

# "Uzgoj češljača"

---

**Jurinović, Jure**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:155:588750>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-12-26**



**SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU**  
UNIVERSITY OF DUBROVNIK

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Dubrovnik](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
ODJEL ZA AKVAKULTURU  
PREDDIPLOMSKI STUDIJ AKVAKULTURA

Jure Jurinović

**UZGOJ ČEŠLJAČA**

ZAVRŠNI RAD

Dubrovnik, rujan 2018.

SVEUČILIŠTE U DUBROVNIKU  
ODJEL ZA AKVAKULTURU  
PREDDIPLOMSKI STUDIJ AKVAKULTURA

Jure Jurinović

**UZGOJ ČEŠLJAČA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

doc.dr.sc. Ana Bratoš Cetinić

Dubrovnik, rujan 2018.

Ovaj završni rad izrađen je pod stručnim vodstvom doc. dr. sc. Ane Bratoš Cetinić u sklopu preddiplomskog studija Akvakultura na Odjelu za akvakulturu Sveučilišta u Dubrovniku.

## SAŽETAK

### Uzgoj češljača

Porodica Pectinidae broji oko 350 vrsta. Na svjetskoj razini uzgaja ih se tek 30 – ak. U Hrvatskoj vrste *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758), *Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758) i *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758) potencijalni su kandidati za uzgoj. Češljače uglavnom žive djelomično ukopane u sediment iako postoje vrste koje se bisusom pričvršćuju za supstrat. Sve vrste karakterizira snažan mišić zatvarač koji im omogućava djelomičnu pokretljivost i bijeg od predatora. Većina vrsta protoandrični su hermafroditi. Induciranje mriješćenja provodi se postupnim podizanjem temperature vode uz dodavanje mikroalga. Ličinački stadiji i njihovo preživljavanje ključni su daljnji uzgoj. Bitna biološka ograničenja koja znatno mogu reducirati uspješnost uzgoja su predatori, obraštaj, štetne alge, bolesti i paraziti. Na sve od navedenih čimbenika mora se djelovati pravovremeno jer o tome ovisi uspješnost uzgoja.

**Ključne riječi:** pectinidae, uzgoj, mriješćenje, mlađ, obraštaj, predatori, štetne alge

## **ABSTRACT**

### **Scallop farming**

Pectinidae family consists of approx. 350 species, but only about 30 species are farmed on global scale. In Croatia, species like *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758), *Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758) and *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758) are potential candidates for farming. Scallops mostly live partially buried in sediment, although there are species that are attached to substrate with byssus. All species have strong adductor muscle that can be used for escape. Most of the species are protoandric hermaphrodites. Spawning is induced by slowly raising water temperature and adding microalgae. Larval stages and their survival rate are key factors for rearing. Important biological constraints are predators, biofouling, harmful algae, diseases and parasites. All of the constraints have to be taken care of as soon as possible since farming success depends on that.

**Key words:** pectinidae, rearing, spawning, spat, bio fouling, predators, harmful algae

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
1.1 Biološke značajke češljača .....	1
2. UZGOJ U HRVATSKOJ.....	7
3.1 Pokušaj uzgoja jakovljeve kapice <i>Pecten jacobaeus</i> (Linnaeus, 1758).....	7
3.2 Pokušaj uzgoja male kapice <i>Mimachlamys varia</i> (Linnaeus, 1758).....	8
3. UZGOJ ČEŠLJAČA U SVIJETU .....	10
3.1 Prikupljanje mlađi češljača .....	10
3.2 Metode prikupljanja mlađi.....	10
3.3 Kondicioniranje matičnih stokova .....	12
3.4 Indukcija mriješćenja vrste <i>P. maximus</i> .....	12
3.5 Uzgoj ličinaka .....	13
6.1 Proizvodnja kvalitetne mlađi .....	14
3.6 Transport mlađi .....	15
3.7 Završni uzgoj na visećim parkovima .....	15
3.8 Odabir lokacije za uzgoj.....	17
3.9 Rast i preživljavanje .....	18
4. REPOPULACIJA U PRIRODI I UZGOJU .....	20
4.1 Strategije poribljavanja.....	21
4.2 Kontrola predatora .....	21
4.3 Metode izlova .....	22
5. BIOLOŠKA OGRANIČENJA U UZGOJU ČEŠLJAČA .....	23
5.1 Obraštaj.....	23
5.2 Štetne alge.....	24
6. ZAKLJUČAK .....	26
7. LITERATURA .....	27

## 1. UVOD

Među brojnijim skupinama školjkaša (razred Bivalvia) je porodica češljača (Pectinidae, Rafinesque, 1815) prema Svjetskom registru morskih vrsta opisano je 1538 vrsta iz 147 rodova (WORMS, 2018), od kojih se uzgaja tek 30-ak. Zbog svoje visoke tržišne vrijednosti, često su prekomjerno izlovljavane, dok su neka staništa potpuno uništena uporabom dredža. Rezultat takvog gospodarenja pored prekomjernog izlova i devastacije je konstantna količina ulova, bez obzira na povećan napor. Zbog toga, veliki broj zemalja okreće se k uzgoju češljača, tako da je 1999. godine čak 63% od ukupne količine češljača iz uzgoja. U uzgoju prednjači Japan, s vrstama *Patinopecten yessoensis* (Jay, 1857) i *Placopecten magellanicus* (Gmelin, 1791) koje su ujedno i najviše iskorištavane komercijalno, a prate ga Sjedinjene Američke Države, Peru i Kanada (Shumway i Parsons, 2016).

U Hrvatskoj, zabilježene su vrste *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758), *Aequipecten opercularis* (Linnaeus, 1758), *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758), *Manupecten pesfelis* (Linnaeus, 1758) te vrste roda *Flexopecten* (Sacco, 1897). Najčešće se konzumira jakovljeva kapica, *P. jacobaeus* ali i ostale vrste iz ove porodice smatraju se gastronomski kvalitetnom namirnicom. Za sada, eksperimentalno su se uzgajale samo jakovljeva kapica *P. jacobaeus* i mala kapica *M. varia* dok na komercijalno zanimljivoj vrsti *A. opercularis* tek treba započeti istraživanja o parametrima za uzgoj (Antolović i Antolović, 2012).

Svrha i ciljevi ovog rada su upoznavanje s biologijom češljača i metodama uzgoja.

