

# Primjena umjetnog mriješčenja u uzgoju kamenica

---

**Banovac, Petra**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2023**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:563933>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-27**



*Repository / Repozitorij:*

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



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli

Fakultet prirodnih znanosti

Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

**PETRA BANOVAČ**

**PRIMJENA UMJETNOG MRIJEŠTENJA U UZGOJU KAMENICA**

Završni rad

Pula, rujan 2023.

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli  
Fakultet prirodnih znanosti  
Sveučilišni preddiplomski studij Znanost o moru

**PETRA BANOVAČ**

**PRIMJENA UMJETNOG MRIJEŠTENJA U UZGOJU KAMENICA**

Završni rad

**JMBAG:** 0303053818

**Studijski smjer:** Znanost o moru

**Predmet:** Marikultura

**Znanstveno područje:** Prirodne znanosti

**Znanstveno polje:** Interdisciplinarno

**Znanstvena grana:** Znanost o moru

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

Pula, rujan 2023.

## **IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI ( završni rad )**

Ja, dolje potpisana Petra Banovac, kandidat za prvostupnika (baccalaureus) znanosti o moru ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljen način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student:

---

U Puli, 20.09.2023. godine

**IZAJAVA**  
**o korištenju autorskog djela**  
**( završni rad )**

Ja, Petra Banovac dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj završni rad pod nazivom Primjena umjetnog mriještenja u uzgoju kamenica koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama. Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 20.09.2023.

Potpis

---

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
2. EUROPSKA PLOSNATA KAMENICA <i>Ostrea edulis</i> (LINNAEUS, 1758).....	3
2.1. Rasprostranjenost.....	4
2.2. Morfologija.....	5
2.3. Reproductivni sustav.....	7
3. MARIKULTURA U HRVATSKOJ I U SVIJETU.....	9
3.1. Načini uzgoja kamenica.....	11
4. UMJETNO MRIJEŠTENJE KAMENICA.....	15
4.1. Mrijestilište.....	15
4.2. Proizvodnja žive hrane.....	17
4.3. Kondicioniranje matica.....	18
4.4. Umjetno mriještenje i oplodnja.....	20
4.5. Uzgoj ličinaka.....	21
4.6. Prihvat ličinaka.....	22
4.7. Uzgoj mladi.....	22
5. ZAKLJUČAK.....	24
6. LITERATURA.....	25
7. SAŽETAK.....	30
8. ABSTRACT.....	31
9. POPIS SLIKA I TABLICA.....	32

## 1. UVOD

Školjkaši (Bivalvia), koji prema sistematici pripadaju koljenu mekušaca (Mollusca) (Matoničkin i sut., 1998), uzgajaju se diljem svijeta u komercijalne svrhe još od davnina s obzirom da su ljudi prepoznali njihovu hranjivu vrijednost i izvrsnu kvalitetu. Najnoviji podaci FAO-a (2020) ukazuju na trend povećanja njihove proizvodnje pa od 17.5 milijuna tona proizvedenih morskih mekušaca, najveći dio čine školjkaši. Iako se u svijetu uzgajaju čak 79 vrsta školjkaša (Wijsman, 2019), u Republici Hrvatskoj njihova je brojnost znatno manja. Dvije najčešće uzgojne vrste u RH su mediteranska dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) i europska plosnata kamenica (*Ostrea edulis*) koje su ujedno upisane u Registar dozvola za akvakulturu Republike Hrvatske (Ministarstvo poljoprivrede, 2020). Za razliku od ukupne svjetske proizvodnje godišnja proizvodnja školjkaša unutar granica RH u razdoblju od 2015. do 2020. godine konstantno pada; 2015. godine proizvedeno je 746 tona dagnja i 52 tona kamenice dok je 2020. godine proizvedeno tek 498,8 tona dagnja i 14,4 tona kamenica (Ministarstvo poljoprivrede, 2020). Budući da se uzgoj školjkaša u Hrvatskoj uglavnom temelji na prikupljanju mlađi iz prirodnog okoliša, to često dovodi do manjka nansadnog materijala (Bratoš, Glamuzina i Benović, 2004). Jedan primjer drastičnog smanjenja brojnosti mlađi uočen je u razdoblju od 2000. do 2002. godine u Malostonskom zaljevu kada je obilježena brojnost od 5.029 ličinki po 1 m<sup>3</sup> vode, dok je nekoliko godina ranije zabilježeno 75.513 mlađi po 1 m<sup>3</sup> (Šimunović, 2004). Trend smanjenja ličinki u prirodnoj sredini uočen je diljem cijele hrvatske obale, zbog čega nastaje sve veća potreba za uvođenjem novih tehnika uzgoja.

Europska plosnata kamenica jedna je od prvih uzgojenih školjkaša u Jadranskom moru. Prvi zapisi pokušaja njenog uzgoja zabilježeni su 1573. godine, u Malostonskom zaljevu te nakandno duž istočnog dijela jadranske obale (Basioli, 1981). Iako je proizvodnja europske kamenica u Europi bila u neprekidnom porastu, nakon maksimalne godišnje proizvodnje od 30 milijuna tona, utvrđena je visoka stopa mortaliteta (>80%) radi prisutnosti dviju vrsta praživotinja (Protozoa) *Bonamia ostreae* (bolest: bonamioza) te *Martelia refrigens* (bolest: martelioza) unutar njihovog tkiva (Swift, 1993). Ove dvije vrste nametnika zabilježena su u većinu europskim uzgajalištima, izuzevši RH. No, 2016. godine mikrobiološke analize morske vode ukazale su na prisutnost praživotinje (Protozoa) *Bonamia exitiosa* koja, za razliku od

*Bonamia ostreae*, nije prouzročila značajne štete prirodnim stokovima europske plosnate kamenice (Oraić i sur., 2021).

Budući da je brojnost mlađi europske plosnate kamenice duž jadranske obale u opadanju, cilj ovog završnog rada jest prikazati tehnologije umjetnog mriještenja za jedinu i najznačajniju vrstu porodice Ostreidae koja se u Republici Hrvatskoj uzgaja. Osim detaljnog prikaza sustava mrijestilišta, svrha rada jest prikazati proces uzgoja ličinki i mlađi kako bi se potaknuo uzgoj ovog nadasve hranjivog i kvalitetnog školjkaša.



## 2. EUROPSKA PLOSNATA KAMENICA *Ostrea edulis* (LINNAEUS, 1758)

Prema sistematici, europska kamenica (*Ostrea edulis*) pripada rodu *Ostrea*, porodici Ostreidae, redu Ostreoida, razredu školjkaša (Bivalvia), koljenu mekušaca (Mollusca) te carstvu životinja (Animalia) ([www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)). U Hrvatskoj njeno ime može se razlikovati ovisno o geografsko-jezičnom području, shodno tome najpoznatiji narodni nazivi ove vrste su kamenica, oštriga, loštriga, štroliga i mnogi drugi.

Europska kamenica pripada rodu *Ostrea*, koja se od roda *Crassostrea* koji nije autohtona jadranska vrsta, ponajviše razlikuje po okruglim i plosnatijim ljušturama te unutarnjoj oplodnji (Gavrilović i sur., 2021). Uz navedeno, ovi rodovi kamenica razlikuju se i u prehranbenim vrijednostima. Tako se smatra da *O. edulis* ima kvalitetnije meso i bolje je hranjive vrijednosti (Tablica 1.). Ostale vrste, poput *Magallana gigas* (po starijoj nomenklaturi *Crassostrea gigas*) otpornije su na bolesti i stoga se više uzgajaju i proizvode (Gavrilović i Petrincec, 2003; Marčelja, Bigunac i Glamuzina, 2004).

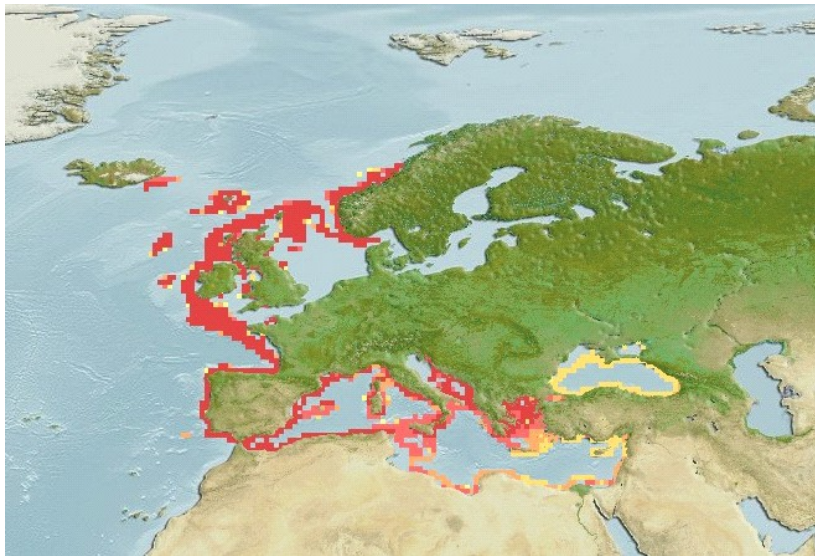
Tablica 1. Energetska i nutritivna vrijednost na 100 g kamenice *Ostrea edulis* (Centaurus, 2020).

<b>Energetska vrijednost</b>	68 kcal/285 kJ
<b>Proteini</b>	7%
<b>Masti</b>	2,5%
<b>Ugljikohidrati</b>	4%
<b>Kalij</b>	243,53 mg
<b>Fosfor</b>	158,82 mg
<b>Magnezij</b>	57,65 mg
<b>Selen</b>	66,47 µg
<b>Kalcij</b>	62,36 mg
<b>Željezo</b>	6,96 mg
<b>Cink</b>	87,13 mg
<b>Bakar</b>	4,30 mg
<b>Mangan</b>	0,49 mg
<b>Vitamini B kompleksa</b>	tiamin (0,15 mg), riboflavin (0,20 µg), niacin (1,65 mg), pantotenska kiselina (0,27 mg), vitamin B6 (0,064 mg), vitamin B9 (30,59 µg), vitamin B12 (15,64 µg)
<b>Vitamin C</b>	3,76 mg
<b>Vitamin A</b>	89,41 µg

*O. edulis* predmet je brojnih akvakulturoloških istraživanja, stoga su njena biologija, ekologija i rasprostranjenost već davno opisani (Yonge 1960; Waugh 1972; Walne 1974; Hutchinson i Hawkins 1992; Spencer 2002; Gosling 2003). Danas je brojnost populacija europske kamenice u Hrvatskoj u opadanju kao posljedica intenzivnog izlova, pojave bolesti, prodora stranih vrsta te poradi brojnih antropogenih utjecaja na njihov ekosustav.

