi u uzgoju školjkaša.....	20
2.3.1. Predatori u uzgoju.....	20
2.3.2. Bolesti školjkaša	21
2.3.3. Biotoksini.....	22
3. ZAKLJUČAK	23
4. LITERATURA.....	24

1. UVOD

Prema definiciji koju je FAO objavio, akvakultura je uzgoj akvatičkih organizama u slatkoj, bočatoj i morskoj vodi, dok je marikultura njezin dio koji se odnosi samo na uzgoj organizama u morskoj vodi. S obzirom na tehnike i tehnologiju uzgoja, akvakulturu dijelimo na ekstenzivni i intenzivni uzgoj. Akvakultura je danas najbrže rastući gospodarski sektor u svijetu, što je uzrokovano stagnacijom ribolova, sve većom potrebom za visokovrijednom proteinskom hranom i trendovima zdrave prehrane. Prema podacima iz 2018. godine koje je objavio FAO, proizvodnja u akvakulturi na svjetskoj razini iznosila je 82,1 milijuna tona. Za prehranu ljudi iskorištava se otprilike 87% ukupne proizvodnje ribarstva i akvakulture. Marikultura i obalna akvakultura sveukupno su proizvele 30,8 milijuna tona morskih organizama u 2018. godini. Proizvodnja mekušaca je puno veća nego proizvodnja riba i rakova. Azija prednjači proizvodnjom u akvakulturi s 89% udjela u posljednja dva desetljeća (FAO, 2021). Prema FAO statistici iz 2018. godine uzgoj školjkaša na globalnoj razini iznosio je oko 14 milijuna tona što upućuje na njihovu veliku važnost u akvakulturi (FAO, 2018). Najveći proizvođač dagnji u Europi smatra se Španjolska koja uzgoji oko 300 000 tona godišnje. Uz Španjolsku u vrlo važne proizvođače se također ubrajaju Grčka, Nizozemska, Irska, Velika Britanija, Francuska i Italija (FAO, 2016). Iako u Hrvatskoj dominira uzgoj riba, školjkaši zauzimaju drugo važno mjesto u uzgoju. Marikultura Republike Hrvatske obuhvaća uzgoj plave i blijele ribe, te školjkaša. U Hrvatskoj se uzgajaju dvije vrste školjkaša, dagnja *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 i kamenica *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758. Prema podacima Ministarstva poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja u 2020. godini proizvodnja u marikulturi iznosi 18 992 tone, od toga se proizvelo 502,8 tona dagnji i 14,4 tona kamenica (Anonimus, 2020). Uzgoj je dominantno tradicionalnog karaktera i ukupna proizvodnja je namjenjena hrvatskom tržištu, što zapravo utječe na nedovoljnu iskorištenost proizvodnih područja. Stoga je vrlo važno osigurati nova uzgajališta, unaprijediti tehnologiju uzgoja, izgradnju centara za distribuciju i pročišćavanje, te izgradnju mrijestilišta.

1.2. Povijest uzgoja školjkaša

Akvakultura datira još 500 godina prije Krista, kada je Fan Lei, kineski političar, napisao *Classic of Fish Culture*, gdje uzgoj šarana u ribnjacima opisuje kao komercijalni pothvat. Uzgoj školjkaša ima gotovo isto toliko dugu povijest. Od svih školjkaša najviše se spominje kamenica. U pisanim spomenicima Grka prvi kamenicu spominje Homer (Basioli, 1984). Oko 350 godina prije nove ere, Aristotel spominje uzgoj kamenica u Grčkoj. Rimljani su bili odlični umjetnici kulinarstva i gastronomije (Koščak, 1996). Školjkaši su u njihovoj kulturi smatrani hranom bogova, a brojni književnici su ih smatrali svetom hranom, posebno kamenice. Pretpostavlja se da su Rimljani uspješno uzgajali školjkaše, a prije njih Grci i Kinezi (Basioli, 1984). Čak su se vodili ratovi zbog školjkaša, a pravi primjer predstavlja rat Rimljana s Bretoncima. Koščak (1996) navodi da uzgoj dagnji započinje kada se snalažljivi irski mornar nasukao na atlantskoj obali. U Francuskoj su se 1235. godine koristile različite motke i mreže kako bi uhvatili ptice, brzo se otkriva da su motke prekrivene dagnjama, te da su bile puno bolje kvalitete od onih dagnji koje žive na dnu – to je bio nekakav početak uzgojne kulture (Gosling, 2003). Postoje brojna arheološka nalazišta gdje su boravili naši davni preci, na kojima je pronađen veliki broj ljuštura školjaka i kostiju riba. Osim navedenih nalazišta postoje i pisani spomenici i dokumenti iz grčkog i rimskog doba koji veličaju vrijednost školjaka (Dujmušić, 2000). Kretska umjetnost obiluje crtežima likova iz mora. Grci su gotovo svim narodima Sredozemlja bili učitelji u ribolovnim vještinama (Mašić, 2004).

Kod nas, u Hrvatskoj, bogatstvo morskih mekušaca je opisao naš najpoznatiji prirodoslovac 19. stoljeća Spiridon (Špiro) Brusina (Balabanić, 1993). Poticao je istraživanje života ispod morske površine i smatra se začetnikom hrvatske biologije more. Brusina je zabilježio cijeli niz vrsta koje su jestive, a među prvima se zalagao za znanstveno istraživanje, razumno iskorištavanje bogatstava Jadrana, za uzgoj riba, školjkaša i rakova (Mašić, 2004). Uzgoj školjkaša kao vrsta marikulture ima najdužu povijest na našim prostorima, više od tisuću godina. Jednim od najvažnijih razloga može se smatrati i jednostavnost tehnologije uzgoja školjkaša, prilagodljivost kontroliranom uzgoju, te dobar plasman na tržištu. Na istočnom Jadranu utvrđeno je više prapovijesnih nalazišta ljuštura kamenica i dagnji, kao npr. u Grapčevoj spilji na otoku Hvaru i u Danilu-Birnju nedaleko od Šibenika, što je potvrda o vrlo ranom korištenju školjkaša za prehranu, razmjenu dobara ili za ukrašavanje (Basioli, 1984).

Prvi zapisi o školjkašima dolaze s otoka Krka, Karinskog i Malostonskog zaljeva, a potječu iz 16. 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 otoka Krka (Basioli, 1968). Prvi tragovi uzgoja školjkaša u Hrvatskoj vezani su uz Malostonski zaljev, a i danas je to najreprezentativnije područje uzgoja školjkaša. Na području Malostonskog zaljeva još uvijek postoje tragovi iz razdoblja rimske vlasti. Prvi pisani dokumenti o izlovu školjkaša potječu iz 16. stoljeća, a o uzgoju govore zapisi iz vremena Dubrovačke Republike (17. stoljeće). U to vrijeme, kao i danas, uzgajivačima su se dodjeljivale povlastice i koncesije za provedbu uzgoja. Značajniji razvoj uzgoja započinje početkom 20. stoljeća kada se osnivaju prva poduzeća za uzgoj školjkaša.

Prije Drugog svjetskog rata, ukupna proizvodnja školjkaša u Malostonskom zaljevu iznosila je 58 tona, od toga je 5 tona dagnji. U navedenom periodu proizvodnja je gotovo potpuno uništena, a tek po završetku rata počelo se s obnavljanjem uzgajališta. Najveći pomor školjkaša u uzgoju se desio 60-ih godina u Lirskom kanalu, a ispitivanja su dokazala da su glavni uzročnici pomora bile velike kiše koje su dovele do smanjenja saliniteta mora (Basioli, 1984). 70-ih godina ukupna proizvodnja je iznosila oko 209 tona i od toga 159 tona dagnji. Zato uzgoj 80-ih doseže dosta veću vrijednost, od 3 000 tona dagnji (Bratoš i sur., 2004). Godine 1980. Malostonski zaljev je bio glavni proizvođač školjkaša koji je na istočnoj obali Jadrana činio 90% ukupne proizvodnje školjkaša (Benović, 1980). Za vrijeme ratnih razaranja 1990. pa do 1995. proizvodnja je drastično pala. U Domovinskom ratu većina uzgajališta su propala, a pogoni za preradu potpuno su devastirani, te je po završetku rata uslijedio spori oporavak školjkarstva (Marčelja i sur., 2004).