### 1.1 Biološke značajke češljača

Češljače su izrazito raznolika porodica školjkaša, biološki i morfološki. Većina vrsta zabilježena je u sublitoralnom području, pjeskovitim uvalama i područjima prekrivenima morskim cvjetnicama. Manji broj vrsta pronađen je u dubljim vodama, na dubinama i do 8100 m (Kamenev, 2018). Većina vrsta je karakterističnog oblika koji može varirati. Vrste su jako dobro opisane ali njihova pripadnost podporodicama i rodovima često je dvojbena jer se temelji na morfologiji odraslih jedinki (Shumway i Parsons, 2016).



Češljače Pectinidae (Rafinesque, 1815) su životinje koje pripadaju koljenu mekušaca Mollusca, razredu školjkaša Bivalvia (Linnaeus, 1758), podrazredu Pteriomorphia (Beurlen, 1944), redu Ostreoida (WORMS, 2018)

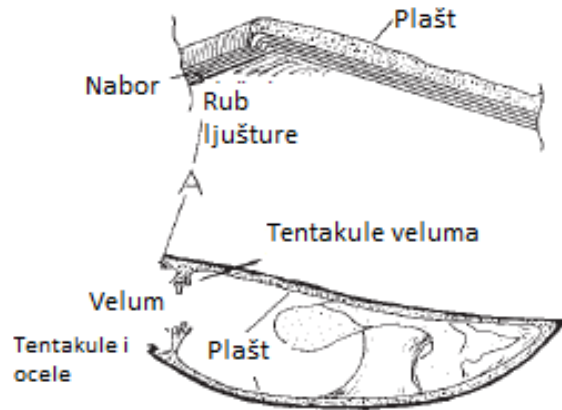
Osim širokog raspona dubina, češljače naseljavaju i različite tipove morskog dna. Dostupnost hrane od ključne je važnosti za pravilan razvoj. Na dno se poziciraju ukopavanjem koje izvode naglim izbacivanjem vode iz plaštane šupljine. Nakon ukopavanja u sediment, često su prekrivene pijeskom koji služi za kamuflažu te sprječava nastanak obraštaja na ljušturi. Vrste koje se ne ukopavaju u sediment nerijetko imaju pokrov od algi na ljušturama ili su pričvršćene bisusom za podlogu (Hardy, 2007).

Filtratorni su organizmi koji konzumiraju fitoplankton i detritus. Važan udio u prehrani čine i bentoske alge. Za vrijeme mriješćenja, jajašca češljača sačinjavaju velik udio želučanog sadržaja. Istraživanja pokazuju da češljače imaju mogućnost razvrstavanja hrane i odbacivanja čestica s niskom nutritivnom vrijednošću iako pri visokim koncentracijama hrane, apsorbcija pada za do 20% (Hardy, 2007)

Ljuštura Pectinidae građena je od vapnenog sloja. Dva dijela ljušture spojena su ligamentom koji je elastičan u vlažnom ili krhak na suhom. Uglavnom su simetrične ali mogu biti i asimetrične. Oko najstarijeg, šiljatog dijela ljušture (umba), vidljive su linije prirasta. Plašt je zaslužan za proizvodnju ljušture. Rubovi plašta odvojeni su plaštanom pukotinom. Kod ličinaka, stopalo nastaje kao trbušni izvrat. U stopalu mnogobrojne žlijezde proizvode sluz koja se u dodiru s vodom skrutne i formira bisus. Veliki mišić zatvarač karakterizira ovu skupinu. Živčani sustav jednostavan je i simetričan; građen od cerebralnog, pleuralnog, pedalnog i visceralnog ganglija. Na osjetilnom rubu plašta jakovske kapice nalaze se ocele koje imaju funkciju primitivnog vida, građene od dvije retine. Oko usnog otvora nalaze se kožni nabor i usne krpice; mjesto gdje se hrana razvrstava a trepetljike obavljaju prijenos do usta. Nakon prolaska kroz jednjak, srednje crijevo, želudac i stražnji dio crijeva, probavljena hrana izlazi u obliku fecesa i pseudofecesa kroz izlazni otvor na plaštu. Velike škrge šire se kroz cijelu plaštanu šupljinu a služe za filtraciju hrane i disanje. Građene su od škržnih vlakana. Pomoću stijenki nefridija, odstranjuju se dušični ostaci. Produkti nefridija odvođeni se kroz nefridijalni otvor. Gonade sadržavaju spolne produkte i ženki i mužjaka, koje se izbacuju u vodeni stupac kroz kratke gonodukte (Matoničkin, 1998).

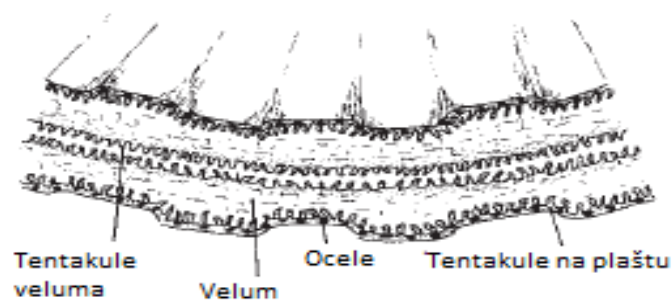
Ljuštura raste sekrecijom lamela s unutarnje strane, zbog čega se formiraju vanjski nabori na rubu (Slika 1). Sezonski prekid rasta ostavlja tragove u ljušturi koji se mogu

koristiti za determinaciju starosti školjkaša. Ipak, linije rasta ne smiju se zamijeniti linijama koje nastaju u slučaju stresa ( Hardy, 2007).



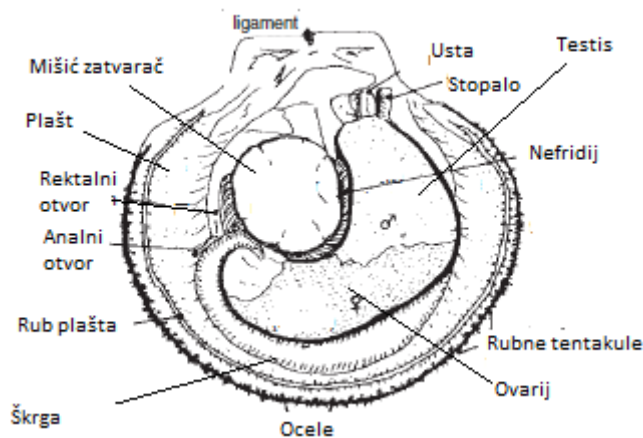
**Slika 1.** Rast ljuštura češljača (Izvor: Hardy,2007)

Više od 100 ocela smješteno je na rub plašta. U slučaju oštećenja mogu se regenerirati tijekom par mjeseci. Također, prisutni su redovi tentakula koji detektiraju dodir, okus i miris (Slika 2). Sekreti predatora podražavaju ove strukture što rezultira bijegom ili čvrstim zatvaranjem ljuštura (Hardy, 2007).