## 2.1. Rasprostranjenost

Prirodna geografska rasprostranjenost europske plosnate kamenice proteže se duž europske atlantske obale, od Norveške do Maroka, te je ujedno rasprostranjena u cijelom Sredozemnom i Crnom moru (Viličić, 2017) (Slika 1.). *O. edulis* najčešće nastanjuje kamenita staništa, no nerijetko obitava na pjeskovito-šljunkovitom dnu, do najviše 40 m dubine (Nordsieck, 1969; Jaziri, 1985; Poutier 1987). Geografska rasprostranjenost kamenice ovisi ponajviše o limitirajućim čimbenicima, poput temperature i saliniteta koji variraju ovisno o regiji (Ransonu, 1967).



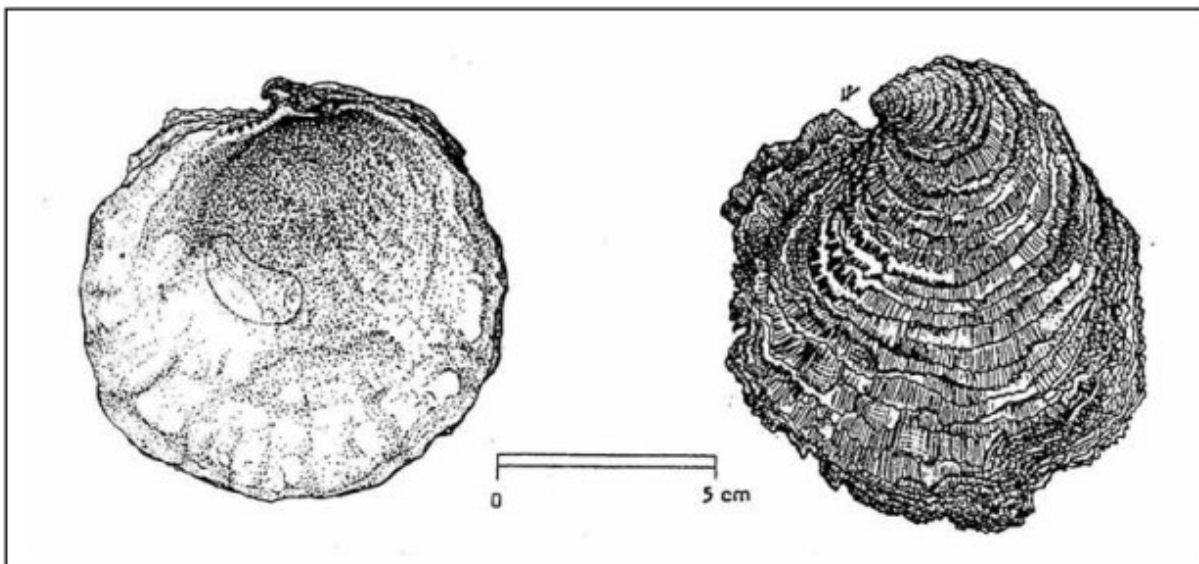
Slika 1. Geografska rasprostranjenost europske kamenice *Ostrea edulis* u Europi (Viličić, 2017).

Na području hrvatske jadranske obale kamenica živi na dubinama do 10 m, u zaljevima i kanalima kao što su područja Istre (Limski zaljev, Pulski kanal, uvala Klimo na Krku), Creska

uvala, Novigradsko more, Pašmanski kanal, uvale oko Splita, Mljetska jezera i dakako najpoznatije područje Malostonskog zaljeva (Centaurus, 2020). Zbog svog uzgojnog potencijala, unesena je u mnoge dijelove svijeta, poput Sjedinjenih Država, Kanade i Japana (Korringa, 1976).

## 2.2. Morfologija

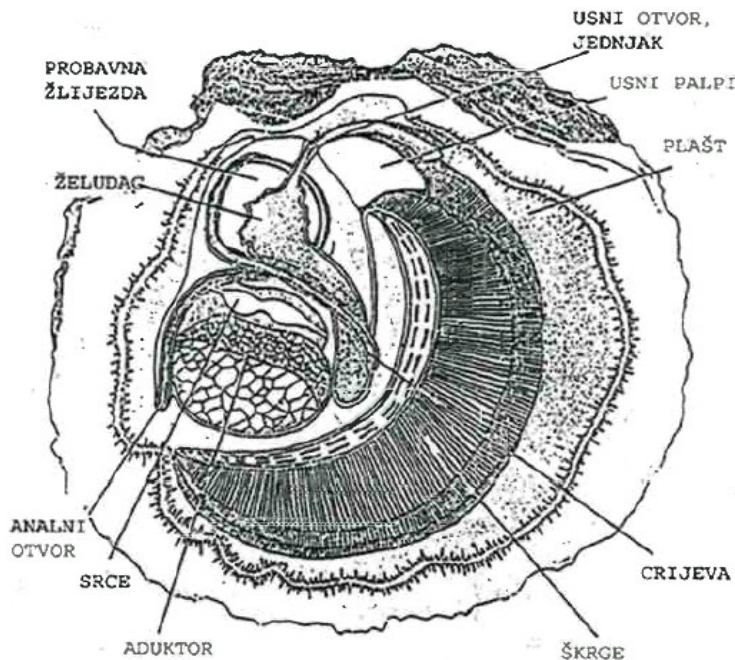
Osnovne morfološke značajke europske plosnate kamenice nalikuju svim ostalim vrstama iz razreda školjkaša (Bivalvia). Njeno unutrašnje tkivo zaštićeno je ljušturama od kalcijevog karbonata koje, osim zaštite, služe i kao potporni organ (tzv. skelet). Ljušturu čine tri zasebna sloja: vanjski periostrakum, srednji ostrakum te unutarnji hipostrakum (Gosling, 2004). *O. edulis* specifična je po svojim nepravilnim ljušturama koje poprimaju ovalni ili kruškasti oblik (Slika 2.). Donja (ili lijeva) ljuštura je zaobljena i pričvršćena je za podlogu, dok je gornja (ili desna) ljuštura plosnata i ima grublje rubove (Jug-Dujaković i Gavrilović, 2014; Gavrilović i sur., 2021).



Slika 2. Vanjski i unutrašnji dio ljuštura europske plosnate kamenice, *Ostrea edulis* Linnaeus, 1758 (Poutiers, 1987).

Europska plosnata kamenica je monomijarna vrsta odnosno predstavnik je skupine školjkaša na čijim je ljušturama pričvršćen isključivo jedan mišić zatvarač/otvarač, tzv. stražnji aduktor (Slika

3.). Pričvršćen je mišićnim rubom na unutarnji, srednji dio obiju ljuštura (Walne, 1974). Unutrašnji dio ljušture obavijen je tankim organom, plaštom koji, protežući se prema rubovima, postaje sve deblji. Na samom rubu plaštanih nabora smještene su specijalizirane stanice za osjet dodira, tzv. tentacule ili osjetne dlačice te kemoreceptori. Takve se stanice koriste za detekciju predatora i selekciju hrane (Gosling, 2004; Prasetya, 2015). Probavni sustav *O.edulis* čine usta, jednjak, želudac, probavna žlijezda, srednje crijevo te rektum.



Slika 3. Osnovni dijelovi europske plosnate kamenice, *O. edulis* (Younge, 1926a)

U građi kamenice ističu se škrge (ktenidiji), neophodni respiratorni i hranidbeni organ prisutan u svim vrstama školjkaša (Le Penec i sur., 2003). Površina škržnog epitela prekrivena je krvnim stanicama (hemociti), čija je primarna uloga transportiranje otopljenih čestica unutar tijela kamenice te istodobno probava sitnije tvari prisutne u vodenoj okolini (Gosling, 2004). Potrebno je naglasiti da se hemociti kod *O. edulis* ujedno nalaze u unutrašnjem prostoru probavnih organa, između epitelnih stanica te u vezivnom tkivu (Younge 1926a; Takatsuki, 1934). Škrge čine niz filamenata oblika slova „W“, čime se, prilikom cirkulacije velikih količina morske vode, omogućuje najbolja opskrba jedinki hranjivim česticama i kisikom (Habdija i sur.,

2004). Filamenti su kod kamenica spojeni u nabore; u jednom naboru nalaze se od 9 do 12 filamenata (Younge, 1926a). *O. edulis* ima čak 3 vrste filamenata: obične, glavne i prijelazne. Glavni filamenti smješteni su unutar nabora, obični su smješteni na vanjskom dijelu (Dufour i Beninger, 2001; Gosling, 2015), dok se prijelazni nalaze između glavnih i običnih filamenata (LePenec i sur., 2003).

### 2.3. Reproductivni sustav

Razmnožavanje europske plosnate kamenice uvelike ovisi o uvjetima vodene sredine, poput temperature, saliniteta, dostupnost hrane te ostalim fizikalno-kemijskim faktorima. Poznato je da školjkaši imaju tri različite podjele s obzirom na spol. Prvu predstavljaju školjkaši odvojenih spolova (npr. kamenice roda *Magallana*). Drugu kategoriju spola čine sukcesivni hermafroditi odnosno jedinke imaju muške i ženske spolne stanice u različitim fazama razvoja (npr. *O. edulis*). Treću vrstu predstavljaju pravi ili simultani hermafroditi, koji istovremeno razvijaju i muške i ženske spolne stanice (npr. jakopska kapica) (Gavrilović i sur., 2021).