2. RAZRADA TEME

2.1. Dagnja *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819

Taksonomski položaj (WORMS, 2022.):

Carstvo: Animalia (životinje)

Koljeno: Mollusca (mekušci)

Razred: Bivalvia (školjkaši)

Red: Filibranchia (končastoškrgeši)

Porodica: Mytilidae (dagnje)

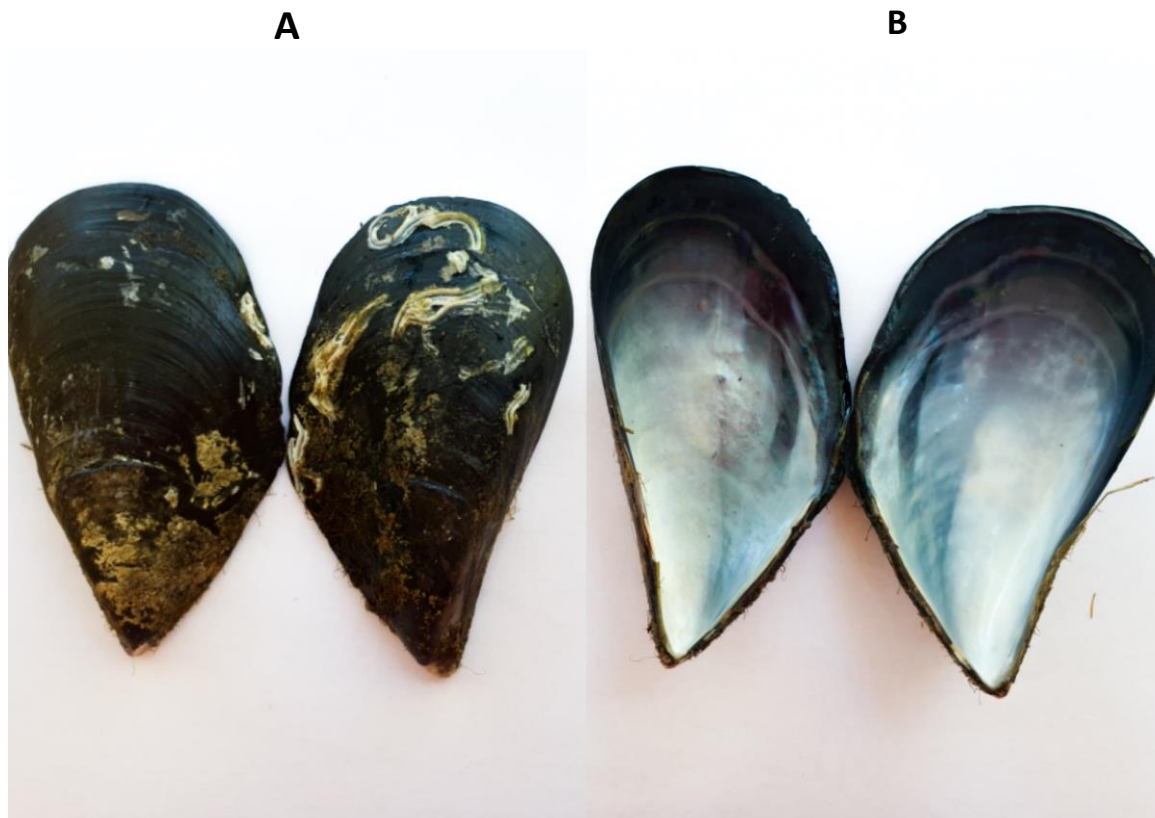
Rod: *Mytilus*

Vrsta: *Mytilus galloprovincialis* (mediteranska dagnja)

2.1.1. Morfologija i rasprostranjenost dagnje

Morfologija ljuštura školjkaša povezana je s nizom unutarnjih i vanjskih čimbenika. Dagnju čine dvije relativno iste duguljaste ljuštore čvrsto spojene koje su poput izduženog trokuta (Slika 1). Vanjska strana je skoro pa crne boje, dok je unutrašnja strana potpuno svijetla. Ljuštore imaju oštre stijenke, a na vanjskoj strani su dobro vidljive linije rasta. Veličina ljuštore može dosegnuti i do 15 cm (Milišić, 1991; Gosling, 1992), te postiže masu do 200 grama (Mašić, 2004), no prosječan raspon je između 6-8 cm, a za dužinu od 7 cm je potrebno do dvije godine (Milišić, 1991; Gosling, 1992).

Tkivo dagnji je zaštićeno unutar ljuštura. Unutarnja strana ljuštura prekrivena je plaštom. U plaštu se nalaze trepetljike koje usmjeravaju otpadne tvari prema crijevnom otvoru, a hranjive tvari i čestice prema škragama (Seed i Suchanek, 1992; Gosling, 1992). Ljuštore se zatvaraju pomoću mišića aduktora. To su dva mišića zatvarača (prednji i zadnji) koji omogućuju ljušturama da ostanu zatvorene (Wallace i Taylor, 1996). Škrge dagnje služe za disanje i hranjenje. Prehrana dagnji sastoji se od suspendiranih čestica, detritusa, bakterija, fitoplanktona, mikrozooplanktona, anorganskih i organskih čestica (Jørgensen, 1990; Gosling, 2003).

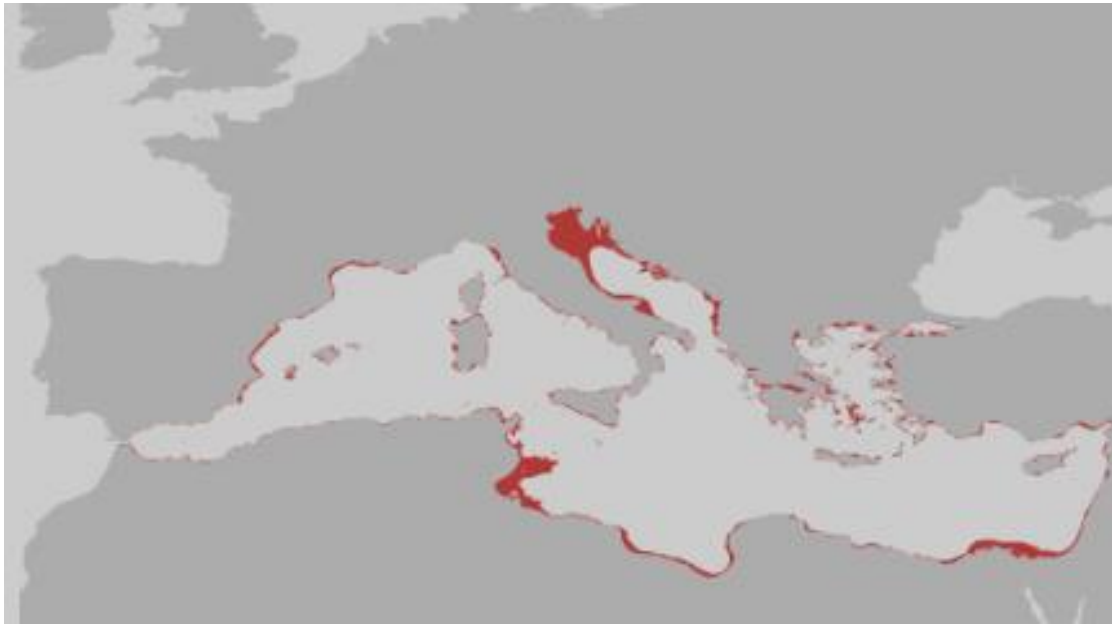


Slika 1. Dagnja *Mytilus galloprovincialis*: vanjski izgled ljuštura (A), unutrašnja strana ljuštura (B) (foto: Nika Prelević).

U Europi su **rasprostranjene** tri vrste dagnji iz roda *Mytilus*:

1. *Mytilus trossulus* Gould, 1850
2. *Mytilus edulis* Linnaeus, 1758
3. *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819

Mytilus galloprovincialis je dominantna vrsta u Mediteranu, a proširena je uz sjeverni dio europske obale Antlantika, sve do Irske (Slika 2). Također, dagnja je nađena na zapadnoj obali Sjeverne Amerike, Australije i Azije (Gardner, 1992; FAO, 2016). Nalazimo je duž cijelog Jadrana, a najviše je zastupljena u Novigradskom moru, Velebitskom kanalu, Šibenskom kanalu i Malostonskom zaljevu.



Slika 2. Rasprostranjenost na Mediteranu (izvor: FAO, 2016).

Stanište dagnje je u području plime i oseke u stjenovitom obalnom području, a prosječna dubina 3 metra (Marguš, 1998). Ograničena dubinska rasprostranjenost uvjetovana je biološkim faktorima predacije i kompeticije, a ne nemogućnošću preživljavanja u uvjetima koji vladaju u dubljim slojevima infralitoralne zone (Gosling, 1992). Pronalazimo je još na umjereno zaštićenim obalama, te u gustim nakupinama na pješčano-muljevitim dnima slanih laguna (Ceccherelli i Rossi, 1984). Dagnja se na podlogu prihvaća bisusnim nitima, a nalazimo je u gustim grozdovima na svim čvrstim podlogama poput kamenja, stijena, usidrenih brodova, plutača i različitih potonulih predmeta (Hrs-Brenko, 1974; Milišić, 1991).

Gospodarski značaj - dagnja je dobro poznat i gastronomski vrlo cijenjen školjkaš u Jadranu, zbog velike rasprostranjenosti ima različite nazive poput pidoče, mušule, ušenak, klapavica itd.