**Slika 2.** Rubni dio češljače (Izvor: Hardy, 2007)

Pretežito su hermafroditi pa proizvode jajašca i spermije. Tijekom razmnožavanja može doći do samooplodnje, ali uspješnost mriješćenja ovisi o oplodnji među različitim jedinkama. Gonade i ostali organi jasno su vidljivi na slici 3. Vremenski razmak između izbacivanja spermija i jajašaca varira ovisno o vrsti. Zrela jajašca moraju biti oplodena unutar sat vremena od izbacivanja. Razina hormona i vanjski faktori poput temperature, hrane i svjetla utječu na početak mriješćenja. Temperatura je usko povezana s rastom gonada, ali nužno ne znači da će niska temperatura ograničiti razmnožavanje. Stoga, temperaturu treba gledati kao jedan od ključnih faktora za kondicioniranje. Obnavljanje gonada nakon mriješćenja uvelike ovisi o količini fitoplanktona raspoloživog za prehranu. Iako rezultati variraju ovisno o vrsti, dokazano je da svjetlo utječe na razmnožavanje jer je porast zrelih jedinki zabilježen za vrijeme punog mjeseca. Sinkronizacija mriješćenja također ovisi o vrsti, ali većinom nakon što jedna jedinka otpusti gamete, druge jedinke reagiraju na stimulans i djeluju isto (Hardy, 2007).

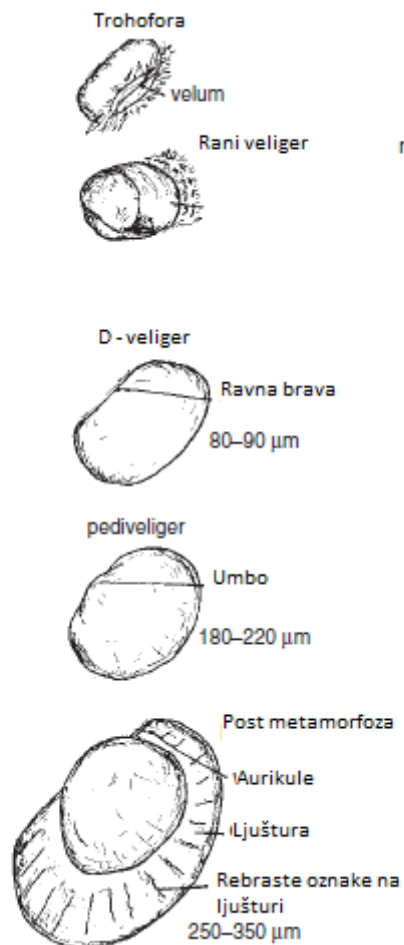


**Slika 3.** Unutarnja građa češljače (Izvor: Hardy,2007)

Uspješna oplodnja rezultirat će zigotom od koje se razvija ličinka. Prije naseljavanja na odgovarajuću podlogu, ličinke su dio planktona i za ovo vrijeme prolaze brojne stadije razvoja (Hardy, 2007).

Razlikuje se 5 ranih stadija razvoja ličinki češljača (Slika 4). Okvirno, 20 sati nakon oplodnje nastaje trohofora. Dan od nastanka trohofore nastupa rani veliger stadij ličinke. Tijekom ovog stadija velum postaje prekriven ljušturom. 50 sati od nastanka ranog

veligera razvija se D – veliger koji se hrani filtracijom, uzimajući iz vode lebdeći detritus bičaste i druge ličinke (Matoničkin, 1998). Oko tridesetog dana starosti nastaje pediveliger ličinka s vidljivim stopalom. Uz pomoć stopala ličinka može puzati kad ne pliva. Pomoću plašta ličinke luče lamele koje su osnova ljuštore. U zadnjem stadiju nestaju zubi brave i nastaju aurikule. Vrsta *P. maximus* bit će prepoznatljiva pri veličini od 350 mikrona (Hardy, 2007).



**Slika 4.** Rani razvojni stadiji česljače (Izvor: Hardy, 2007)

Za svaki ozbiljni uzgoj ili monitoring nužno je poznavati razvojne stadije i organe koji nastaju razvojem ličinku. Već spomenuti velum najkarakterističniji je organ na tijelu ranih razvojnih stadija. U početku je čvrst a daljnjim razvojem postaje fleksibilan i može se uvlačiti u ljušturu. Plašt se nalazi na gornjoj i donjoj strani unutar ljuštore i zaslužan je za rast ljuštore. Stadij trohofore nema funkcionalnih mišića, a mišićni razvoj započinje u veliger stadiju. Na

bazi veluma smještena su usta do kojih uz pomoć trepetljika dolazi hrana. Jednjak vodi od želudca koji također sadrži trepetljike. Iz jetre hrana dolazi do tankog crijeva koje vodi do anusa. Na osnovi stopala nalazi se velik broj trepetljika, bisusni kanal i bisusno udubljenje. Bisusna vlakna od velike su važnosti tijekom ranog razvoja. Identificirano je pet žlijezda koje proizvode bisusna vlakna u stopalu pediveliger ličinaka. Rani stadiji imaju škržne filamente prije formiranja škrge (Hardy, 2007).

Veličina jajašaca uvjetuje stopu preživljavanja ličinaka; veća jajašca rezultiraju većom stopom preživljavanja zbog veće količine dostupne hrane. Hranjenje započinje kad se velum i ljuštura razviju dovoljno za unos i probavu planktona. U tom stadiju ličinke mogu konzumirati alge veličine 6 mikrometara. Prije metamorfoze preko veluma mogu unositi aminokiseline, ali se to mijenja nakon razvoja škrge (Hardy, 2007).

Tijekom stadija trohofore, ličinke se kreću okrenute prema površini. Precizniji smjer i kretanje postižu se u veliger stadiju, sve do povlačenja veluma kad prestaju s plivanjem i padaju na dno. Na dnu provode određeni dio vremena a potom opet plivaju prema površini. Slanost, svijetlost i promjene tlaka utječu na pokretljivost. Pri malom rasponu slanosti plivanje je usporeno. Također, jedinke se intenzivnije kreću prema površini za vrijeme mraka. Nakon plivanja u vodenom stupcu, ličinke počinju tražiti povoljan supstrat za prihvat (Hardy, 2007).