Za uzgojne potrebe ključno je razumjeti i poznavati cjelokupni reproductivni sustav kamenice. Reproductivni sustav svih vrsta školjkaša jednostavne je građe. Gonade koje se kod *O. edulis* nalaze pored probavne žlijezde prije sezone razmnožavanja debljine su od 2 do 3 mm (Walne, 1974), dok tijekom faze mrijesta zauzimaju čak 40 do 50 % tjelesnog volumena (Korringa, 1940; Yonge, 1966; Quayle, 1969; Heral, 1989). Godišnji reproductivni ciklus europske plosnate kamenice može se podijeliti u tri zasebne faze: gametogeneza, mrijest te mirovanje. U prvoj fazi dolazi do sazrijevanja gameta (jajnih stanica i spermija), a osnovni uvjet tome je temperatura vodene sredine. Fekunditet uvelike ovisi o dostupnosti hranjivih tvari u vodenoj sredini (Heasman i sur., 1996; Utting i Millican, 1997; Pronker i sur., 2008). Druga faza, odnosno faza mriještenja, kod nekih se vrsta odvija više puta godišnje (Iglesias i sur., 1996; Avendano i Le Penec, 1997), a započinje potpunim razvitkom gonada u korelaciji s promjenom fizičko-kemijskih parametara, poput temperature i saliniteta (Turolla i Rossi, 2004; Rueda i sur., 2005). Iako je oplodnja kod većina vrsta školjkaša vanjska, *O. edulis* razlikuje se od njih po tzv. inkubacijskoj oplodnji. Oplodnja, koja se događa 10 do 15 sati od ispuštanja muških gameta (Walne, 1974; Quayle, 1969) odvija se unutar plaštane šupljine ženke (Quayle, 1969; Walne,

1974; Bayne, 1976). Prema Quayle (1969), *O. edulis* proizvodi otprilike milijun jajnih stanica, dok je brojnost muških gameta veća. Inkubacijska oplodnja, osim same oplodnje, uključuje embrionalni i ličinački razvoj unutar plaštane šupljine. Kada veliger ličinke dosegnu veličinu od 184 do 188  $\mu\text{m}$  te karakterističnu crnu obojenost, one bivaju ispuštene u okolnu morsku vodu (Chaparro i sur., 2018) čime počinje planktonska faza njihovog života. Predveliger ličinke plivaju ispod vodene površine sljedećih 15 do 25 dana uz pomoć morskih struja i veluma, odnosno organa zaslužnog za njihovo kretanje i hranjenje. Prelazak iz planktonskog u bentonski način života započinje razvitkom parnih očiju i stopala kada jedinka najčešće dostiže veličinu od 270 do 314  $\mu\text{m}$ . U ovom razdoblju odvija se metamorfoza tijela jedinke koje se prilagođava novom staništu (Joyce i sur., 2013). S obzirom na to da reproduktivni ciklus zahtijeva visoku energetska potrošnju, jedinke najčešće višak hranjivih tvari skladište unutar svoga tijela (Gosling, 2004). Nakon mrijesta, gonade su smanjenog obujma čime naposljetku opada i kondicijsko stanje jedinki (Gavrilović i sur., 2008). Kako bi se jedinke oporavile, neophodna je faza mirovanja (Gosling, 2004).

### 3. MARIKULTURA U HRVATSKOJ I U SVIJETU

Marikultura je sastavni dio akvakulture koja se odnosi na uzgoj morskih organizama. Ona u Republici Hrvatskoj obuhvaća uzgoj ribe i školjkaša. Među ribama najzastupljenije su lubin (*Dicentrarchus labrax*), komarča ili orada (*Sparus aurata*) i atlantska plavoperajna tuna (*Tunnus thynnus*), dok su kod školjkaša zastupljene vrste mediteranska dagnja (*Mytilus galloprovincialis*) i europska plosnata kamenica (*Ostrea edulis*) (Ministarstvo poljoprivrede, 2021). U tablici 2. prikazana je ukupna godišnja proizvodnja u sektoru marikulture od 2014. do 2019. godine. U usporedbi sa proizvodnjom dagnje, količina i vrijednost kamenica mnogo je manja, no njena se ukupna godišnja proizvodnja zadnjih godina povećala.

Tablica 2. Proizvodnja u marikulturi od 2014. do 2019. godine (Ministarstvo poljoprivrede, 2021).

VRSTA	2014.		2015.		2016.		2017.		2018.		2019.	
	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)	KOLIČINA (kg)	VRIJEDNOST (kn)
LUBIN	3.214.721	148.823.510	4.488.388	218.972.645	5.310.025	257.768.408	5.615.808	270.273.938	6.220.125	272.212.631	6.089.084	266.158.452
KOMARČA	3.654.575	149.320.421	4.074.788	196.028.957	4.100.956	201.711.399	4.829.601	232.599.555	5.590.969	244.010.692	6.774.425	289.971.460
HAMA	60.063	3.129.942	66.664	3.293.318	125.276	7.268.254	253.338	12.837.978	807.787	36.748.575	724.733	35.813.446
ZUBATAC	7.356	802.135	4.135	373.866	1.106	99.740	0	0	0	0	0	0
KALIFORNIJSKA PASTRVA	12.779	427.616	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ROMB	504	35.083	7.133	447.483	552	37.346	0	0	0	0	0	0
PAGAR	40.186	1.670.124	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TUNA	2.223.759	225.384.102	2.603.361	288.177.000	2.934.276	280.817.821	2.161.608	172.550.649	3.227.135	273.909.029	2.707.511	235.976.898
DAGNJA	713.841	6.365.930	746.382	6.626.257	698.700	6.259.722	919.763	8.394.570	881.627	8.556.641	945.809	9.400.858
KAMENICA	32.164	2.755.676	52.079	4.364.369	63.879	4.632.516	62.047	4.979.319	53.756	4.584.822	81.000	5.496.705
JAKOVLJEVA KAPICA	40	4.050	16	1.600	66	6.600	44	4.400	59	5.880	16	1.820
UKUPNO (kg)	9.959.988	538.718.589	12.042.946	718.285.496	13.234.836	758.601.808	13.842.209	701.640.408	16.781.457	840.038.271	17.322.577	842.819.639

Uzgoj školjkaša u RH odvija se u Dubrovačko-neretvanskoj, Istarskoj, Primorsko-goranskoj, Splitsko-dalmatinskoj, Šibensko-kninskoj i Zadarskoj županiji (Ministarstvo

poljoprivrede, 2021). U Nacionalnom planu razvoja akvakulture do 2027. godine navedeno je da se uzgoj školjkaša najvećim dijelom odvija unutar malih obiteljskih uzgajališta, a po veličini uzgojnih površina za školjkaše prednjači Dubrovačko-neretvanska županija, s 1.520.581,95 m<sup>2</sup> (Ministarstvo poljoprivrede, 2021). Uzgoj se temelji na sakupljanju mladi iz prirode, a sva uzgojna područja nalaze se pod državnim nadzorom. Prodaja se većinom ostvaruje na domaćem tržištu (Ministarstvo poljoprivrede, 2021); oko 90% kamenica plasira se na lokalno tržište, a samo oko 10% otprema se u druge dijelove Hrvatske (Marčelja, Bigunac i Glamuzina, 2004). Proizvodnja kamenica u Republici Hrvatskoj ima puno prednosti i potencijala, ali jednako tako i slabosti i prijetnji. Prikaz navedenih prednosti i slabosti, nalazi se u SWOT analizi izrađenoj za školjkaše u Tablici 3.

Tablica 3. SWOT analiza marikulture – školjkaši (Ministarstvo poljoprivrede, 2021, dostupno na: [https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/akvakultura/NPRA/NPRA%202021-2027-programska%20polazi%C5%A1ta%20i%20ciljevi\\_lipanj\\_2021.pdf](https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/akvakultura/NPRA/NPRA%202021-2027-programska%20polazi%C5%A1ta%20i%20ciljevi_lipanj_2021.pdf)).

<b>Snage</b>	<b>Slabosti</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hrvatska je i dalje jedno od posljednjih utočišta autohtone europske plosnate kamenice, koja uz odgovarajući marketing i promidžbu može ostvariti visoku cijenu na EU tržištima.</li> <li>Potražnja na domaćem tržištu</li> <li>Dobra socijalna prihvaćenost</li> <li>Dobra suradnja s lokalnim zajednicama</li> <li>Dobra kvaliteta okoliša i vodenih resursa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Industrijom dominiraju mali (obiteljski) proizvođači i zastarjele prakse, što ograničava status i napredak ovog podsektora</li> <li>Nema komercijalnog mrjestilišta za školjkaše</li> <li>Na tržišnici se prodaju samo svježi proizvodi; nema diversifikacije proizvoda ni dodane vrijednosti</li> <li>Slaba organiziranost uzgajivača</li> <li>Nepostojanje suradnje sa znanstvenim institucijama</li> <li>Nesudjelovanje u radu i razmjeni znanja putem regionalnih strukovnih organizacija</li> <li>Nedostatak kapaciteta za preradu</li> <li>Nezainteresiranost za korištenje modernih Tehnologija</li> </ul>
<b>Mogućnosti</b>	<b>Prijetnje</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Regeneracija sektora povećanjem obujma, bolja kvaliteta proizvoda, novi praktični proizvodi s dodanom vrijednošću i promidžba na domaćem i inozemnom tržištu.</li> <li>Korištenje modela najbolje prakse i opreme;</li> <li>Korištenje sponzorstva za stipendiranje studijskih posjeta mladih uzgajivača i onih koji se zanimaju za prekvalifikaciju.</li> <li>Vertikalno integrirana velika poduzeća s modernim tehnologijama koja proizvode širok asortiman proizvoda, uključujući pripremljene proizvode i gotova jela od</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Loši sustavi otpadnih voda – kanalizacija na određenim područjima, poljoprivredno (pesticidi) ili industrijsko (postojane onečišćujuće tvari) onečišćenje, porast biotoksina i/ili nezgoda pri pročišćavanju školjkaša dovode do rizika zatvaranja uzgajališta</li> <li>Postoji stvarni rizik od invazije egzotične vrste kamenice, pacifičke kamenice, posebice u Istri.</li> <li>Razvoj obalnih projekata koji su u konfliktu s lokacijama namijenjenim uzgoju školjkaša.</li> <li>Porast temperature mora uslijed klimatskih</li> </ul>



<p>školjkaša s dužim rokom trajanja.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maloprodajni sektor u Hrvatskoj još uvijek nije dovoljno opskrbljen svježim domaćim proizvodima od školjkaša i nudi prostor za širu distribuciju i porast prodaje.</li> <li>• Moguće je iskoristiti segment školjkaša za prirodne/ekološke proizvode s eko-oznakama i visokom dodanom vrijednošću.</li> <li>• Diversifikacija novih vrsta razvojem tehnologije mriještenja (npr. Jakobove kapice).</li> <li>• Povećana potražnja za vrijeme turističke sezone omogućuje višu cijenu</li> </ul>	<p>promjena</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unos stranih vrsta (paciifičke kamenice)</li> <li>• Nedovoljno korištenje raspoloživih tehnologija za obranu od predatora</li> </ul>
--	---

Europa je četvrti svjetski proizvođač paciifičke kamenice (*Magallana gigas*), a njihova ukupna godišnja proizvodnja kreće se oko 150.000 tona. Od ukupne godišnje europske proizvodnje, 90% otpada na Francusku, najvećeg potrošača i izvoznika u Europi (Marčelja, Bigunac i Glamuzina, 2004). U 2022. godini, najvećim proizvođačem kamenica proglašen je francuski uzgajivač France Naissain (Market Watch, 2022). U ostatku svijeta osim *M. gigas* i *O. edulis* veliki dio proizvodnje otpada na američku kamenicu (*Crassostrea virginica*), vrstu koja je prirodno rasprostranjena na istoku Sjeverne Amerike i Meksičkom zaljevu (NOAA Fisheries, 2022).