2.1.2. Reproductivni ciklus dagnje

Reproduktivni potencijal školjkaša varira s obzirom na veličinu i starost, a većina školjkaša mrijesti se više puta tijekom života. Manje jedinke više energije i napora ulažu u tjelesni rast, dok starije jedinke više napora ulažu u procesu razmnožavanja (Bayne, 1976). Reproductivni sustav školjkaša vrlo je jednostavne građe. Gonade su parne, a čine ih razgranati tubuli koji tvore kanaliće nastavljajući se na kratki gonodukt koji se otvara u plaštanu šupljinu (Gosling, 2003). Reproductivni ciklus dagnje obuhvaća niz događaja, uključujući aktivaciju gonada, gametogenezu, sve do ispuštanja zrelih gameta - faza mrijesta, te faza mirovanja gonada (Seed i Suchanek, 1992). Reproductivno razdoblje karakterizirano je s jednim ili više ciklusa gametogeneze, a svaki je popraćen otpuštanjem gameta iz zrelih reproductivnih folikula. Tijekom razvoja gonada dagnje su pod velikim energetskim naporom jer, 90% energije ulažu u proizvodnju gameta (Steffani i Branch, 2003). Reproductivno stanje odraz je privremenih varijacija temperature površine mora (Seed i Suchanek, 1992). Dagnje se mrijeste uglavnom u doba godine s najvišom temperaturom, najčešće je to u ožujku i listopadu (Bayne, 1976; Hrs-Brenko, 1990). Reproductivno razdoblje u dagnji može varirati od jednog masivnog mrijesta, do nekoliko ponovljenih ciklusa, s više ili manje kontinuiranim oslobađanjem gameta tijekom godine (Seed i Suchanek, 1992). Na rast i stabilnost populacija utječe stres uzrokovan okolišem (Hiebenthal i sur., 2012).

Mediterranska dagnja je vrsta razdovojenih spolova tj. dagnja je gonohorist. Jedinke razlikujemo po boji gonada, mužjaci su krem boje, a ženke narančaste boje (Slika 3). Kod oba spola, spolna žlijezda je smještena u plaštu. Dagnje imaju veliku plodnost i vrlo ranu spolnu zrelost. Ženke od godine dana mogu ispustiti preko milijun zrelih jajašaca. Kod dagnje embriji i ličinke se razvijaju u planktonu, a period boravka i traje 10 do 20 dana (Zavodnik i Šimunović, 1997). Period boravka ličinki u planktonu uvjetovan je dostupnom hranom i abiotskim čimbenicima. Znak spremnosti ličinki za prihvata je razvijen osjetni organ za traženje podloge tzv. očna pjega, stopalo za puzanje po podlozi i odgovarajuća veličina. Na odgovarajućem mjestu ličinke dagnje se prihvaćaju bisusnim nitima. Prihvaćanjem na podlogu završava se planktonski način života i počinje metamorfoza koja obuhvaća različite, složene promjene u građi školjkaša (Hrs-Brenko, 1990).



Slika 3. Razlika u boji gonada - lijevo ženka, desno mužjak (izvor: Župan i Šarić, 2014).

2.1.3. Važni čimbenici u rastu i razvoju dagnje

Dagnje obično žive u gustim populacijama, a postoji mnogo različitih čimbenika koji utječu na njihov rast i razvoj. Unutarnji čimbenici su genetskih i fiziološki, a vanjski abiotička i biotička svojstva tj. izloženost valovima, dubina vode, spol, veličine čestica sedimenta, brojnost, prisutnost parazita, dostupnost hrane (Scholz i Hartman, 2007).

Hrana je najvažniji faktor u razvoju jedinke, pa je važno da je odgovarajućeg sastava i u dovoljnim količinama. Dagnje su filtratori (*filter feedersi*), znači da se hrane filtrirajući morsku vodu iz koje iskorištavaju plankton i neživu organsku tvar. Tijekom ljetnog perioda dostupnost hranjivih tvari je veća, povećana je filtracija, a tako i hranjenje. Višak hrane se iskorištava za reprodukciju i pozitivan rast. Tijekom zimskog perioda količina hranjivih čestica je najčešće niska i filtriranjem jedinke ne mogu unijeti dovoljne količine hrane za održavanje rasta i dolazi do stagnacije tzv. nul-rast. Ukoliko količina hrane nije dovoljna niti za metabolizam, dagnja koristi vlastite rezerve što rezultira negativnim rastom. Rast dagnje je brži u područjima gdje je veći dotok slatke vode, ne zbog sniženog saliniteta već zbog toga što slatke vode imaju više hranjivih tvari (Gosling, 2003; Župan i Šarić, 2014).

Temperatura mora je također vrlo važan faktor. Utječe na intenzitet ishrane i repopulaciju mlađi. Pri temperaturi između 10 i 20°C su zastupljene najveće količine nutrijenata i tada se ostvaruje najveći prirast. Ispod 5°C i iznad 20°C dolazi do usporenog

rasta (Župan i Šarić, 2014). Nagle promjene temperature nisu poželjne, jer može doći do smrtnosti školjkaša. Pri temperaturama od 24°C i više, ljuštore dagnji su duži vremenski period zatvorene i samim tim se smanjuje izmjena plinova s okolinom, te potiče aktivacija anaerobnog metabolizma (Anestis i sur., 2007).

Salinitet je sljedeći važan abiotički čimbenik. Idealan salinitet za dagnje je 25-28‰, iako dagnje mogu podnijeti i niže salinitete. Salinitet od 18‰ dagnje podnose bez većih šteta. Kod postavljanja uzgajališta posebno je važno poznavanje sezonskih varijacija saliniteta (Župan i Šarić, 2014). Dotok slatkih voda je od velikog značaja u rastu dagnji, jer slatke vode donose hranjive tvari i snižavaju salinitet morske vode. Međutim, ukoliko na određenom području dođe do prekomjerne količine dotoka slatkih voda od uobičajenih mogući su negativni utjecaji na rast, a u ekstremnim slučajevima može doći do smrtnosti školjkaša (Gosling, 1992).

Gustoća nasada ima važan utjecaj na rast i razvoj dagnji. Velika gustoća nasada usporava rast dagnji (FAO, 2021). Naime, ukoliko je nasad školjkaša previše gust, pojedini primjerci, obično manji, ostaju zaglavljani u sredini između bisusnih niti drugih jedinki, što otežava filtraciju, hranjenje, a u konačnici usporava rast. Zbog navedenog, manji primjerci imaju reduciranu mogućnost u kompeticiji za hranom, što u konačnici utječe na njihov rast (Gosling, 2003).

Utjecaj valova ima vrlo važnu ulogu na rast dagnje. Valovi osim što pomiču organizme, reguliraju opskrbu hranom, te imaju ključnu ulogu u oblikovanju strukture i dinamike životnih zajednica (Paine i Levin, 1981). Dagnje pokazuju najveći rast i veći kondicijski indeks na obalama umjereno izloženim valovima (Steffani i Branch, 2003). *Mytilus galloprovincialis* na obalama s visokom izloženosti valovima povećava visinu ljuštore i snagu prihvaćanja za podlogu (Gosling, 1984).

Klimatske promjene su vrlo značajne u rastu i razvijanju jedinki. Povećano i prekomjerno oslobađanje ugljikovog dioksida u atmosferu uzrokuje zakiseljavanje mora i oceana i to ima snažan utjecaj na reprodukciju, snagu i formiranje ljuštore morskih organizama (Caldeira i Wickett, 2003). Pojedina istraživanja su pokazala značajne učinke i promjene gena, metabolizma i stopu smrtnosti jedinki (Hiebenthal i sur., 2012).

Indeks kondicije je faktor kojim se prikazuje odnos mesa i ljuštore školjkaša (Davenportu i Chen, 1987). Mjerenjem tog indeksa se utvrđuje dinamika promjene količine mesa tijekom uzgoja, efikasnost hranjenja, što je važno kako bi se procijenila kvaliteta školjkaša (Gosling, 1992). Što je veći udio mesa u ukupnoj masi, to je bolje.