Nakon metamorfoze, škrge se produljuju i postaju brojnije. Nakon jednog dana, organizmi su u potpunosti sposobni hraniti se filtriranjem. Promjene stopala dovode do promjena bisusa koji postaje ljepljiviji. Korištenjem adekvatnog supstrata proces metamorfoze može se ubrzati. Za metamorfozu karakterističan je i brz rast ljušture. Bisus se nakon nekog vremena odbaciva (pri veličini od 15mm kod *P. maximus*), iako ga vrste koje se ne ukopavaju mogu zadržati dugo vremena (Hardy, 2007).

## 2. UZGOJ U HRVATSKOJ

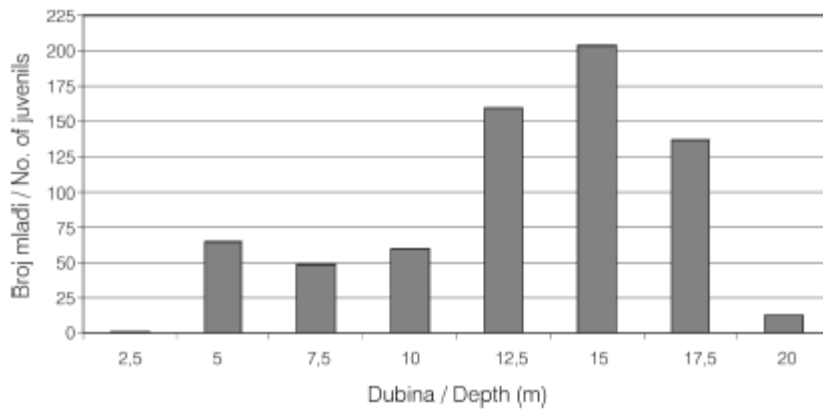
U Hrvatskoj, provedena su dva eksperimentalna uzgoja; uzgoj jakovljeve kapice *P. jacobaeus* i male kapice *M. varia* na području ušća Krke (Marguš i Teskeredžić, 2005). Ustanovljeno je da su obje vrste pogodne za uzgoj na ovom lokalitetu, uz zadovoljavajuću stopu preživljavanja. Nažalost, uzgoj ovih vrsta u Hrvatskoj do danas nije uspostavljen bez obzira na komercijalnu i gastronomsku vrijednost ovih dviju vrsta.

### 3.1 Pokušaj uzgoja jakovljeve kapice *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758)

Bogati nalazi jakovljeve kapice (*Pecten jacobaeus*) na ušću Krke potaknuli su lokalno stanovništvo na izlov. Nažalost, daljnja istraživanja ukazala su na nepogodnost lokaliteta za komercijalni izlov ovog školjkaša. Iz tog razloga, pokrenuta su nova istraživanja u svrhu uspostave kontroliranog uzgoja jakovljeve kapice (Marguš i Teskeredžić, 2005).

Provedenim eksperimentima utvrđeno je da na reproduktivni ciklus i gonadni indeks utječe promjena temperature i količina hrane. Zbog mriješćenja, gonadni indeks naglo pada u travnju i svibnju te ostaje nizak sve do studenog. Nizak gonadni indeks može biti rezultat povišenih ljetnih temperatura odnosno temperatura preko 20°C (Marguš i Teskeredžić, 2005).

Uspješan prihvat mlađi ostvaren je u periodu od ožujka do lipnja, s 45,9% jakovljevih kapica na kolektorima. Maksimum prihвата ostvarili su kolektori postavljeni 6 do 8m (Slika 3.) iznad dna. Zamuljenje kolektora uz dno smanjuje broj prihvaćene mlađi. Ličinke se prihvaćaju pri salinitetu od 20 ppt uz najbolje rezultate ostvarene pri vrijednostima od 30 ppt (Marguš i Teskeredžić, 2005).



**Slika 5.** Ukupni godišnji broj prihvaćene mladi jakovske kapice po dubinama od 2,5 m do 20 m u Uvali Šarina draga (Izvor: Marguš i Teskeredžić, 2005)

Mlađ je nasadena u piramidalne mreže dimenzije 35 x 35 cm s gustoćom od 20 školjkaša po mreži. Mreže su potom obješene na dubinu od 12 – 13 m. Broj školjkaša reduciran je na 15 nakon 4 mjeseca, a potom na 10 školjkaša po mreži nakon 7 mjeseci.

Intenzivan rast zabilježen je prve dvije godine. Prirast varira po mjesecima, s maksimumom u kolovozu a minimumom u prosincu. Srednja veličina od 83 mm ostvarena je za 18 mjeseci, što ukazu na pogodnost ušća Krke kao uzgojnog lokaliteta.

Pretpostavlja se da je mortalitet usko povezan s visokim temperaturama. Za vrijeme eksperimenta na ušću Krke iznosio je 33 %. Mortalitet u hladnijim mjesecima rezultat je neadekvatnog rukovanja. Uzrok mortaliteta u proljeće nije točno definiran ali pretpostavlja se da gornji sloj nižeg saliniteta nepoželjno utječe na organizme u vodenom stupcu (Marguš i Teskeredžić, 2005).

### 3.2 Pokušaj uzgoja male kapice *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758)

*M. varia* rasprostranjena je od Norveške prema Africi, u Mediteranu, Crvenom moru i Adenskom zaljevu (Poppe i Goto, 1993). Rijetko naraste preko 60 mm, a ljuštura može biti raznih boja. Organizmi žive bisusom pričvršćeni za supstrat. Guste populacije ovog školjkaša nalaze se jedino u zaklonjenim valama.

Ova vrsta uzastopni je protoandrični hermafrodit. Spol je odvojen a mogu ga promijeniti nakon mriješćenja. Spolna zrelost nastupa već pri 18 mm veličine. Oplodnja je vanjska i odvija se u vodenom stupcu. Faza cijepanja stanica kod ličinki brža je pri temperaturi od 20°C. Trajanje ličinačkog stadija je 22 dana na 18°C (Marguš i sur., 2005).

Istraživanjima je utvrđeno da postoje dva perioda mriješćenja godišnje; primarni maksimum u proljeće ( od ožujka do svibnja ) i sekundarni u jesen (Listopad). Gametogeneza započinje na temperaturi od 4 – 5°C, a razdoblje maksimalnog rasta povezano je s rastom temperature i najvećim razinama klorofil – a. Temperatura potrebna za mriješćenje je 15°C (Burnell, 1983). Pad indeksa kondicije uzrokovan je mriješćenjem (Marguš i sur., 2005).