### 3.1. Načini uzgoja kamenica

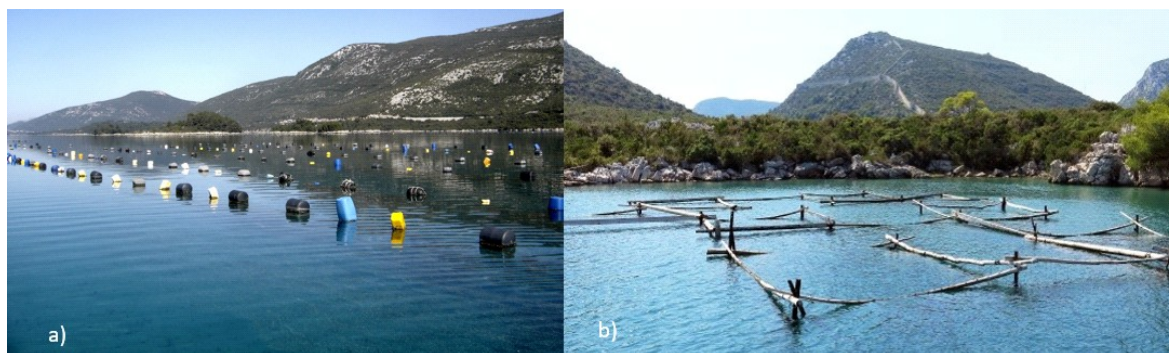
Uzgoj kamenica odnosi se uglavnom na skupljanje i uzgoj mlađi na kolektorima, a od davnina se za prihvatanje mlađi kamenica koriste snopovi grana koji se nazivaju „fašini“. Koriste se grane trišlje (*Pistacea lentiscus*) i hrasta crnike (*Quercus illex*) (Gavrilović i Petrinc, 2003) koji se rado upotrebljavaju i danas u tradicionalnom uzgoju kamenica. Ukupno trajanje uzgoja kamenica traje do tri godine, ali tržišna veličina može se postići i već nakon dvije godine (Milin, 2021).

Pri uzgoju kamenica u Europi se razlikuju četiri osnovne tehnologije. Prva predstavlja uzgoj na morskom dnu ili pridneni uzgoj (Europska komisija, 2018). Takav se uzgoj odvija isključivo u morima s izraženim oscilacijama plime i oseke (Slika 4.). Kamenice se polože na muljevito, pješčano dno, prekriju se pijeskom sve dok ne dostignu tržišnu veličinu. Kada nastupi oseka, prikupljaju se štetočine (npr. morske zvijezde) koje mogu smetati uzgojenim jedinkama. Ovakav način uzgoja kamenica najčešći je u sjevernim morima (Šimunović, 2004).



Slika 4. Uzgoj na morskome dnu ili pridneni uzgoj

Druga najčešća tehnologija uzgoja jest mediteranski uzgoj odnosno uzgoj između morskog dna i površine (Slika 5.), koji se primjenjuje u Sredozemlju (Šimunović, 2004). Ovaj uzgoj poznat je još i kao uzgoj u dubokoj vodi (Europska komisija, 2018). Uzgoj u dubokoj vodi odvija se na stabilnim ili plutajućim parkovima (Šimunović, 2004).



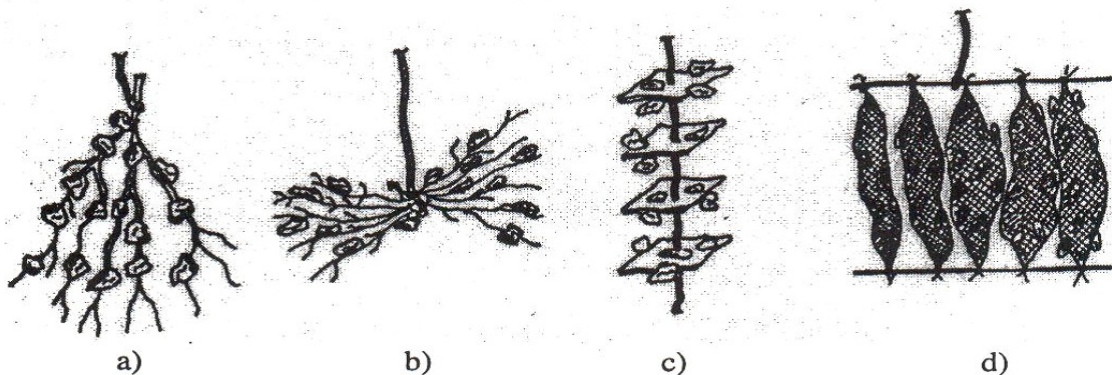
Slika 5. a) Plutajući parkovi. b) stabilni parkovi (Agroklub, 2021).

Kamenice se mogu uzgajati i iznad dna (Slika 6.), u mrežastim vrećama pričvršćenima za nosače u međuplimnom području. Posljednja metoda za uzgoj kamenica uključuje uzgoj na ovješnim konopcima.



Slika 6. Uzgoj kamenica metodom iznad dna

Kako bi se primijenila ijedna metoda uzgoja, najprije treba prikupiti mlađ iz prirode uz pomoć kolektora (Slika 7.), najčešće uporabom „fašina“. Fašini su dužine 1,5 do 2 metra, vežu se zajedno po dva snopa na dugački konop i bacaju na dubini od 5 do 15 m, u travnju i rujnu, kada se procjenjuje da je barem 5% populacije u stanju mrijesta. Kako bi „fašini“ ostali na dnu, na njih se veže kamen, a na drugi kraj konopa pričvrsti se plovak (Gavrilović i Petrinec, 2003). Nakon 5 do 6 mjeseci, kada jedinke dosegnu cca 8 do 20 mm, kolektori se vade iz mora. Snopići se podijele na ravnomjeren broj jedinki (od 10 do 20 jedinki) i upleću se u najlonski ili kokosov konopac – pergolar. Konopci se zatim vješaju u uzgojne parkove na dubinu od pola metra, kako mlađ ne bi dodirivala mulj i da se izbjegne napad štetočina (Milin, 2021). Nakon nekoliko mjeseci, kada jedinke dosegnu veličinu od 4 do 6 cm, kamenice su spremne za cementiranje.



Slika 1. Kolektori za prihvat mlađi: a) veće grane; b) "fašini"; c) plastične ploče; d) plastične mreže za uzgoj dagnji.

Slika 7. Vrste kolektora za prihvat mlađi (Gavrilović i Petrinec, 2003).

Nakon vađenja kamenica iz mora, neophodno je sortirati jedinke prema veličini kako bi se započelo s cementiranjem jedinki. Kamenice se cementiraju po dvije ili po četiri na drvenu podlogu te potom upliću u pergolar (Gavrilović i Petrinec, 2003). Jedinke trebaju biti razmaknute 15 do 20 centimetara, a cementira se izbočena strana ljušture. Pergolari se vješaju s razmacima od pola metra (Milin, 2021). Na pergolarima kamenice ostaju do tržišne veličine, a u međuvremenu je potrebno odstraniti samo jaki obraštaj (Gavrilović i Petrinec, 2003). Osim navedenog cementiranja na konopac, danas se upotrebljava i cementiranje na mrežaste trake ili u plastična sita, ali i u lanterne i kašete.

U novije vrijeme za prikupljanje mlađi koriste se plastične ploče i plastične mreže. Plastične mreže postavljaju se u parkove bliže morskom dnu u vrijeme mriještenja kamenica, a nakon pet do šest mjeseci prebacuju se na uzgojne parkove (Bratoš Cetinić i Bolotin, 2016).

Do danas su navedene tradicionalne tehnike uzgoja europske plosnate kamenice poznate u Hrvatskoj, Europi i svijetu. Međutim, prirodnim skupljanjem mlađi ne može se postići dovoljna proizvodna količina kamenica. Stoga se sve češće ističe potreba za izgradnjom mrijestilišta u kojima se može proizvesti količina mlađi koja će biti uzgajivačima dovoljna za planiranu godišnju proizvodnju kamenica tržišne veličine. Dok u svijetu postoje komercijalna mrijestilišta za proizvodnju mlađi školjkaša, u Republici Hrvatskoj ona još uvijek ne postoje.

## 4. UMJETNO MRIJEŠTENJE KAMENICA

Svrha mrijestilišta kamenice, osim oplodnje spolno zrelih jedinki, uključuje masovni uzgoj hrane (jednostanični planktonski organizmi) te uzgoj ličinaka i mlađi do tržišne veličine (Gavrilović i sur., 2021).

### 4.1. Mrijestilište

Pri odabiru lokacije za izgradnju mrijestilišta, uz zadovoljavanje zakonskih regulativa, posebno se ističe važnost izgradnje u blizini morske obale (Piper, 1982). Mrijestilišta ovise o stalnoj opskrbi morskom vodom stoga nužno je odabrati lokaciju koja zadovoljava sve kriterije kakvoće vode te je specifična po minimalnim kolebanja okolišnih čimbenika poput temperature i saliniteta (Gavrilović i sur., 2021).