2.2. Tehnologija uzgoja dagnji

Autor knjige Ribarstvo na Jadranu, Josip Basioli (1968) izdvaja navod koji najbolje opisuje potrebu za uzgojem školjkaša: “*Jednostavno pobiranje prirodnih nalazišta školjaka nije bilo dovoljno da utaži potrebe ljudske prehrane, pa se vrlo rano razvio njihov uzgoj.*“

Uzgoj dagnji *M. galloprovincialis* i kamenica *Ostrea edulis* još uvijek se najčešće provodi tradicionalnim načinom tj. tradicionalnim tehnologijama uzgoja na plutajućim parkovima. Uzgoj dagnji je puno jednostavniji i jeftiniji od uzgoja kamenica, jer se dagnja relativno uspješno prihvaća za kolektore (Bratoš i sur., 2004). Uzgoj školjkaša može biti na morskom dnu ili u vodenom stupcu. Uzgoj na dnu ili horizontalni uzgoj se primjenjuje na Atlantiku, gdje su velike oscilacije plime i oseke (potpoglavlje 2.2.3.). Na Mediteranu se primjenjuje uzgoj u vodenom stupcu ili okomiti uzgoj, a podrazumijeva uzgoj na stacionarnim konstrukcijama, uzgoj na plutajućim konstrukcijama te uzgoj na platformama koje se postavljaju na otvorenom moru, u dubljim vodama. Uz istočnu obalu Jadrana najčešći način uzgoja je na plutajućim linijskim pergolarima (Slika 4). Uzgoj na plutajućim linijskim pergolarima ima višegodišnju tradiciju na Jadranu (Basioli, 1968). Dagnje su u potpunosti prepuštene ekološkim uvjetima sredine gdje se uzgajaju, za razliku od vrsta za čiji rast u uzgoju je potrebno dodavati hranu. Upoznavanjem hidrodinamičkih i trofičkih karakteristika uzgojnog područja, ali i poznavanjem bioloških karakteristika dagnji, uz odabir odgovarajuće lokacije, prave dubine, gustoće nasada i sl. možemo utjecati na rast i razvoj dagnji. Cijeli proces uzgoja bi se mogao najbolje interpretirati podjelom autora Basioli (1968).

Navedeni autor proces uzgoja dijeli na:

1. Prihvaćanje i osiguranje mlađi
2. Razrjeđivanje prihvaćene mlađi
3. Pobiranje ili skidanje
4. Pakiranje i plasman završnog proizvoda



Slika 4. Uzgajalište školjkaša u šibenskom akvatoriju – vidljive plutače koje osiguravaju plovnost uzgojnih instalacija (foto: Nika Prelević).

2.2.1. Prihvaćanje ličinki na kolektore i osiguranje mlađi

Proces uzgoja dagnji počinje prihvatom ličinki u produktivnim mjestima tj. uvalama. Zrele ličinke dagnje se sakupljaju u mjestima gdje se odvija mrijest (Hrs-Brenko, 1990; Bogut i sur., 2006). Za prihvaćanje ličinki se koriste najrazličitije podloge. Uzgajivači za prihvat dagnji postavljaju kolektore. Kolektor je podloga tj. materijal koji treba biti pogodan za prihvat ličinki. Prihvat ličinki se vrši pomoću bisusnih niti koje tvore pomoću svojih bisusnih žlijezda. Na efikasnost prihvata školjkaša u uzgoju utječu mnogi čimbenici poput dizajna kolektora (Lekang i sur., 2003), mjesto (Garcia Alcaraz i sur., 1989), ali i predatori (Filgueira i sur., 2007). Sastav i struktura podloge su izrazito važni za vezivanje i brzinu rasta školjkaša (Davies, 1974; Dare i sur., 1983). U uzgoju se koriste različiti prirodni i umjetni materijali za prihvat mlađi. Najčešći kolektori su užad od različitih materijala koji se postavljaju na površini mora jer su ličinke dagnji fototaksične. U znanstvenom radu pod nazivom "Influences of different collector materials on Mediterranean Mussel, *Mytilus galloprovincialis* L. 1819 in the Dardanelles" korištene su različite vrste užadi za prihvat

mlađi poput jutnenog konopa, sisal konopa, mrežastog konopa i polipropilenskog konopa (Yildiz i sur., 2013). Kao rezultat istraživanja najbolje se pokazala užad s hrapavom površinom jer to omogućava puno bolji prihvat nego užad od polipropilenskih vlakana. Prihvat se vrši u sezoni mrijesta koji se odvija u proljetno i jesensko vrijeme. U proljetno vrijeme je to u ožujku, a jesensko vrijeme je krajem listopada (FAO, 2021).

Proces sakupljanja mlađi na kolektorima traje 6 mjeseci (Treer i sur., 1995). Mlađ dagnji ostaje pričvršćena za kolektore oko 6 mjeseci koliko je dovoljno da bi dostigla 3 do 4 cm, što će naravno još ovisi o abiotskim i biotskim čimbenicima sredine (Slika 5).



Slika 5. Prikaz mlađi na kolektoru starosti 6 mjeseci (foto: Nika Prelević).

2.2.2. Proces nasada mlađi i prikupljanje gotovih proizvoda

Mlađ se ručno skida s kolektora u obliku grozdova tj. grumena i stavlja se u mrežu koja ima oblik cijevi (Slika 6). Mreže imaju veličinu oka koja je dovoljna da mlade dagnje kad narastu mogu izaći izvan oka mreže na pergolaru (Slika 7). Na opisan način svakoj jedinki je osiguran nesmetan rast, jer ima na raspolaganju dovoljnu količinu nutrijenata i kisika.

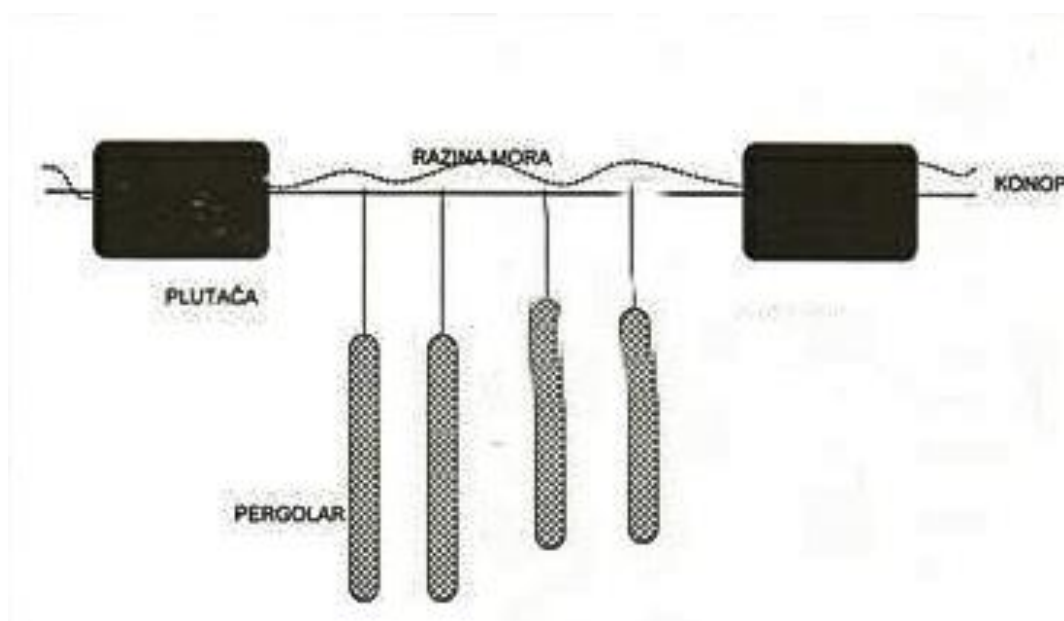


Slika 6. Mreža u obliku cijevi (veličina oka 50 mm) za izradu pergolara (foto: Nika Prelević).



Slika 7. Pergolar – cjevasta mreža u kojoj je smještena mlađ dagnje (foto: Nika Prelević).

Zatim se formirani pergolari s mlađi vezuju za konope tzv. linije koji se nalaze na dubini od oko 2 metra. Veličina pergolara je u prosjeku oko 2,5 do 3 metra. Linije tj. konopi na površini moraju držati cijelu konstrukciju što je osigurano stiropornim ili plastičnim plutućama, a cijela uzgojna linija je usidrena uz pomoć velikih betonskih blokova na dnu mora (Slika 4; Slika 8). Za veličinu jedinke od 3-4 cm potrebno je otprilike 6 mjeseci (Slika 9), dok je za postizanje tržišne veličine dagnje potrebno godinu i pol (Slika 10). Mlađ veličine 3-4 cm stavlja se u pergolare promjera oka 3-4 cm i vješa na uzgojne linije. Proces uzgoja se nastavlja sve dok mlađ ne dosegne veličinu 5-6 cm, a to je otprilike 6 mjeseci. Veoma je važno da se odradi proces dorade tj. prorjeđivanja dagnji u svrhu ujednačenog i bržeg rasta. Dagnje se probiru po veličini, ujedno se čiste od obraštaja i mulja, pa se ponovo nasađuju u mrežaste cijevi, ali većeg promjera oka (5-6 cm). Uzgojni proces se nastavlja dodatnih 6 mjeseci, nakon kojeg dagnja dostiže tržišnu veličinu od 7-8 cm. Uzgojni postupak ovisi o uzgojnom lokalitetu, ali i prilikama specifičnog područja (Marguš, 1998; Dujmušić, 2000).



Slika 8. Shema plutajuće linije za uzgoj školjkaša.