Kolektori za prihvrat mladi izrađeni su od vreća za povrće (75 x 50 cm) ispunjenih PVC mrežom (600 x 50 cm), veličine oka 20 mm i promjera niti 0.5 mm. Kolektori su izvađeni nakon 3 mjeseca imerzije. Uspješan prihvrat ograničen je na razdoblje od srpnja do rujna, s maksimumom prihvata na 12,5m. Pretpostavlja se da je razlog slabog prihvata na manjim dubinama niža slanost i veće količine obraštaja. Dokazano je da se ličinke najintenzivnije prihvaćaju pri salinitetu iznad 30 ppt (Marguš i sur., 2005).

Prikupljena mladh nasadena je u piramidalne mreže (35 x 35 cm) pri gustoći od 50 školjkaša po mreži. Najbrži rast zabilježen je na dubini od 2,5 m dok je ljeti stopa rasta niža radi utroška energije u mriješćenje (Marguš i sur., 2005).

Ovisno o dubini, mortalitet varira od 25% do 57%. Pri manjim dubinama uzrok je niža slanost dok na većim dubinama do smrtnosti dolazi zbog neadekvatne manipulacije organizmima (Marguš i sur., 2005).



### 3. UZGOJ ČEŠLJAČA U SVIJETU

Prikupljanje ili proizvodnja mlađi osnova je svih akvakulturnih operacija. Potencijalna su dva izvora mlađi: mlađ prikupljena iz prirode ili proizvedena u mrijestilištu. Prva opcija pruža jeftin ali nepouzdan način, dok je druga tehnološki zahtjevnija i skupa ali pruža konstantne rezultate (Shumway i Parsons, 2016).

#### 3.1 Prikupljanje mlađi češljača

Prvi pokušaji prikupljanja mlađi obavljani su 1970. godine po uzoru na japanske modele. Slične tehnike uspostavljene su i za nadzor prihvata mlađi u prirodi. Korišteni su viseći kolektori s velikom površinom, kao npr. monofilamenti ili mrežice. U Irskoj i Velikoj Britaniji lokacije s redovitim prihvatom mlađi su identificirane i komercijalni program uspješno uspostavljen (Shumway i Parsons, 2016).

#### 3.2 Metode prikupljanja mlađi

Uspješnost prikupljanja ovisi o više faktora. Prvo, kolektor i materijal moraju biti pogodni i privlačni ličinkama češljača kako bi proces prihvata započeo. Drugo, ponašanje i fiziološki odgovor ličinki utječe na prikupljanje. Velik utjecaj ima i proizvodnja bisusnih vlakana koja omogućuju prihvata na kolektor. Raspored ličinki u vodenom stupcu ovisi i o termoklini, haloklini i piknoklini. U slučaju da je voda jednolično izmješana u vodenom stupcu, veliger ličinke jednolično su raspoređene do dubine 40m, dok u plićim zaljevima ličinke pronalazimo najčešće ispod halokline, termokline i piknokline (Shumway i Parsons, 2016).

Vrste bez jakog bisusa ili produljene faze prihvata bisusom dokazano se teško prikupljaju iz prirode, stoga se faze povezane s bisusom smatraju ključnima za prihvata *P. maximus* ima kratku i slabiju fazu prihvata naspram drugih vrsta, što pridonosi težem kolektiranju iz prirode. Drugi faktori koji utječu na sposobnost prihvata: vrhunac mriješćenja, vrijeme držanja kolektora pod vodom, obraštaj i stopa i stopa smrtnosti na kolektorima.

Izrazito važno je i definirati sezonu prihvata, odnosno njen vrhunac, kako bi se kolektori postavili pravovremeno i bili maksimalno učinkoviti. Potencijalni efekti predacije i kompeticije također mogu imati utjecaja na završni broj češljača na kolektorima (Shumway i Parsons, 2016).

Za prikupljanje često se koriste kolektori izrađeni od vreća s monofilamentom debljine oko 0.2 mm (slika 6), postavljeni uz dno ili odignuti od dna, ovisno o lokaciji. Bitno je naglasiti da kolektore treba zaštititi od loših vremenskih utjecaja jer jedinke zbog valova mogu otpasti s kolektora (Shumway i Parsons, 2016).



**Slika 6.** Prikaz kolektora za prikupljanje češljača

(Izvor: <http://danastravelingshellfishblog.blogspot.com/>)

Za uspješan uzgoj bilo koje vrste, nužno je poznavati reproduktivne procese. Zbog velikog pritiska na prirodne populacije, potrebno je pronaći održivo rješenje. Jedno od glavnih rješenja je i akvakultura, kroz koju se problem prevelike potražnje može riješiti uzgojem ili poboljšanjem prirodnih stokova (Shumway i Parsons, 2016)

### 3.3 Kondicioniranje matičnih stokova

Uvjeti za kondicioniranje češljača odavno su poznati. Dva ključna faktora potrebna za pravilnu gametogenezu su izloženost određenoj temperaturi, te količina i vrsta dodane hrane. U prirodnom okruženju, dubina također ima značajnu ulogu. Uz navedene faktore, na brzinu sazrijevanja spolnih stanica utječu pH, fotoperiod, mjesečeve mijene i sl. Iznimno bitno je naglasiti da uvjeti za kondicioniranje iste vrste potencijalno mogu varirati ovisno o geografskoj lokaciji stoka (Shumway i Parsons, 2016).

### 3.4 Indukcija mriješćenja vrste *P. maximus*

U prirodnom okruženju, vrsta *P. maximus* mrijesti se u širokom rasponu temperatura ( $< 8^{\circ}\text{C}$  do  $> 15^{\circ}\text{C}$ ). Kako bi se u mrijestilištu ostvarilo uspješno mriješćenje i dobile ličinke zadovoljavajuće kvalitete, matični stok se održava u sustavima s kontrolom temperature, hrane i svjetla. Sustavi su uglavnom protočni, s ili bez sloja pijeska na dnu tanka (Shumway i Parsons, 2016).

Matični stokovi u sedimentu kroz koji je ostvaren protok ostvaruju bolje rezultate i općenito imaju veću kvalitetu od onih u tankovima bez sedimenta. Kondicioniranje matičnih stokova u mrijestilištima najčešće se obavlja na temperaturama od  $12 - 15^{\circ}\text{C}$ , pri čemu se koristi mješavina algi za prihranu, uz fotoperiod od minimalno 8 sati svjetla (Shumway i Parsons, 2016).