Usisna cijev koja opskrbuje mrijestilište morskom vodom, treba biti smještena ispod termokline odnosno na dubini od 10 do 20 m. Kako bi se omogućilo uklanjanje krutih čestica, voda prije samog ulaska u rezervoar odnosno u proizvodne jedinice mora biti podvrgnuta mehaničkoj filtraciji koje izdvaja i otklanja neželjene mehaničke čestice i morske organizme.

Ovisno o kretanju morske vode unutar mrijestilišta, razlikuju se dva osnovna sustava: protočni i stacionarni (Gavrilović i sur., 2021). Protočni sustav neprekidno se opskrbljuje morskom vodom koja je obogaćena mješavinom otopljenih plinova (posebno kisik) te učinkovito održava produkte metabolizma u najnižim koncentracijama (Piper, 1982; Gavrilović i sur., 2021). Nedostatak takvog sustava očituje se u unosu obraštajnih organizama te potencijalno opasnih mikroorganizama unutar uzgojnih bazena. Za razliku od protočnog, stacionarni sustav opskrbljuje uzgojne bazene steriliziranom morskom vodom, svakih 48 – 72 sata. Voda prije ulaska u uzgojni bazen prolazi kroz seriju mehaničkih filtera te kroz ultraljubičasti (UV) sterilizator (Gavrilović i sur., 2021). Poznato je da su prvi stadiji uzgoja najosjetljiviji, shodno tome nužno je održavati optimalne uvjete vodene sredine kako bi stopa preživljavanja bila najviša.

Osim dotoka vode, u mrijestilištu je nužno osigurati opskrbu komprimiranim zrakom, koji se koristi u bezenima za sve uzgojne stadije školjkaša, a neophodan je i za masovnu

proizvodnju algi. Za dotok zraka koristi se kompresor ili turbo puhalica. Zrak mora biti čist pa se filtrira kroz antibakterijske filtere (Gavrilović i sur., 2021).

Sveukupni proces proizvodnje mlađi u mrijestilištu odnosi na dva usporedna procesa. Prvi se odnosi na:

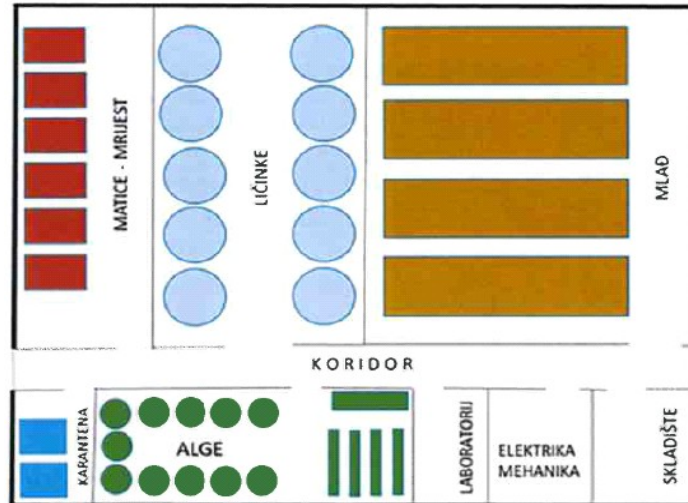
- odabiranje odraslih kamenica za mrijest (odabir tzv. matičnog stoka/jata)
- kondicioniranje matičnog stoka
- uzgoj ličinki
- prihvat ličinki
- uzgoj mlađi (Gavrilović i sur., 2021).

Drugi proces, koji se istovremeno odvija s navedenim, odnosi se na proizvodnju hrane, odnosno fitoplanktona:

- proizvodnja matične i intermedijarne kulture mikroalgi
- masovna proizvodnja mikroalgi za matično jato
- masovna proizvodnja mikroalgi za ličinke i mlađ (Gavrilović i sur., 2021).

Neophodno je da se ova dva procesa odvijaju paralelno te da u trenutku kada matice ispuste ličinke na vrhuncu bude i proizvodnja jednostaničnih algi. Hranidba uzgojnih organizama u nekim se mrijestilištima bazira na korištenju živog fitoplanktona pomiješanog sa smrznutim algama. Naime, najbolja se ishrana ostvaruje uporabom živog fitoplanktona te eventualnom dohranom komercijalnim koncentriranim algama (Gavrilović i sur., 2021).





Slika 8. Tlocrt generičkog mrijestilišta školjkaša (Gavrilović i sur., 2021)

Uz navedeno, svako bi mrijestilište trebalo uključivati i laboratorij u kojem će se pratiti kvaliteta uzgojne vodene sredine, zdravstveno stanje jedinki te napredak uzgoja žive hrane. Generički izgled mrijestilišta školjkaša, shematski je prikazan na slici 16. (Piper, 1982; Gavrilović i sur., 2021).

#### 4.2. Proizvodnja žive hrane

Važnu aktivnost svakog mrijestilišta školjkaša čini kultivacija i masovna proizvodnja živih, jednostaničnih algi. Fitoplankton ili biljni planktonski organizmi čine primarnu proizvodnju hranidbenog lanca te ujedno predstavljaju osnovnu hranu svih životnih stadija u uzgoju europske plosnate kamenice, posebno ličinačkog stadija (Piper, 1982). Poznato je da se sposobnost filtracije *O. edulis* pri nižim temperaturama sredine smanjuje, dok se pri temperaturama od 15 do 20 °C ubrzava (Hutchinson i Lawrence, 1992).

Masovno razmnožavanje mikroalgi iziskuje obogaćivanje sterilne morske vode hranjivim medijem (najčešće Guillard F/2 medij), čiju osnovu čine dušični i fosforni spojevi te otopljeni mikroelementi, poput vitamina i metala u tragovima. Za potrebe uzgoja alga kremenjašica hranjivom se mediju dodaju silikati ([www.fao.org](http://www.fao.org)).

Iako se u vodenom stupcu u prirodnoj sredini nalazi preko stotinu vrsta fitoplanktona, alge iz skupine bičaša (*Isochrysis* sp., *Pavlova lutheri*, *Tetraselmis* sp., *Dunaliella tertiolecta*,

*Chlorella* sp., *Nannochloropsis* sp.) i kremenjašica (*Chaetoceros* sp., *Skeletonema* sp., *Thalassiosira pseudonana*) najbolja su hrana za ličinke, no i za sve ostale životne stadije *O. edulis* (Cole, 1937; Gavrilović i sur., 2021). Kako bi te alge bile pogodne za ishranu ličinki moraju imati optimalnu nutritivnu vrijednost, odsustvo toksina, određenu veličinu, prilagodbu na uvjete uzgoja, brzinu rasta populacije i isplativost masovne proizvodnje (Gavrilović i sur., 2021). Takvi jednostanični organizmi uzgajaju se u kontroliranim monokulturama ([www.fao.org](http://www.fao.org)), uz stalnu optimalnu temperaturu (od 16 do 27 °C), salinitet (< 35 ppt), pH (od 7,5 do 8,5), jačinu svjetla (od 1.000 do 10.000 lux), a koji variraju ovisno o uzgojenoj vrsti (Hoff i Snell, 1993). Jedan od najznačajnijih ograničavajućih čimbenika u uzgoju fitoplanktona je temperatura (Piper, 1982). Maksimalna gustoća kulture postiže se pri određenoj temperaturnoj vrijednosti, najčešće u rasponu od 18 do 22 °C (Borgne, 1989). Jačina svjetla je, nakon temperature, čimbenik koji je potrebno optimizirati za pravilno odvijanje procesa fotosinteza. Za matične stokove dovoljna je izloženost svjetlu od 12 sati, dok je za uzgoj većih volumena potrebno stalno osvjetljenje (Smayda, 1971; Persoone i sur., 1980).

Ako nisu osigurani svi potrebni uvjeti, uzgojene kulture neće biti uspješne. Također, nerijetko je u mrijestilištima zabilježena kontaminacija monokultura drugim fitoplanktonskim vrstama, čime se inhibira rast uzgojene monokulture. Stoga, nužno je osigurati sterilan prostor i sterilne uvjete kako bi se smanjila mogućnost takve kontaminacije (Piper, 1982).

#### **4.3. Kondicioniranje matica**

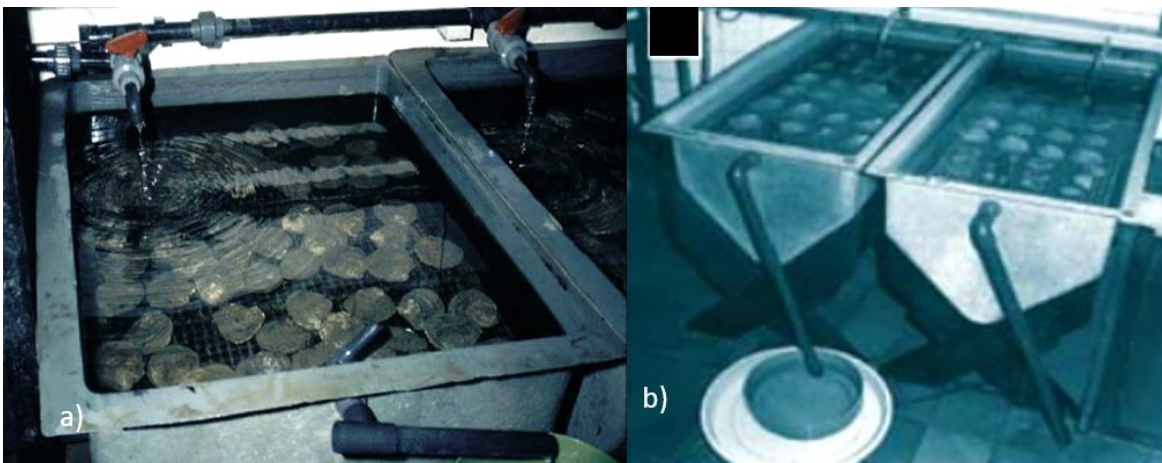
Osnovne metode kondicioniranja matičnog stoka jednake su za sve školjkaše. Matični stokovi održavaju se u optimalnim uvjetima kako bi jedinke spolno sazrijele te posljedično dostigle svoju maksimalnu fekunditetnu sposobnost (FAO, 2004; Gonzales-Araya i sur., 2011) tijekom ili izvan sezone prirodnog mriještenja. Kondicioniranje matica tijekom sezone prirodnog mriještenja brži je proces za razliku od kondicioniranja izvan sezone kada je jedinkama potrebno znatno više vremena za proizvodnju spolnih stanica (Gavrilović i sur., 2021).