Konop - nosač pergolara, plutuća – osigurava plovnost konstrukcije, pergolar - cjevaste mreže u kojima su smještene dagnje. (izvor: <https://www.opcina-starigrad.hr/>)



Slika 9. Prikaz prosječne veličine mlađi (foto: Nika Prelević).



Slika 10. Prikaz prosječne tržišne veličine (foto: Nika Prelević).

Nakon što jedinke dosegnu tržišnu veličinu slijedi selektiranje školjkaša. Za postupak selekcije potreban je čitav niz poslova koji se provode s velikom pažnjom, jer se posao mora obaviti predano i kvalitetno što će osigurati bolji plasman proizvoda na tržište. Koriste se razne tehnike izlova ovisno o površini i praksi uzgoja. Probiranje tj. selekcija dagnji nije kompliciran proces, ali je potrebno voditi računa da se jedinke ne oštete, jer je važno sačuvati što bolji izgled završnog proizvoda. Uzgajivači dizalicom podižu linije, konope na kojima vise pergolari, a iste smještaju na priručno plovilo ili čamac. Nakon toga se dagnje odvajaju trljanjem preko rešetke koju formiraju željezne šipke (Slika 11), zatim se ispiru kako bi se očistile od mulja, praznih školjki i drugih neželjenih organizama (FAO, 2021). Jedinke je bitno sortirati po veličini i vanjskom izgledu. Dagnje s odgovarajućom veličinom i boljim vanjskim izgledom, pravilnije forme će se bolje plasirati na tržištu.



Slika 11. Željezna rešetka za selektiranje dagnji (foto: Nika Prelević).

Školjkaši, uključujući *M. galloprovincialis* bi trebali proći proces depuracije tj. pročišćavanja, ovisno o kakvoći uzgojnog lokaliteta. Procesom depuracije se živi školjkaši sakupljeni za tržište stavljaju u pogone gdje se sadržaj njihovog probavnog trakta pročišćava čistom morskom vodom u kontroliranim uvjetima (Bark, 2007). Uzgojne su zone klasificirane obzirom na higijensko-sanitarne uvjete u 3 zone (I, II i III). Parametri u zonama I moraju zadovoljiti stroge higijensko-sanitarne standarde da bi se mogle proglasiti mikrobiološki i kemijski zdravima za uzgoj školjkaša. Školjkaši koji su prikupljeni iz zone II, prije pakiranja u otpremnom centru, se moraju slati u depuracijske centre kako bi se pročistio probavni trakt u sustavu za depuraciju kako bi se postigli mikrobiološki kriteriji zone I. Školjkaši prikupljeni

iz zone III, prije pakiranja u otpremnom centru, moraju proći proceduru polaganja u čistu zonu, odnosno zonu I kako bi se pročistili. Depuracija je praksa koju su mnoge mediteranske zemlje koristile u prošlom stoljeću u svrhu promicanja samopročišćavanja školjkaša pod kontroliranim uvjetima (Canzonier, 1988). Depuracija je kontrolirani proces koji sprječava negativne posljedice za javno zdravlje ljudske populacije pri konzumaciji svake vrste školjkaša (Bark, 2007).

2.2.3. Drugi načini uzgoja dagnji

Prema podacima FAO u svijetu se koriste različite tehnike uzgoja dagnji. Zbog velikih oscilacija plime i oseke, na Atlantiku se primjenjuje uzgoj dagnji na morskom dnu. U **Francuskoj** je razvijena tehnika uzgoja na drvenim stupovima. Opisani način uzgoja je posebno prilagođen područjima s velikim oscilacijama plime i oseke (Slika 12). Dagnje se također smještaju u cjevaste mreže koje se spiralno omataju uokolo stupa. Zbog dostupnosti, za vrijeme oseke berba dagnji se obavlja bagerima s hidrauličkim ili pneumatskim vitlom (Holmyard, 2014). Postoji i noviji način uzgoja koji se još uvijek istražuje, a tehnika uzgoja je bazirana na podmorskim parangalima.



Slika 12. Prikaz stupova za uzgoj dagnji u Francuskoj (izvor:

<https://www.connexionfrance.com/Mag/Food-and-Drink/Baywatching-as-family-flexes-French-mussels>).

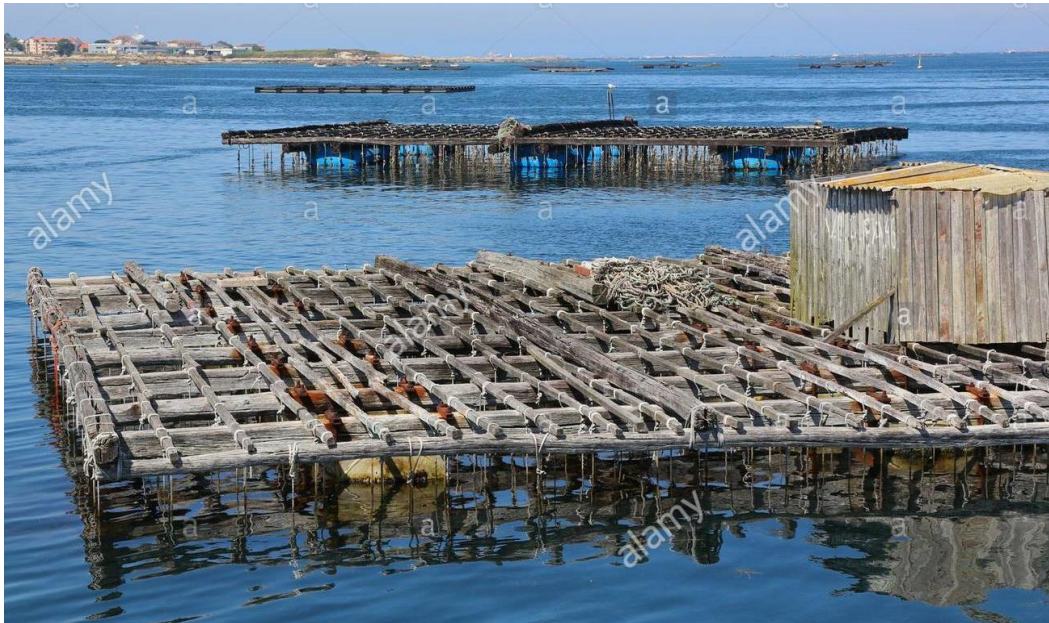
Global Aquaculture Alliance (2011) navodi da se u **Grčkoj** dagnje uzgajaju na tradicionalni način (Tzovenis, 2011). Uzgajaju se na "visećim parkovima" gdje je maksimalna dubina 6 metara. Uzgojna područja se nalaze u plitkim, vrlo eutrofnim vodama blizu obale s mekim dnom (Slika 13). Još se navodi da je produktivnost tih područja vrlo velika – oko 300 tona po hektaru. No međutim, raspoloživi prostor je ograničen s obzirom na potrebe tj. meko dno, željena razina eutofikacije, zaštita od prekomjerne turbulencije mora, da lokacija ne spada u zaštićena prirodna područja itd. (Theodoru i sur., 2011).



Slika 13. Prikaz vodenih parkova u Grčkoj za uzgoj dagnji

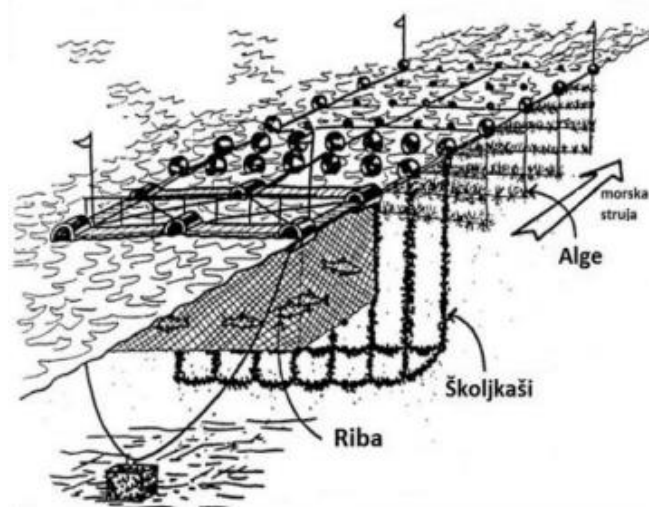
(izvor: <https://www.globalseafood.org/advocate/mediterranean-mussel-culture-in-greece/>).

Prema navodima sa "The Fish Site" iz 2009. godine, u **Španjolskoj** se mlade dagnje prikupljaju iz mora i mogu se uzgajati na visećim užetima koji su ovješeni na splavi ili na drvenim konstrukcijama tj. okvirima (Slika 14), takav način uzgoja *M. galloprovincialis* je dominantan u Galiciji (Anonimus, 2009). Veličina splavi znatno varira, a strukture su podržane plovcima od različitih materijala. Uzgajivači osiguravaju splavi sa jednim ili dva željezna lanca i betonskim sidrom od 20 tona. Dodatni lanci se koriste u područjima kada su splavi blizu obale ili su u blizini gustog prometa (FAO, 2021).