Duljina kondicioniranja ovisi o godišnjem dobu i lokalitetu. Zato se neke populacije mrijeste na samom početku kondicioniranja, dok su pak druge populacije kondicionirane 3 – 8 tjedana prije mriješćenja. Neke se populacije nisu mrijestile bez obzira na uvjete kondicioniranja. Pretpostavlja se da je razlog tomu specifičnost stokova ovisno o lokalitetu s kojeg potječu (Shumway i Parsons, 2016).

U Norveškoj, taj problem je prepoznat odavno, te je donesen zakon koji lokacije za uzgoj dijeli na regije, a određena regija može biti opskrbljivana samo s mlađi češljača dobivene iz matičnog stoka te regije kako bi se spriječilo genetsko mješanje i prijenos bolesti (Anonymous, 2006).

### 3.5 Uzgoj ličinaka

Uzgoj ličinaka vrste *P. maximus* u početku se obavljao u cilindričnim tankovima s ispustom na dnu, uz dodavanje antibiotika kloramfenikola. Zabrana korištenja tog antibiotika 1994. dovela je do razvoja i upotrebe velikih protočnih sustava volumena 800 do 4000 litara, bez upotrebe antibiotika. Takav način uzgoja uvelike smanjuje količinu potrebnog rada, poboljšava kvalitetu vode i smanjuje potrebu za čestim rukovanjem ličinkama i dokazano može zamjeniti prijašnje metode uzgoja (Shumway i Parsons, 2016).

Daljnja poboljšanja u uzgoju ličinaka ovise o shvaćanju povezanosti između hrane, temperature, uzgojnog sustava i bakterija, iako do sad nije dokazano da bakterije imaju značajan utjecaj na mortalitet. Uspjeh također značajno varira kod dobivanja pediveliger ličinaka, bez jasno izražene veze između nasadne gustoće i količine hrane, iako nekolicina novih radova navodi da veća količina hrane od 12 algi po mililitru doprinosi većem mortalitetu kod vrste *P. maximus*. Zanimljiv podatak je da mrijestilišta u Francuskoj i Norveškoj ostvaruju najbolje rezultate u periodima kad se *P. maximus* mrijesti u prirodi. Istraživački fokus trebao bi biti stavljen na sazrijevanje oocita i tehnike za procjenu kvalitete jajašaca, uz dodatni razvoj protočnih sustava, optimiziranje nasadnih gustoća i sl. (Shumway i Parsons, 2016).

Tehnike uzgoja variraju ovisno o lokaciji uzgoja, vrsti i izvoru mlađi. Postličinke proizvedene u mrijestilištu moraju proći prvi stadij veličine od 1 do 5 mm, kao i drugi stadij od 15 do 30 mm. Postličinke prikupljene kolektorima prolaze samo drugi stadij. Za vrstu *P. maximus*, drugi stadij uzgoja obavezan je prije odabira opcije za daljnji uzgoj koji se nastavlja u mrijestilištu, kopnenim intenzivnim sustavima ili na visećim parkovima (Shumway i Parsons, 2016).

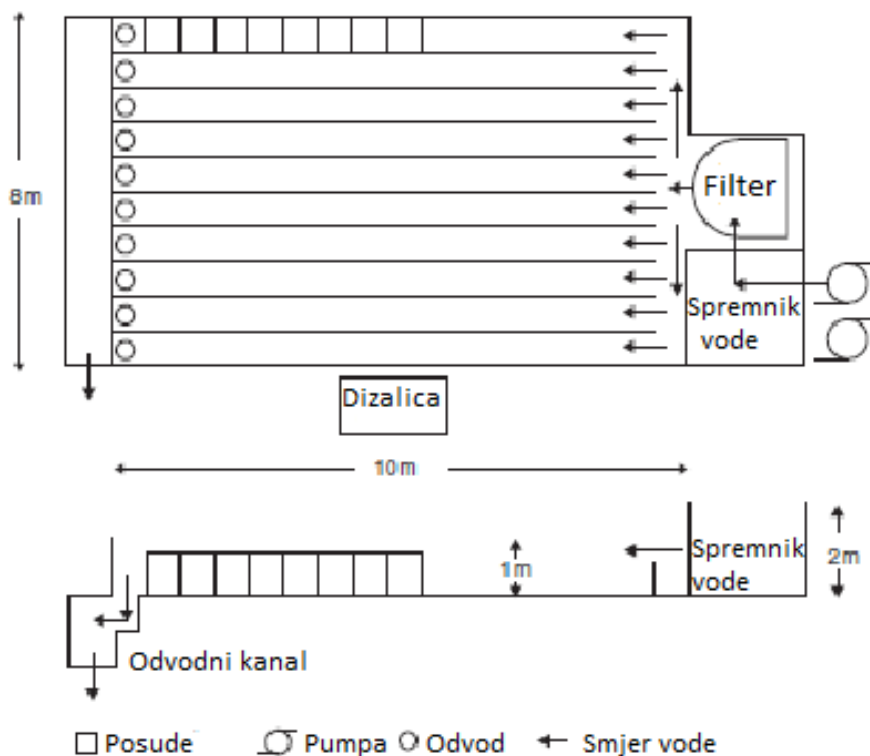
Češljače iz porodice Pectinidae uzgajane u visećim parkovima ili kavezima imaju tendenciju slabijeg rasta nakon postizanja određene veličine. Razlog tomu mogli bi biti nedostatak sedimenta, promjena okoliša, negativan utjecaj valova (Shumway i Parsons, 2016).

Razmotrena je i metoda u kojoj se u kojoj se organizmi pričvršćuju za konop kroz aurikule, kako bi se dodatno smanjio trošak materijala potrebnog za uzgoj. U praksi, organizmi se ne pričvršćuju za daljnji uzgoj na konopu ako su manji od 50mm. Studije upućuju da obraštaj može izazvati probleme kod takvog tipa uzgoja, kao i povećanu smrtnost

zbog naseljavanja vrste *Balanus sp.* (Da Costa, 1778). Zbog toga, preporuka je ne držati kulture u moru duže od dvije godine (Shumway i Parsons, 2016).

## 6.1 Proizvodnja kvalitetne mlađi

Kako bi se lakše premostio post ličinački razvoj i osigurala kvalitetna mlađ razvijeni su protočni bazenski sustavi na kopnu. Sastoje se od 10 protočnih bazena dimenzija 10 m \* 0.6 m \* 1 m (Slika 7 i 8). Morska voda filtrira se kroz filter propusnosti 100  $\mu\text{m}$  pumpa se u uzgajalište pri brzini od 6  $\text{m}^3/\text{min}$ . Uzgoj započinje s jedinkama veličine 1.5 mm a završava kad dosegnu 15 mm. Filtracijom se uspješno uklanja obraštaj i predatori, što rezultira stopom preživljavanja od 85%, dok u moru ta stopa varira od 36% do 84%. Takav uzgoj je skuplji ali bolja produktivnost u odnosu na druge sustave to opravdava te je trenutno najpouzdanija metoda za uzgoj postličinki *P. maximus* od 2 mm do 15 mm (Shumway i Parsons, 2016).