Najčešće se, zbog genetske varijabilnosti unutar populacija *O. edulis*, za potrebe uzgoja u mrijestilištima matični stok izlovljava iz prirode. Pri tome, kako bi uzgoj bio što uspješniji, izlovljavaju se morfološki veće jedinke (Utting i Spencer, 1991) kod kojih je vidljiv prirast njihovih ljuštura (Newkirk, 1980; Piper, 1982). Tijekom samog premještaja jedinki iz prirode u



mrijestilište, nužno ih je aklimatizirati novim uvjetima sredine s ciljem smanjenja stresa te zbog mogućih negativnih ishoda. Jedinke su podvrgnute uklanjanju obraštajnih organizama s njihovih ljuštura te je potrebno smjestiti jedinke u karantenske bazene, najmanje 30 dana. Ako su gonade izlovljenih matice u završnom stadiju razvitka, zbog stresa koji se vrši nad jedinkama prilikom izlova i seljenja, moguća je pojava mriještenja. Nastale gamete potrebno je ukloniti iz bazena, s obzirom na to da je mriještenje izazvano stresnim uvjetima obično neuspješno (Gavrilović i sur., 2021).

Recirkulacijski bazeni za kondicioniranje matičnog stoka (Slika 9a) europske plosnate kamenica zahtijevaju određeni volumen, koji je prilagođen planiranoj količini jedinki koja se izlovljava i nasaduje (Gavrilović i sur., 2001). Unutar samog bazena koristi se filtrirana morska voda (Maneiro i sur., 2020), s optimalnim abiotiskim čimbenicima (temperatura, salinitet i pH) sličnim onima iz njihove prirodne sredine (Piper, 1982). Prema Gavrilović i sur. (2021.), predloženi sustav za kondicioniranje *O. edulis* sastoji se od dvaju nivoa. Prvi nivo čine tri konusna bazena od 150 L u čiju se unutrašnjost smještaju matični stokovi, dok drugi, donji nivo sadržava sve potrebne elemente za biološku i mehaničku filtraciju morske vode. Aeracija u prvom nivou održava strujanje morske vode, čime se omogućava kretanje fitoplanktonskih organizama te obogaćuje vodena sredina kisikom. Drugi nivo, sa svojim ukupnim volumenom od 560 L, sjedište je biološke filtracije vode. Neotrovne plastične površine služe kao površina za nitrifikacijske bakterije, čija je primarna uloga uklanjanje otopljenih produkta metabolizma (dušikovi spojevi), pa tako čine biološku komponentu uzgojnog sustava. Na ulazu u drugi nivo postavlja se sito promjera oka od 105  $\mu\text{m}$ , koji zadržava izvaljene ličinke (Slika 9b). Sito je potrebno održavati čistim odnosno potrebno je svakodnevno ukoliti feces i ostatke hrane (Gavrilović i sur., 2021).



Slika 9. a) Bazen za kondicioniranje kamenice *Ostrea edulis*. b) Sito za prikup ličinki na odvodu morske vode (FAO, 2004).

Tijekom samog kondicioniranja potrebno je osigurati adekvatnu hranidbu za matice (Piper, 1982). Najnovija istraživanja ukazuju da *O. edulis* najviše konzumira fitoplanktonske vrste bogate esencijalnim masnim kiselinama, poput eikopentaenoične (EPA) i dokosaheksaenoične (DHA) kiseline (Gonzales-Araya i sur., 2011; Utting i Millican, 1997). Prema Helm i sur., 2004, potrebno je osigurati optimalan omjer alga kremenjašica i bičša, u odnosu 60 – 70% : 30 – 40%.

#### 4.4. Umjetno mriještenje i oplodnja

Nova biološka saznanja doprinijela su razvitku tehnologije umjetnog i izvansezonskog mriješta i time povećanju ukupne godišnje proizvodnje školjkaša. Danas se za poticanje umjetnog mriještenja odabrane vrste školjkaša koriste različiti stimulansi poput:

1. Fizički stimulansi (temperaturni šok, osmotski šok, UV zračenje i dr.)
2. Kemijski stimulansi (primjena serotonina, vodikova peroksida, kalijeva klorida i dr.)
3. Biološki stimulansi (dodavanje gameta ili fitoplanktona u medij)
4. Mehanički stimulansi (vibracije) (Turolla i Rossi, 2004)

Od navedenih, najzastupljenija metoda koja se koristi je temperaturni šok, odnosno naglo podizanje i/ili spužtanje temperature vodene sredine. Umjetno mriještenje europske plosnate

kamenice potiče se uz podizanje temperature čak do 26 °C (Acarli i Lok, 2009). Za razliku od većine uzgojenih vrsta, *O. edulis* je primjer vrste čija se oplodnja odvija unutar tijela školjkaša, a ličinka se razvija unutar plaštane šupljine matice. Nakon 7 do 10 dana od same oplodnje (Helmer i sur., 2019), veliger ličinka veličine od 184 do 188 µm (Chaparro i sur., 2018) ispuštena u vodenoj okolini prolazi kroz sito postavljeno na odvod bazena za kondicioniranje. Ličinke se prikupljaju uz pomoć jednokratne Pasterove pipete sa sita nekoliko puta na dan. Nakon prikupljanja, potrebno je utvrditi njihovu kvalitetu uz pomni mikroskopski pregled. Zdrave i dobro razvijene ličinke ne bilježe morfološke deformacije, pokretne su te na svojim krhkim tijelima nemaju nametnike. Ličinke se potom nasađuju u bazene za uzgoj ličinaka, u koncentraciji od 5 – 10 ličinaka po ml vode (Gavrilović i sur., 2021). Ako kvaliteta ličinaka nije zadovoljavajuća, one se odbacuju.

Ličinke kamenica moguće je i „umjetno“ izdvojiti iz međuljuštarnog prostora kada se procijeni da su matice u fazi „crnog sjemena“ (Gavrilović i sur., 2021), odnosno kad su veliger ličinke veličine od 184 do 188 µm (Chaparro i sur., 2018). Izdvajanje započinje otvaranjem ljušura matične jedinice, ličinke se ispiru kroz sito sterilnom i tretiranom morskom vodom (Gavrilović i sur., 2021). No, fazu je moguće započeti i ranije kada su ličinke u fazi „bijelog ili sivog sjemena“. U obzir je potrebno uzeti činjenicu da ako se izdvajanje započinje ranije, stopa mortaliteta može biti veća (Gavrilović i sur., 2021)

#### **4.5. Uzgoj ličinaka**

Prije prikupljanja ličinki, prostor za uzgoj ličinaka treba očistiti i dezinficirati te pripremiti bazene za prihvatanje ličinki. Na ulazu u prostoriju postavlja se dezinfekcijska barijera, odnosno posuda sa spužvom natopljenom u dezinficijensu (npr. Varikini). Nakon sterilizacije bazeni se pripremaju tako da se u njih ulije čista, sterilizirana morska voda. Temperatura vode mora biti jednaka kao voda u kojoj se nalaze matice, kako bi se kod ličinaka izbjegao temperaturni stres (Gavrilović i sur., 2021).

U bazen za prihvatanje ličinki nasađuju se isključivo ličinke koje zadovoljavaju već opisanu kvalitetu. Ličinke se mogu uzgajati u zatvorenom i protočnom sustavu. Prva faza uzgoja ličinka traje od 3 do 4 tjedana, odnosno do trenutka kada prediveliger ličinke počinju s razvitkom očne

mrnje i stopala. Na njihov razvitak utječu brojni čimbenici poput temperature, genetske predispozicije i sl. (Gavrilović i sur., 2021).

U zatvorenom sustavu, tijekom prve faze, neophodno je pratiti sve parametre morske vode kako bi se održala optimalna kvaliteta uzgojne sredine, poput saliniteta (30 – 34 ppt), temperature ( $22 \pm 1$  °C), pH (8), zasićenosti kisikom (> 80%), fotoperioda (u početku 12 h, kasnije 0 h) te optimalne ishrane. Kako bi se kvaliteta vodene sredine održavala, ličinke je potrebno svaka dva do tri dana seliti u novi bazen. Pri seljenju, ličinke je potrebno mikroskopski pregledati te prebrojati kako bi mogli zabilježiti stopu mortaliteta prilikom uzgoja (Gavrilović i sur., 2021).

U usporedbi sa zatvorenim, protočni je sustav ekonomičan i jednostavnije funkcionalnosti, ali manje efikasan. S obzirom na to da je ličinkama školjkaša potrebna konstantna temperatura i salinitet, u protočnom je sustavu takve parametre gotovo nemoguće održavati. Zbog naglih promjena ambijentalne temperature i/ili velikih količina padalina, takvi se parametri naglo mjenjaju, što posljedično može dovesti do visokog mortaliteta. Također, uporabom protočnog sustava povećava se mogućnost unosa patogena iz morske sredine u uzgojne bazene (Gavrilović i sur., 2021).

Jedna od važnih stavki u svakom uzgojnom stadiju ličinaka je ishrana živom hranom, bogatom nezasićenim masnim kiselinama. Najčešće se upotrebljavaju od 2 do 3 vrste algi poput *Chaetoceros muelleri*, *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri* i *Tetraselmis* sp., gdje 1/3 volumena upotrijebljene hrane otpada na alge iz skupine kremenjašica. Kako bi se osigurao dovoljan broj stanica algi po volumenu bazena, isti je potrebno izračunati. Ličinke se hrane dva puta na dan (Gavrilović i sur., 2021).