Slika 14. Drvena splav za uzgoj dagnji u Španjolskoj (izvor: <https://www.alamy.com/stock-photo-cultivation-of-mussels-semi-submerged-platform-batea-marine-cultivation-75821473.html>).

Negdje se umjesto plutača koriste metalne konstrukcije. Česta je primjena integriranog uzgoja školjkaša i ribe. Integrirana akvakultura predstavlja kohabitaciju dvaju ili više vrsta akvatičnih organizama različitih trofičkih razina koji se razvijaju u sklopu uzgojnog područja ili u njegovoj blizini (Slika 15). Integriranim načinom uzgoja jedan dio neiskorištenih ostataka hrane kao i nusproizvoda uzgoja iskorištavaju organizmi na nižim trofičkim razinama za vlastiti rast i razvoj, poput školjkaša i algi (Katavić, 2006). Opisani način uzgoja u Jadranu zaostaje u odnosu na druga područja u svijetu zbog niske primarne proizvodnje i niskom količinom nutrijenata (Župan, 2012).



Slika 15. Shematski prikaz integriranog uzgoja (izvor: Župan, 2012. prema FAO, 2009).

2.3. Problemi u uzgoju školjkaša

2.3.1. Predatori u uzgoju

Dagnje su široko rasprostranjeni organizmi te u svom životnom ciklusu nailaze na različite predatore koji utječu na njihovu životnu dob, ali i na načine obrane. Prema podacima Hrvatske gospodarske komore iz 2016. godine, predatori su glavni uzročnici pada proizvodnje školjkaša, naročito dagnji (Anonimus, 2016). Predatori su najčešće komarče, zvjezdače, rakovi i morske ptice. Dagnje na utjecaj predatora reagiraju specifičnim morfološkim obilježijima od kojih su neka detaljno istražena, uključujući debljinu ljuštore, povećanje mase mišića aduktora, rast gustoće populacije te povećana produkcija bisusnih niti (Elner, 1978; Côté i Jelnika, 1999). Predatori poput rakova dagnju odvajaju od supstrata, te joj lome ljušturu kako bi došli do hrane. U okolišu s mnogo rakova školjkaši povećavaju debljinu i veličinu ljuštore kako bi bila teža za manipuliranje (Brown i sur., 2011). U prisutnosti morskih zvjezdača dagnje povećavaju masu stražnjeg mišića aduktora, te dolazi do smanjenja linearnog rasta ljuštore i smanjenja dodirne površine dostupne zvjezdači za prihvaćanje plijena (Freeman, 2007). Mnoge morske zvjezdače i rakovi preferiraju relativno male, juvenilne školjkaše kao plijen, jer se lakše otvaraju (Enderlein i sur., 2003).

Na uzgajalištima najveći problem predstavljaju komarče koje donose gubitke od oko 55 – 70% (Balart i sur., 2008; Bilić, 2011; Gavrilović i sur., 2014). Komarča je proždrljiv grabežljivac koja konzumira hranu koja joj se u datom trenutku nalazi na raspolaganju (Francescon i sur., 1987), ali posebno preferira školjkaše (Pita i sur., 2002). Prema istraživanju provedenom u kolovozu 2009. godine od postavljena 423 užeta mladih dagnji, riblji predatori su uništili otprilike 830 kilograma i to već nakon prvog tjedna što su dagnje postavljene u more. Ukupan gubitak dagnji nakon mjesec dana iznosio je 54% (Šegvić-Bubić i sur., 2011). Prema podacima Hrvatske gospodarske komore, različite mreže su najčešća zaštita koju upotrebljavaju uzgajivači u borbi protiv predatora (Anonimus, 2016). Također, izuzev zaštitnih mreža moguća zaštita dagnji od predatora bi bilo uvođenje posebnih propisa ribolova s ciljem selektivnog izlova predatora, te akustična zaštita koja bi se primjenjivala uz podvodne zvučnike. Iz istraživanja provedenog u svrhu diplomskog rada pod nazivom „Grabežljivost komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) na uzgojnim parkovima školjkaša u Malostonskom zaljevu“ jedan od načina kako uzgajivači spašavaju dagnje je postavljanje mreža oko uzgojnog područja (Bilić, 2011). No, problem su veliki troškovi ulaganja, zaštitne

mreže su skupe, tako npr. 100 m visine i 15 m dužine mreže koja se može koristiti kao zaštita iznosi ~1000 €.

2.3.2. Bolesti školjkaša

Bolest je općenito uzrokovana nemogućnošću domadara da odgovori na stres iz okoliša i posljedica je prevladavanje patogena (Landau, 1992). Školjkaše u uzgoju često napadaju štetočine iz različitih skupina organizama. Virusne bolesti školjkaša bile su nepoznate do ranih sedamdesetih godina prošlog stoljeća (Sindermann, 1990). Virusi za razliku od ostalih mikroorganizama ne posjeduju stanične komponente, a njihovo se razmnožavanje odvija unutar stanice domaćina (Huss i sur., 2004). Morski okoliš predstavlja odlično stanište, te se upravo u jednoj litri morske vode nalazi do deset milijardi nepatogenih virusa (Lees, 2000). U morski ekosustav patogeni virusi dopijevaju putem kanalizacijskog ispusta čime se tako kontaminiraju organizmi koji se nalaze u blizini. Iznenadni i veliki mortaliteti često ukazuju na akutne probleme okoliša, kao što su nedostatak kisika, pojavu smrtonosnih koncentracija toksina ili značajne promjene temperature ili saliniteta.

Mnoge bakterije kao npr. *Vibrio* su uobičajeni stanovnici ekosustava uzgajališta, no nisu patogeni. Bakterije djeluju patogeno tek kad su životinje izložene pristisku iz okoliša ili su inficirane drugim patogenim faktorima.

Poznati paraziti na školjkašima su također i životinje iz skupina Tematoda (metilji), Cestoda (trakavice) i Nematoda (oblići). Praziti imaju ograničeno djelovanje na gustoću populacije, uglavnom izazivajući smanjenu sposobnost domaćina, smanjen rast i sposobnost razmnožavanja. Najviše štete uzrokuju ličinke metilja koje parazitiraju na dagnjama (Sindermann, 1990). Kopepodni račić *Mytilicola intestinalis* je uzročnik tzv. bolesti crvenog crva u različitim vrstama školjkaša. Bolest je zabilježena diljem Europe, od Danske do Italije (Trotti i sur., 1998), te na dagnjama u Hrvatskoj (Hrs-Benko, 1967).

Sve se češće bilježe i neoplazije dagnji koje predstavljaju oblik tumora školjkaša, a kojem je, prema istraživanjima uzročnik virus. Ova bolest može prouzročiti smrtnost u populacijama nekih vrsta školjkaša i do 100% (Elston, 1990).

Najčešća bolest dagnji je marteilioza koju uzrokuju praživotinje (*Marteilia maurini* i *Marteilia refringens*). *Marteilia refringens* je rasprostranjena u Europi i na Floridi. *Marteilia maurini* je utvrđen u dvjema vrstama dagnji, *Mytilus edulis* i *M. galloprovincialis* uz atlantsku

obalu Francuske, Španjolske, te uz obalu Italije i Hrvatske. Tkivo školjkaša gubi pigmentaciju i postaje blijedo žute boje, plaš postaje proziran, a rast ljušture može prestati.

Budući da navedene štetočine mogu uzrokovati velike gospodarske gubitke, privlače veliku pozornost uzgajivača. Jedini način prevencije od navedenih bolesti je oprezno upravljanje i pravovremeno prepoznavanje znakova poremećaja. Vrlo je važno izbjegavanje okolnosti koje utječu na smanjenje otpornosti organizma u uzgoju. U svrhu zaštite zdravlja uzgojnih organizama, treba kontrolirati kvalitetu vode, smanjiti manipulaciju organizama, odrediti idealnu gustoću uzgajane populacije, te izolirati one za koje se sumnja da su bolesne.