**Slika 7.** Shematski prikaz tlocrta i bokocrta protočnog sustava u rastilištu za češljače (Izvor: Magnesen i Christophersen, 2007)



**Slika 8.** Stvarni prikaz protočnog sustava u rastilištu za češljače (Izvor: Magnesen i Christophersen, 2007)

### 3.6 Transport mlađi

Mlađ češljača proizvedenu u mrijestilištu potrebno je transportirati na lokaciju za daljnji uzgoj, a stres povezan s takvom manipulacijom može povećati smrtnost. Prijevoz dulji od 12 h treba izbjegavati ako se radi o organizmima veličine 2 mm. U slučaju da prijevoz traje 18 h do 24 h, očekivana stopa smrtnosti je 10 – 30%, iako hlađenjem organizama možemo reducirati mortalitet. Pri temperaturama nižima od 10°C, stopa oporavka od stresa je visoka. Ako želimo osigurati stopu preživljavanja mlađi od 100%, vrijeme transporta na tim temperaturama ne smije preći 9 h. Odrasli organizmi bolje podnose dulje vrijeme transporta jer su otporniji na manipulaciju i nepovoljne uvjete (Shumway i Parsons, 2016).

### 3.7 Završni uzgoj na visećim parkovima

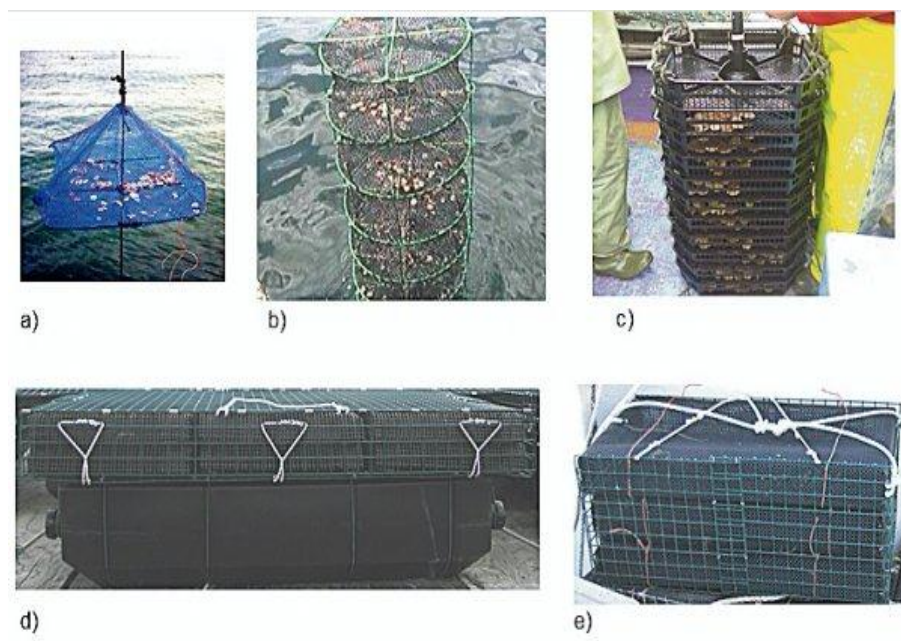
Završni uzgoj mlađi obavlja se najčešće japanskim metodama; na visećim parkovima ili pričvršćivanjem za konop kroz aurikule (Slika 9).

U Španjolskoj uzgoj se temelji na postavljanju organizama u plastične kaveze obješene na splav, dok Norvežani koriste kaveze složene jedan na drugi kako bi se olakšala manipulacija (Slika 10) (Shumway i Parsons, 2016).

Prebacivanje iz mrijestilišta obavlja se u rujnu i listopadu prvi veličini od 15m do 20 mm. Efektivna proizvodnja obavlja se koristeći kaveze ili meke mreže s 40 etaža u koje se može smjestiti do 1250 jedinki. Za čišćenje obraštaja koriste se snažni perači koji uspješno otklanjaju obraštaj bez oštećivanja mlađi, a dvoje ljudi na taj način može očistiti do 200 000 jedinki po danu (Shumway i Parsons, 2016).



**Slika 9.** Jedinke pričvršćene za užu kroz aurikule (Izvor: <https://www.aquaculturealliance.org>)



**Slika 10.** Različiti tipovi mreža i posuda za uzgoj češljača

(Izvor: <https://www.aquaculturenorthamerica.com>)

### 3.8 Odabir lokacije za uzgoj

Duž obale Norveške, rast vrste *P. maximus* povoljan je u plićim vodama od 5 do 15 m dok je u zimskom periodu stopa preživljavanja veća na dubinama višim od 15 m. Lokacije s temperaturom nižom od 2°C dovode do totalnog mortaliteta. Za prihvatljivu stopu preživljavanja potrebne su temperature iznad 4°C. Negativna iskustva u uzgoju mogu se izbjeći premještanjem kultura u dublje dijelove vodenog stupca, posebice tokom prve godine uzgoja (Shumway i Parsons, 2016)

Tolerancija na niži salinitet uvelike ovisi o temperaturi, a visok postotak smrtnosti nastupa pri salinitetu nižem od 26 ppt i temperaturi od 5°C. Preporuča se ne obavljati uzgoj na lokalitetima sa salinitetom 26 ppt ili niže. Stopa filtracije i ponašanje organizma uvelike se mijenja s padom temperature s 9°C na 5°C (Shumway i Parsons, 2016).

U Galiciji, rast vrste *A. opercularis* više ovisi o koncentraciji hrane (npr. klorofil – a) nego o temperaturi, iako visoke temperature (> 19 – 20°C) i nizak salinitet mogu imati negativan utjecaj na rast pa je preporuka da se uzgoj u plićim i toplijim dijelovima izbjegava (Shumway i Parsons, 2016).



Češljače u zaljevu u kojem su dodavana umjetna gnojiva imaju veći udio mekog tkiva, a veličina je konstantnija u usporedbi s uzgojem u zaljevu bez dodanih gnojiva. Češljače s područja s konstantno visokim udjelom nutrijenata i klorofila uz veću temperaturu iskazuju bolju stopu rasta i do 25% (Shumway i Parsons, 2016).