#### 4.6. Prihvat ličinaka

Razvitak očne pjege i stopala kod ličinki *O. edulis* ukazuje da su jedinke spremne za prihvat na kolektore. U bazenima za prihvat ličinki postavljaju se kolektori koji mogu biti izrađeni od plastičnih ploča s hrapavom površinom, od grane crnike, od ljuštura kamenica, od gumenih mreža i sl. Ličinke se za kolektor prihvaćaju od 3 do 5 dana, a potreban je svakodnevni pregled i procjena prihvata.

Nove tehnologije uzgoja uvele su u mrijestilištima s recirkulacijskim sustavima tzv. *cultchless* tehnologiju, odnosno tehnologiju koja upotrebljava kolektore izgrađene od samljevenih ljuštura kamenica, veličine od 300 do 500  $\mu\text{m}$ . Takva veličina je najpogodnija s obzirom na to da omogućava prihvat samo jedne ličinke, a ljušture i ličinke uronjenje su u sito. Perforirane cijevi ispod sita nadomještaju prirodno gibanje mora poznato kao *upwelling* ili uviranje, gdje ličinke, plankton i samljevene ljušture ostaju neprekidno u vodenom stupcu. Nakon što se ličinke prihvate za zrnca, one ih prerastu te zrnca ostanu na njima sve do veličine potrebne za cementiranje na konopce (Gavrilović i sur., 2021).

#### 4.7. Uzgoj mladi

Ako mrijestilište upotrebljava *cultchless* metodu uzgoja, uzgoj mladi nastavlja se u *upwelling* sustavu (Slika 10). Sustav se temelji na cilindričnim bazenima s planktonskom mrežicom na donjem dijelu. Cilindri su uronjeni u morsku vodu kvalitete optimalne za uzgoj mladi, a kroz odvodnu cijev voda odlazi u sustav za pročišćavanje te se ponovno vraća u uzgojni bazen.



Slika 10. *Upwelling* sustav za uzgoj mrlađi (Gavrilović i sur., 2021).

Ako mrijestilište nema mogućnost *upwelling* sustava, mrlađ se postavlja u uzgojne instalacije s malim promjerom oka, kao što su primjerice tzv. *pearl net*. Na ovaj način se daljnji uzgoj može odvijati u bazenima ili u moru. Problem s ovim uzgojnim instalacijama jest da mrežice imaju mali promjer oka te ih je potrebno vrlo često čistiti od obraštaja i nečistoća. Ako se slijede klasične metode uzgoja, mrlađ se nakon 5 do 10 dana od prihvata na klasične kolektore premješta u rastilišta ili u more sve dok ne dostigne tržišnu veličinu. Prije polaganja mrlađi u more, potrebno je u mrijestilištu mrlađ postupno prilagoditi na ambijentalne uvjete, posebno na temperaturu okoliša, kako bi se izbjegao stres i osiguralo bolje preživljavanje (Gavrilović i sur., 2021).

## 5. ZAKLJUČAK

Europska plosnata kamenica *O. edulis* značajna je vrsta školjkaša za hrvatsko, europsko i svjetsko tržište. Problemi u njenom opstanku na svjetskom tržištu nižu se od sredine prošlog stoljeća, ponajviše nakon utvrđene prisutnosti praživotinja *B. ostreae* i *M. refrigens*. Za razliku od ostataka svijeta u Hrvatskoj nije zabilježena značajna prisutnost ovih parazita pa su velikom opadanju brojnosti mlađi duž Jadrana pogodovali razni oblici antropogenog utjecaja.

Za osiguravanje veće proizvodnje školjkaša u Republici Hrvatskoj i šire neizmjerljivo važnu ulogu ima količina raspoložive mlađi, koja uglavnom ovisi o izlovu iz prirodne sredine, a čija dostupnost u prirodi konstantno opada.

Do danas su uzgojne tehnologije omogućile umjetno mriještenje školjkaša, a jedna od vrsta vrsta čija se tehnologija umjetnog mrijesta tek nedavno razvila jest *O. edulis*. Primjena umjetnog mriještenja *O. edulis* doprinijela bi rastu njenih populacija uz kvalitetne i kontrolirane matične kulture koje zadovoljavaju tržišne potrebe. Proces umjetnog mriještenja odvija se u posebnim objektima koji moraju zadovoljavati propisane zakonske regulative, a predviđene su za uzgoj svih životnih stadija.

Uz pomoć europskih fondova i uključivanja hrvatskih uzgajivača u europske i svjetske okvire, možda bi se uskoro moglo izgraditi komercijalno mrijestilište u Hrvatskoj, koje bi se bavilo uzgojem kvalitetnih matičnih jedinki, uzgojem ličinaka i proizvodnjom dovoljnog broja mlađi koji bi bio dostatan za uzgajivače u Republici Hrvatskoj.

## 6. LITERATURA

1. ACARLI, S. i LOK, A. (2009.) Larvae Development Stages of the European Flat Oyster (*Ostrea edulis*). *The Israeli Journal of Aquaculture – Bamidgeh*. 61 (2): 114–120.
2. Agroklub (2021.) Godina dobra za uzgoj malostonske kamenice, no kakva će biti turistička sezona? Dostupno na: <https://www.agroklub.com/ribarstvo/godina-dobra-za-uzgoj-malostonske-kamenice-no-kakva-ce-bit-turisticka-sezona/66980/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
3. BARIŠIĆ, J. (2015.) Varijacija masnokiselinskog sastava lipidnih frakcija i antioksidativni status europske plosnate kamenice (*Ostrea edulis L.*) tijekom godine. Doktorski rad, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Dubrovniku, Institut Ruđer Bošković.
4. BASIOLI, J. (1981.) Uzgoj školjkaša na istočnoj obali Jadranskog mora s posebnim osvrtom na Malostonski zaljev. Zbornik radova savjetovanja i Malostonski zaljev prirodna podloga i društveno valoriziranje, JAZU, Znanstveni savjet za zaštitu prirode. Dubrovnik, str. 268–328.
5. BRATOŠ CETINIĆ, A. i BOLOTIN, J. (2016.) Uzgoj školjkaša u Malostonskom zaljevu. *More hrvatsko blago*. Word Press, str. 891–894. Dostupno na: <https://morehrvatskobлаго.files.wordpress.com/2016/03/71-a-bratoscc8c-cetinicc81.pdf> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
6. BRATOŠ, A., GLAMUZINA, B., BENOVIĆ, A. (2004.) Hrvatsko školjkarstvo – prednosti i ograničenja. *Naše more*. 51 (1–2): 59–62.
7. BRATOŠ, A., PEHARDA, M. i CRNČEVIĆ, M. (2003.) Bolesti školjkaša. *Naše more*. 50 (1–2): 72–76.
8. Centaurus (2020.) Kamenica. Dostupno na: <https://www.centaurus.hr/kamenica/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
9. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2020.) Ribarstvo u 2020. Dostupno na: <https://podaci.dzs.hr/2021/hr/10160> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
10. Dubrovniknet.hr (2020.) Školjkarica Marija Radić – ovo je posao iz snova. Dostupno na: <https://www.dubrovniknet.hr/skoljkarica-marija-radic-ovo-je-posao-iz-snova/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]



11. Ekone oyster Co. (n. d.) Bottom Culture. Dostupno na: <https://ekoneoyster.com/bottom-culture/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
12. Europska komisija (2018.) Smjernice Akvakultura i Natura 2000. Održiva akvakultura u kontekstu ekološke mreže Natura 2000. Luxembourg: Ured za publikacije Europske unije, 89 pp. Dostupno na: [https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/guidance\\_on\\_aquaculture\\_and\\_natura\\_2000\\_hr.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/pdf/guidance_on_aquaculture_and_natura_2000_hr.pdf) [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
13. Europska komisija (n. d.) *Ostrea edulis*. Dostupno na: [https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species\\_hr?sn=26008](https://fish-commercial-names.ec.europa.eu/fish-names/species_hr?sn=26008). [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
14. EZGETA-BALIĆ, D. et al. (2019.) Distribution of non-native Pacific oyster *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) along the eastern Adriatic coast. *Acta adriatica*. 60 (2): 137–146.
15. FAO (2004.) Hatchery culture of bivalves. A practical manual, Fisheries Technical Paper 471, Rim, Italija, 177 pp.
16. FAO (2016.) The State of World Fisheries and Aquaculture, Rim, Italija. 200 pp.
17. GAVRILOVIĆ, A. i PETRINEC, Z. (2003.) Proizvodnja i tehnologija uzgoja kamenica *O. edulis* u Malostonskom zaljevu – perspektive razvoja. *Veterinarska stanica: znanstveno-stručni veterinarski časopis*. 34 (1): 5–11.
18. GAVRILOVIĆ, A. et al. (2021.) *Dizajn i menadžment mrijestilišta školjkaša*. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet prirodnih znanosti u Puli.
19. GAVRILOVIĆ, A., JUG-DUJAKOVIĆ, J. i LJUBIČIĆ, A. (2010) The effect of temperature on the growth, development and survival of larval and post larval stages of the European flat oyster, *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758). Sažetak. Zbornik radova 45. hrvatskog i 5. međunarodnog kongresa agronoma, Pospišil, Milan (ur.), Opatija.
20. GOSLING, E. (2003.) *Bivalve molluscs: biology, ecology and culture*. Fishing News Books, Blackwell Science.
21. GOSLING, E. (Ed.) (2003.) *Bivalve Molluscs*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
22. HABDIJA, I. et al. (2004.) *Protista - Protozoa i Metazoa – Invertebrata, Funcionalna građa i praktikum*. Samobor: Meridijani.
23. HUTCHINSON, S. i HAWKINS, L. E. (1992.) „Quantification of the physiological responses of the european flat oyster *Ostrea edulis* L. to temperature and salinity“. *Journal of molluscan studies*. Vol 58 (2): 215–226.