2.3.3. Biotoksini

Zbog posebnog načina hranjenja, koji se odvija filtriranjem morske vode, školjkaši su u mogućnosti akumulirati velike količine toksina koje proizvode planktonske alge. Poznato je da 2% ukupnog broja morskih algi proizvodi otrovne supstance – toksine (Scoging, 1998). Toksini se proizvode u velikim količinama, a većina njih može izazvati smrt (Hall, 1991). Od 5000 vrsta danas poznatih planktonskih algi oko 40 ih ima sposobnost producirati toksine koji mogu ozbiljno ugroziti ljudsko zdravlje (Apeldoorn i sur., 1999). Kada dođe do cvjetanja algi, biotoksini se nakupe u velikim količinama te ih školjkaši, zajedno s algama filtriraju kao hranu. Školjkaši uslijed akumulacije toksina nemaju nikakvih vanjskih promjena (Ninčević Gladan, 2007). Konzumacijom morskih plodova koji u sebi sadrže biotoksine dolazi do intoksikacije. Trovanje školjkašima kao posljedica prisutnosti biotoksina može uzrokovati paralizu (PSP - *Paralytic shellfish poisoning*), amneziju (ASP - *Amnesic shellfish poisoning*), diareju (DSP - *Diarrheic shellfish poisoning*), neurotoksičnost (NSP - *Neurotoxic shellfish poisoning*) i azaspiracidnost (AZP - *Azaspiracid shellfish poisoning*).

3. ZAKLJUČAK

Uzgoj školjkaša je važna gospodarska hrana u svijetu, tako i u Hrvatskoj, a dagnje su visokovrijedne namirnice bogate važnim nutrijentima. Dagnja *Mytilus galloprovincialis* je jako cijenjen i komercijalno zanimljiv školjkaš za lokalno stanovništvo koje živi uz more, a za vrijeme turističke sezone potražnja za tom delikatesom je u porastu. Dagnje se uzgajaju za potrebe domaćeg tržišta, iako je uzgojni potencijal mnogo veći. U Hrvatskoj se dagnja uzgaja još uvijek na tradicionalan način, no prisutna je potreba za moderniziranjem tehnologije uzgoja. Dagnja je uz kamenicu najzastupljeniji školjkaš u uzgoju na našem području. Kontrolirani uzgoj dagnji je manje zahtjevan, ali i dosta jeftiniji od uzgoja kamenica i to čak do 50% jeftiniji. Ličinke dagnje se dobro prihvaćaju, a dobar prihvata je važna osnova za sigurnu proizvodnju. Cjenovno su dagnje u Europi vrlo slično vrednovane, cijena za kilogram je ~3 €. Hrvatska ima velike mogućnosti za dodatan razvoj marikulture, za proširenje tehnologija i uvođenje novih vrsta školjkaša u uzgoju. Kombinirani uzgoj ribe i/ili rakova s uzgojem školjkaša koji se hrane filtracijom suspendiranih čestica iz morske vode poznat pod nazivom multitrofička akvakultura, efikasan je način uzgoja, jer pridonosi očuvanju ekosustava. Osim što je ekološki učinkovit, takav način uzgoja je i ekonomski isplativ. Razvoj multitrofičke marikulture u Hrvatskoj još uvijek je na samom početku, no svakako ima potencijala za daljnji razvoj. Opasnost u uzgoju i konzumaciji dagnji predstavljaju različite bakterije, virusi, te toksini koji uzrokuju različite simptome trovanja zbog čega uzgoj, proizvodnja i prodaja ovih organizama podliježe strogim pravilnicima i zakonima. U svrhu zaštite potrošača potrebno je paziti da školjkaši potječu iz područja koja su kontrolirana. Cjelokupna proizvodnja školjkaša je ekonomski i društveno korisna, jer otvara nova radna mjesta i osigurava prihode društvenoj zajednici. Budući razvitak marikulture, koji uključuje uzgoj dagnji, ali i uzgoj drugih školjkaša na ovom području treba usmjeriti na razvijanje elitnog turizma, koji je nezamisliv bez svježih i kvalitetnih plodova mora.

4. LITERATURA

- Anestis A, Lazou A, Portner HO, Michaelidis B. 2007. Behavioral, metabolic and molecular stress responses of marine bivalve *Mytilus galloprovincialis* during long-term acclimation at increasing ambient temperature. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 293(2): 911-921.
- Anonimus 2009. The Fish site: Production methods for the Mediterranean mussel. Dostupno sa: <https://thefishsite.com/articles/production-methods-for-the-mediterranean-mussel>, pristupljeno: rujan, 2021.
- Anonimus 2016. Hrvatska gospodarska komora. Dostupno sa: <https://www.hgk.hr/documents/vukovar2016-007-pavlovic-skoljkarstvo-u-hrvatskojutjecaj-predacije5afd4162f2d32.pdf>, pristupljeno: rujan, 2021.
- Anonimus 2020. Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja. Dostupno sa: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=15>, pristupljeno: rujan, 2021.
- Apeldoorn ME, Egmond HP, Speijers GJA. 1999. Amnesic shellfish poisoning: a review, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Nizozemska, 38802(019).
- Balabanić J. 1993. Prirodna znanost u istraživanjima, pothvatima i idejama prirodoslovca Spiridona Brusine. *Radovi Leksikografskoga zavoda "Miroslav Krleža"*, knj. 3, Zagreb, 187-201 str.
- Balart EF, Pérez – Urbiola JC, Campos-Dávila L, Monteforte M, Ortega Rubio A. 2008. On the first record of a potentially harmful fish, *Sparus aurata* in the Gulf of California. *Biological invasions*, Vol 11, No. 3: 547 – 550.
- Bark S. 2007. Inspection and approval of purification (depuration) systems, CEFAS, 1-17.
- Basioli J. 1968. Uzgoj školjkaša na istočnim obalama Jadrana. *Pomorski zbornik* 6, Zadar, 377 str.
- Basioli J. 1984. Ribarstvo na Jadranu, nakladni zavod Znanje, Zagreb, 392 str.
- Bayne BL. 1976. Aspects of reproduction in bivalve molluscs. In: M. Wiley (ed.), *Estuarine Processes: Uses, Stresses and Adaptation of the Estuary*. Academic Press, New York, Vol. 1: 432-448.
- Benović A. 1980. The problems and perspectives of mariculture in the southern Adriatic region. *Nova Thalassia*, 4: 105-110.

- Bilić J. 2011. Grabežljivost komarče *Sparus aurata* (Linnaeus, 1758) na uzgojnim parkovima školjkaša u Malostonskom zaljevu. Diplomski rad. Sveučilište u Dubrovniku
Dostupno na: <http://web.unidu.hr/datoteke/557izb/Jelena-Bili-diplomski.pdf>
- Bogut I, Horváth L, Zdeněk A, Katavić I. 2006. Ribogojstvo II. Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Osijek, 506 str.
- Bratoš A, Glamuzina B, Benović A. 2004. Hrvatsko školjkarstvo – prednosti i ograničenja; Naše more 51(1-2): 59-62.
- Brown KM, Aronhime B, Wang X. 2011. Predatory blue crabs induce thread production in hooked mussels. *Invertebrate Biology*, 130(1): 43-48.
- Caldeira K, Wickett ME. 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425(6956).
- Canzonier WJ. 1988. Public health component of bivalve shellfish production and marketing. *J. Shellfish Res.*, 7(2): 261-6.
- Ceccherelli VU, Rossi R. 1984. Settlement, growth and production of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Ecology Progress Series* 16, 173-184.
- Côté IM, Jelnikar E. 1999. Predator-induced clumping behaviour in mussels (*Mytilus edulis*, Linnaeus). *J Exp. Mar. Biol. Ecol* 235: 201–211.
- Dare PJ, Edwards D, Davies G. 1983. Experimental collection and handling of spat mussels on ropes for intertidal cultivation, Fisheries Research Technical Report, 74: 1-23.
- Davenport J, Chen X. 1987. A comparison of methods for the assessment of condition in the mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *J. Moll. Stud.*, 53: 293–297.
- Davies, G. 1974. A method for monitoring the spatfall of mussel. *ICES Journal of Marine Science*, 36(1): 2–34.
- Dujmušić A. 2000. Hrvatsko ribarstvo ispod površine, Rabus media d.o.o., Zagreb, 215 str.
- Elnor RW. 1978. The mechanics of predation by the shore crab, *Carcinus maenas* (L.) on the edible mussel *Mytilus edulis* L. *Oecologia* 36: 333–344.
- Elston RA. 1990. Mollusk diseases: guide for shellfish farmer. University of Washington Press. Seattle-London, 73 str.
- Enderlein P, Moorthi S, Röhrscheidt H, Wah M. 2003. Optimal foraging versus shared doom effects: interactive influence of mussel size and epibiosis on predator preference. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 292(2): 231-242.
- FAO. 2016. Cultured aquatic species Information Programme *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819). Dostupno na:

- http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en , pristupljeno: lipanj, 2021.
- FAO. 2018. The state of world fisheries and Aquaculture. Dostupno na: <http://www.fao.org/fishery/statistics/en>
- FAO. 2021. FAO Species Fact: *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1918). Dostupno na: http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Mytilus_galloprovincialis/en, pristupljeno: lipanj, 2021.
- Filgueira R, Peteiro LG, Labarta U i Fernández-Reiriz MJ. 2007. Assessment of spat collector ropes in Galicia mussel farming. *Aquacultural Engineering*, 37: 195-201.
- Francescon A, Barbaro A, La Rocca A, Bertaggia R. 1987. Stima quantitativa della dieta naturale dell' orata (*Sparus aurata*) in ambiente salmastro. *Archo Oceanogr. Limnol*, 21: 45 – 61.
- Freeman SA. 2007. Specificity of induced defenses in *Mytilus edulis* and asymmetrical predator detetence. *Merine Ecology Progress Series*, 332: 145-153.
- Garcia Alcázar A, Abellan Martinez E, Perez Camacho A, Garcia B. 1989. Flat oyster, *Ostrea edulis*, L. settlement on collectors in Mar Menor (SE Spain), *Aquaculture: A Biotechnology Progress* 1: 299-305.
- Gardner JPA. 1992. *Mytilus galloprovincialis* (Lmk) (Bivalvia, Mollusca): The Taxonomic Status of the Mediterranean Mussel, 219-243 str.
- Gavrilović A, Jug-Dujaković J, Conides A, Kunica V, Ljubičić A. 2014. Rast i preživljavanje dagnje, *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819) u dva različita uzgoja sustava. Zbornik radova 49. Hrvatskog i 9. Međunarodnog simpozija agronoma. Osijek: Poljoprivredni fakultet
- Gosling E. 1984. The Systematic status of *Mytilus galloprovincialis* in western Europe; a review *Malacologia*, 25: 551-568.
- Gosling E. 1992. The mussel *Mytilus*: Ecology, Physiology, Genetics and Culture. *Developments in aquaculture and fisheries science*, Vol 25, 589 str.
- Gosling E. 2003. *Bivalve Molluscs – biology, ecology and culture*. Fishing News Books, Blackwell Publishing, Oxford 260-270; 296-304 str.
- Hall S. 1991. Natural Toxins. In: Ward , D. R., Hackney, C. R. (eds). *Microbiology of Marine Food Products*, Van Nostrand Reinhold, 301-330 str.
- Hiebenthal C, Philipp EER, Eisenhauer A, Wahl M. 2012. Effects of seawater CO₂ and temperature on shell growth, shell stability, condition and cellular stress of Western

- Baltic Sea *Mytilus edulis* (L.) and *Arctica islandica* (L.). *Marine Biology*, 159: 197–208.
- Holmyard N. 2014. Seafood Source News: Cord-grown mussels gain ground in France. Dostupno sa: <https://www.seafoodsource.com/features/cord-grown-mussels-gain-ground-in-france>, pristupljeno: rujan, 2021.
- Hrs-Brenko M. 1967. *Mytilicola intestinalis* Steuer (Copepoda Parasitica) a parasite in mussels in the east Adriatic. *Thalassia Jugosl.*, 3(1-6): 143-154.
- Hrs-Brenko M. 1974. Stanje naselja školjkaša na obalama Jadrana. *Acta Adraitica* Vol.16, No.7: 125-136.
- Hrs-Brenko M. 1990. Sakupljanje mlađi ekonomski važnih školjaka u Jadranu: Poseban otisak iz "Pomorskog zbornika", knjiga 28/1990, 643-653.
- Huss HH, Gram L, Ababouch L. 2004. Assessment and management of seafood safety and quality. Food and Agriculture organization of the United Nations, FAO Fisheries Technical Paper No. 444: 1-84.
- Jørgensen, CB. 1990. Bivalve Filter Feeding: Hydrodynamics, Bioenergetics, Physiology and Ecology. Fredensborg, Denmark: Olsen & Olsen. 151 str.
- Katavić, I. 2006. Rizici eutrofikacije kao posljedica nekontrolirane hranidbe riba u kaveznom uzgoju. 3: 157-164. Dostupno sa: <http://hrcak.srce.hr>. Pristupljeno: lipanj, 2021.
- Košćak E. 1996. Ugostiteljstvo u Antičko doba. Ugostiteljka komora grada Zagreba, Zagreb.
- Landau M. 1992. Introduction to aquaculture. John Wiley & Sons. New York, 440 str.
- Lees D. 2000. Viruses and bivalvie shellfish. *International Journal of Food Microbiology*, 59(1-2): 81-116.
- Lekang O, Stevik T, Bomo A. 2003. Evaluation of different combined used in longlines for mussel farming. *Aquacultural engineering*, 26: 89-104.
- Marčelja E, Bigunac B, Glamuzina B. 2004. Hrvatsko i europsko tržište kamenica. *Naše more*, 51(1-2): 63-68.
- Marguš L. 1998. Školjkaši ušća rijeke Krke. Javna ustanova Nacionalni park Krka, Šibenik, 168 str.
- Mašić M. 2004. Higijena i tehnologija prerade školjaka. *Meso: prvi hrvatski časopis o mesu*, 6(4): 40-45.
- Milišić N. 1991. Školjke i puževi Jadrana. ČGP DELO, Ljubljana. 302 str.

- Ninčević Gladan Ž. 2007. Toksičnost školjkaša. Institut za oceanografiju i ribarstvo, Split. znanstveno stručni rad. 78 str.
- Paine RT, Levin SA. 1981. Intertidal landscapes: disturbance and the dynamics of pattern. *Ecological Monographs* 51: 145–178.
- Pita C, Gamito S, Erzini K. 2002. Feeding habits of the gilthead seabream (*Sparus aurata*) from the Ria Formosa (southern Portugal) as compared to the black seabream (*Spondyllosoma cantharus*) and the annular seabream (*Diplodus annularis*). *J. Appl. Ichthyol.* 18: 81 – 86.
- Scholtz H, Hartman B, 2007. Fourier analysis and the extinction of unionoid bivalves near the Cretaceous–Tertiary boundary of the Western Interior, USA: pattern, causes, and ecological significance. *Palaeoecology*, 255: 48–63.
- Scoging AC. 1998. Marine biotoxins. *Journal of Applied Microbiology Symposium Supplement* 84: 41-50.
- Seed R, Suchanek TH. 1992. Population and community ecology of *Mytilus*, in: G.E. (Ed.), *The Mussel Mytilus: Ecology, Physiology, Genetics and Culture*, 87-196 str.
- Sindermann, CJ. 1990. Principal diseases of fish and shellfish. Vol. 2. Diseases of Shellfish. Academic Press Inc. San Diego, California. 516 str.
- Steffani CN, Branch GM. 2003. Growth rate, condition, and shell shape of *Mytilus galloprovincialis*: responses to wave exposure. *Marine Ecology Progress Series*. 246: 197– 209.
- Šegvić-Bubić T, Grubišić L, Karaman N, Tičina V, Mišlov Jelavić K, Katavić I. 2011. Damages on mussel farms potentially caused by fish predation—Self service on the ropes? *AQUA-629810*: 8.
- Theodoru JA, Viaene J, Sorgeloos P, Tzovenis I. 2011. Production and marketing trends of the cultured Mediterranean mussel *Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819, in Greece. *Journal of Shellfish Research*, Vol. 30, No. 3: 859–874.
- Treer T, Safner R, Aničić I, Kolak A. 1995. Ribarstvo. Zagreb: Nakladni zavod Globus. 464 str.
- Trotti GC, Baccarani EM, Giannetto S, Giuffrida A i Paesanti F. 1998. Prevalence of *Mytilicola intestinalis* (Copepoda: Mytilicolidae), and *Urastoma cyprinae* (Turbellaria: Hypotrichinidae) in marketable mussels *Mytilus galloprovincialis* in Italy. *Diseases of Aquatic Organisms*, 32:145-149.

- Tzovenis I. 2011. Global Aquaculture Alliance: Mediterranean mussel culture in Greece.
Dostupno sa: <https://www.globalseafood.org/advocate/mediterranean-mussel-culture-in-greece/>, pristupljeno: rujan, 2021.
- Wallace RL, Taylor WK. 1996. Invertebrate Zoology. Prentice Hall College Div; Fifth edition. 336 str.
- WORMS. 2022. Editorial board *Mytilus galloprovincialis*. World Register of Marine Species.
Dostupno sa: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=151896>, pristupljeno: lipanj, 2022.
- Yildiz H, Lok A, Acarli S, Serdar S, Kucukdermenci A, Berber S, Vural P. 2013. Influences of different collector materials on Mediterranean Mussel, *Mytilus galloprovincialis* L. 1819 in the Dardanelles. J. Food Technol., 4: 221-224.
- Zavodnik D, Šimunović A. 1997. Beskralješnjaci morskog dna Jadrana. Nakladni zavod Svjetlost Sarajevo. 217 str.
- Župan I. 2012. Integralni uzgoj dagnje (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) i kunjke (*Arca noae* Linnaeus, 1758) na uzgajalištima riba. Doktorska disertacija. Sveučilište u Splitu i Sveučilište u Dubrovniku. 120 str.
- Župan D, Šarić T. 2014. Prirast i indeks kondicije-dva važna čimbenika u uzgoju dagnji. Meso: prvi hrvatski časopis o mesu, 16(3): 255-259.