24. JAZIRI, H. (1985.) Biogeographie et polymorphisme enzymatique chez l'huitre plate *Ostrea edulis* L. 1758. Memoire de DEA, Université Montpellier.
25. JUG-DUJAKOVIĆ et al. (2010.) Dizajn efikasnog depuracijskog sustava sukladan potrebama hrvatskog školjkarstva. Sažetak. Zbornik radova 45. hrvatskog i 5. međunarodnog kongresa agronoma, Pospišil, Milan (ur.), Opatija.
26. JUG-DUJAKOVIĆ, J. i GAVRILOVIĆ, A. (2014.) Case study „Malostonska kamenica“. Croatia smart specialization strategy – WORLD BANK INPUTS. 64 pp.
27. KATAVIĆ, I. (2004.) Strateške smjernice za razvitak hrvatske marikulture. *Naše more*. 51 (1–2): 6–11.
28. KORRINGA, P. (1976.) Farming the flat oysters of the genus *Ostrea*—a multidisciplinary treatise. *Developments in aquaculture and fisheries science*. Vol. 3. Amsterdam: Elsevier.
29. MARČELJA, E., BIGUNAC, B. i GLAMUZINA, B. (2004.) Hrvatsko i europsko tržište kamenica. *Naše more*. 51 (1–2): 63–68.
30. Market Watch (2022.) Oyster Farming Market Size in 2022. Dostupno na: <https://www.marketwatch.com/press-release/oyster-farming-market-size-in-2022-top-countries-data-future-growth-global-forecast-to-2027-by-trends-product-type-leading-key-players-109-report-pages-2022-07-13> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
31. MILIN, T. (2021.) Zastupljenost školjaka u prehrani u Republici Hrvatskoj. Diplomski rad. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Fakultet zdravstvenih studija.
32. MILIN, T. i JOVANOVIĆ, Ž. (2022.) Znanje, stavovi, navike i zastupljenost školjaka u prehrani u Republici Hrvatskoj. *Medica Jadertina*. 52 (1): 57–58.
33. Ministarstvo poljoprivrede (2020.) Akvakultura. Dostupno na: <https://ribarstvo.mps.hr/default.aspx?id=14> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
34. Ministarstvo poljoprivrede (2020 a) Malostonska kamenica postala 28. hrvatski proizvod zaštićenog naziva u Europskoj uniji. Dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/vijesti/malostonska-kamenica-postala-28-hrvatski-proizvod-zasticenog-naziva-u-europskoj-uniji/4201> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
35. Ministarstvo poljoprivrede (2021.) Nacionalni plan razvoja akvakulture za razdoblje 2021 – 2027. Dostupno na: <https://ribarstvo.mps.hr/UserDocsImages/akvakultura/NPRA/NPRA%202021-2027->

- [programska%20polazi%C5%A1ta%20i%20ciljevi\\_lipanj\\_2021.pdf](#) [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
36. NOAA Fisheries (2022.) Eastern Oyster. Dostupno na: <https://www.fisheries.noaa.gov/species/eastern-oyster> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
  37. ORAIĆ, D. et al. (2021.) *Bonamia exitiosa* in European Flat Oyster (*Ostrea edulis*) on the Croatian Adriatic Coast from 2016 to 2020. *Journal of Marine Science and Engineering*. 9 (9), 929.
  38. Penn Cove Shellfish (n. d.) Oyster farmin overview. Dostupno na: <http://www.penncoveshellfish.com/oyster-farming-1> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
  39. PIPER, R. G. (1982.) Fish hatchery management (No. 2175). US Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
  40. POUTIERS, J.M. (1987.) Bivalves (*Acephales*, *Lamellibranches*, *Pelecypodes*). *Mediterranee et Noir Mer*. Rome, FAO, Vol. 1: 370–389.
  41. RANSON, G. (1967.) Les espèces d'huîtres vivant actuellement dans le monde, définies par leurs coquilles larvaires ou prodissoconques - Etude des collections de quelques-uns des grands musées d'histoire naturelle. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*. Vol. 31 (3): 205–274.
  42. RAZIĆ, M. (2017.) Mikroorganizmi u školjkašima kao potencijalna opasnost za zdravlje ljudi. Završni rad. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet.
  43. Riba Hrvatske (n. d.) Kamenice. Operativni program za pomorstvo i ribarstvo. Dostupno na: <https://www.ribahrvatske.hr/kamenice/> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
  44. Sarasota County Wateratlas (n. d.) Oyster Life Cycle. Dostupno na: <https://www.sarasota.wateratlas.usf.edu/oysters/?section=Oyster%20Life%20Cycle> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
  45. SPENCER, B.E. (2002.) *Molluscan Shellfish Farming*. Oxford: Fishing News Books, Blackwell Publishing.
  46. SUDULIĆ, I. (2018.) Postupak depuracije školjkaša. Završni rad. Pula: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli.
  47. SWIFT, D. R. (1993.) *Aquaculture Training Manual*. Oxford: Fishing News Book.
  48. ŠIMUNOVIĆ, A. (2004.) Malostonski zaljev – Biser Jadrana, *Naše more*, 51 (1–2): 12–16.

49. TOMŠIĆ, S., LOVRIĆ, J. (2004) Povijesni pregled uzgoja kamenica u Malostonskom zaljevu. *Naše more*, 51(1–2): 17–19.
50. VILIČIĆ, D. (2017.) Zaštita uzgajališta kamenica od antropogenog utjecaja u Malostonskog zaljevu. *Hrvatske vode*. 25 (99): 59–64.
51. Vlada Republike Hrvatske (2015.) Odluka o izmjenama i dopunama odluke o koncesiji u svrhu gospodarskog korištenja pomorskog dobra radi obavljanja djelatnosti uzgoja školjaka i bijele morske ribe u Lirskom zaljevu. Dostupno na: <https://vlada.gov.hr/UserDocsImages/2016/Sjednice/2015/258%20sjednica%20Vlade/258%20-%209.pdf> [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
52. WALNE, P.R. (1974.) *Culture of Bivalve Molluscs: 50 years' experience at Conwy*. Oxford: Fishing News Books.
53. WAUGH, G. D. (1972.) Settlement of *Ostrea edulis* (L.), in relation to the cultivation of oyster grounds. *Fish. Invest.* 2 (21): 1–46.
54. World Register of Marine Species (n. d.) Dostupno na: [www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org) [Pristupljeno: 26. kolovoza 2022.]
55. YONGE, C.M. (1960.) *Oysters*. London: Collins.

## 7. SAŽETAK

Kamenice pripadaju redu mekušaca i razredu školjkaša. Uz dagnje, kamenice su jedan od najpoznatijih školjkaša koji se koriste za prehranu. U Republici Hrvatskoj uzgaja se europska plosnata kamenica *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758). U svijetu prednjači uzgoj pacifičke kamenice *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) koja je otpornija na bolesti, ali ima meso slabije kvalitete nego *O. edulis*. Vrsta *O. edulis* je 1960-ih i 1970-ih godina decimirana zbog infekcije protozoarnim nametnicima *Bonamia ostrea* i *Marteilia refringens*, a u Hrvatskoj je ostao pošteđen Malostonski zaljev u Dubrovačko-neretvanskoj županiji. Cilj rada jest prikazati tehnologije koje se koriste u uzgoju kamenica, uz poseban osvrt na ulogu mrjestilišta, kao umjetnih načina osiguranja dovoljne količine mlađi kamenica. Tehnologije umjetnog mriještenja odnose se na kamenicu *O. edulis*, kao jedinu vrstu koja se uzgaja u Hrvatskoj. Plan Republike Hrvatske jest povećati godišnju proizvodnju školjkaša s 2.500 tona na 20.000 tona. Pri tome ulogu igraju nove tehnologije koje se primjenjuju u umjetnim mrjestilištima. U Republici Hrvatskoj ne postoje komercijalna mrjestilišta, ali u radu su prikazane metode koje se mogu koristiti i u prirodnom uzgoju ove vrijedne jedinke.

Ključne riječi: europska plosnata kamenica, *Ostrea edulis*, mrjestilište, uzgoj kamenica, tehnologije uzgoja kamenica

## 8. ABSTRACT

Oysters belong to the order of molluscs and the class of bivalves. Next to mussels, oysters are one of the most famous bivalves used for nutrition. The European flat oyster *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758) is bred in the Republic of Croatia. The pacific oyster *Magallana gigas* (Thunberg, 1793) is at the forefront of the world, which is more resistant to disease but has lower quality meat than *O. edulis*. The species of *O. edulis* was decimated in the 1960s and 1970s due to infection with protozoan pests *Bonamia ostrea* and *Marteilia refringens*, and in Croatia the Bay of Mali Ston in Dubrovnik-Neretva County remained spared. The aim of the paper is to present the technologies used in oyster breeding, with special reference to the role of spawning grounds, as artificial ways of ensuring a sufficient amount of oyster spat. Artificial spawning technologies refer to oyster *O. edulis*, as the only species grown in Croatia. The plan of the Republic of Croatia is to increase the annual production of bivalvia from 2,500 tons to 20,000 tons. In doing so, new technologies that are applied in artificial hatcheries play a role. There are no commercial hatcheries in the Republic of Croatia, but the paper presents methods that can be used in the natural cultivation of this valuable individual.

Keywords: European flat oyster, *Ostrea edulis*, oyster hatchery, oyster farming, oyster farming technologies

## 9. POPIS SLIKA I TABLICA

### Popis slika

—

Slika 1. Geografska rasprostranjenost europske kamenice <i>Ostrea edulis</i> u Europi .....	4
Slika 2. Vanjski i unutrašnji dio ljuštura europske plosnate kamenice, <i>Ostrea edulis</i> Linnaeus, 1758.....	5
Slika 3. Osnovni dijelovi europske plosnate kamenice, <i>O. edulis</i> .....	6
Slika 4. Uzgoj na morskome dnu ili pridneni uzgoj.....	11
Slika 5. a) Plutajući parkovi. b) stabilni parkovi .....	12
Slika 6. Uzgoj kamenica metodom iznad dna.....	12
Slika 7. Vrste kolektora za prihvat mladi.....	13
Slika 8. Tlocrt generičkog mrijestilišta školjkaša .....	16
Slika 9. a) Bazen za kondicioniranje kamenice <i>Ostrea edulis</i> . b) Sito za prikup ličinki na odvodu morske vode.....	19
Slika 10. Upwelling sustav za uzgoj mladi.....	23

### Popis tablica

Tablica 1. Energetska i nutritivna vrijednost na 100 g kamenice <i>Ostrea edulis</i> .	3
Tablica 2. Proizvodnja u marikulturi od 2014. do 2019. godine	9
Tablica 3. SWOT analiza marikulture – školjkaši.	10