Pri izboru lokacije nužno je istražiti prirodne pojave koje se mogu dogoditi (npr. upwelling i pad temperature) i time negativno utjecati na rast češljača.

### 3.9 Rast i preživljavanje

Istraživanja provedena na postličinkama (5–14 mm) u visećim parkovima i na mlađi kondicioniranoj u zavorenim sustavima ukazuju da je rast reguliran temperaturom vode, više nego dostupnošću hrane. Pri porastu temperature, češljače konzumiraju više hrane, dok rast ovisi o maksimalnoj količini koja je iskoristiva za organizam (Shumway i Parsons, 2016).

Jedinke *P. maximus* koje borave na prostorima s malom količinom suspendiranih tvari imaju veliku sposobnost pročišćavanja, što može biti važan kriterij za odabir lokacije.

Prema podacima Louro i sur. (2007), predlaže se strategija proizvodnje mlađi (20 – 60 mm) u svrhu završnog uzgoja. Istraživan je utjecaj nasadne gustoće, obraštaja i učestalosti rukovanja (svakih 1, 2 i 3 mjeseca) na preživljavanje i rast češljača. Jedinke veličine 17 mm nasadene su u kolovozu pri gustoći od 24, 36 i 48 jedinki po četvrtini površine (17 – 34% pokrivena površina). U siječnju, organizmi veličine 35.5 mm ponovno su nasadeni pri gustoći od 6, 12, 18 i 24 jedinke po četvrtini površine. Preživljavanje nije bilo pod utjecajem nasadne gustoće i učestalosti rukovanja. Stopa preživljavanja u prvom uzgojnom razdoblju bila je 98%, dok je nakon ponovnog nasađivanja u drugom razdoblju ta vrijednost iznosila 93 – 97%. (Louro i sur., 2007).

Stopa rasta najviše je pod utjecajem nasadne gustoće, a manje pod utjecajem učestalosti rukovanja. Rast je usporen tokom zimskih mjeseci, a nasadna gustoća utjecala je na rast tokom cijele sezone. Mlađ uzgajana pri najmanjoj nasadnoj gustoći pokazuje najveću stopu rasta. Završna veličina kretala se od 55 – 67 mm. One jedinke kojima se manipuliralo svaki ili svaki drugi mjesec, bile su veće. Količina obraštaja povećavala se s porastom temperatura, a kavezi s najvećim brojem jedinki značajno su ga reducirali (Shumway i Parsons, 2016).

Zaključeno je da pri početku uzoja treba koristiti veće nasadne gustoće, ponovno nasađivati organizme pri manjoj gustoći u siječnju te čistiti ili mijenjati kaveze svaka 2 mjeseca (Louro i sur., 2007).

Vrsta *A. opercularis* nasadne veličine 22 mm uzgajana u kružnim posudama promjera 40cm doseže veličinu od 58mm u roku od 11 mjeseci. Veća nasadna gustoća do 100 jedinki po posudi preporuča se zbog malog utjecaja na stopu rasta. Uzgoj se odvija na 7 ili 12 m dubine zbog povoljnijih uvjeta (Shumway i Parsons, 2016).

Za završni uzgoj *P. maximus*, koristi se mlađ veličine 43 mm s nasadnom gustoćom od 16 jedinki po posudi. Organizmi se drže na dubini 20 – 25 m ( ukupna dubina 30 m), čime se postižu bolji rezultati povezani sa sedimentacijom i većim nanosima mulja uz dno. Veličinu od 10cm dosežu u 11 mjeseci (Shumway i Parsons, 2016).

Korištenjem „ear – hanging“ metode za uzgoj *P. maximus*, mlađ veličine 76 mm doseže komercijalnu veličinu za 12 – 15 mjeseci sa stopom smrtnosti manjom od 9 %.

#### 4. REPOPULACIJA U PRIRODI I UZGOJU

Prve inicijative povezane s uzgojem poduzete su u Francuskoj 1980. godine u zaljevu Brest. Motivirani japanskim uspjehom, program je pokrenut 1983. kako bi se kroz poboljšanje stokova oživjelo ribarstvo dredžama. Nažalost, program je propao i promijenio se u razvoj kroz poribljavanje. 1999. predstavljen je program poribljavanja i poboljšanja stokova *P. maximus* u zaljevu Brest (Dao i sur., 1999).

Početni eksperimenti provedeni od 1976. do 1983. pružili su osnovne informacije o metodama poribljavanja, sa stopom preživljavanja od 45% koristeći postlićinke iz različitih izvora. Tokom drugog perioda poribljavanja (200000 do 500000 postlićinki ) otkriveni su dodatni faktori ključni za poribljavanje, kao npr. veličina organizma za poribljavanje, stanište te kvaliteta vode (Dao i sur., 1999).

U trećem periodu, od 1991. do 1996. obavljen je izlov komercijalnom ribarskom flotom, a veći opseg istraživanja doveo je do novih zaključaka o mogućnostima ulova jedinki iz programa poribljavanja. Nakon 12 godina, ukinuto je financiranje programa i istraživanje. Neovisno o tomu, kasnija istraživanja ukazuju na obnovu ribarstva jer je više od 50% ulovljenih organizama akvakulturnog porijekla (Shumway i Parsons, 2016).

Daljnja poribljavanja obavljana su puštanjem mlađi veličine 30 mm proizvedene u mrjestilištu. Izlov se obavljao 2-3 godine nakon toga pri minimalno dozvoljenoj veličini od 105mm. Primjenjivane su dvije strategije: poribljavanje komercijalnih zona i poribljavanje rezervnih zona (Shumway i Parsons, 2016)

Kroz istraživanja, uočena je važnost kontrole invazivnih vrsta i okolišnih prijetnji (toksični fitoplankton i invazivna vrsta priljepka *Crepidula fornicata* (Linnaeus, 1758)) kako bi se postigla dugoročna održivost proizvodnje češljača. Bez obzira na potencijalno smanjenje genetičke raznolikosti, poribljavanje je najprihvatljivije rješenje za uzgoj češljača u Europi (Shumway i Parsons, 2016).

#### 4.1 Strategije poribljavanja

Stres ili oštećenja uzrokovana toksinima poput amonijaka mogu imati štetan utjecaj čak i pri malim koncentracijama te dugoročno utjecati na mortalitet čak i nakon poribljavanja. Eksperiment u kojem su jedinke *P. maximus* bile izložene različitim koncentracijama amonijaka rezultirao je sljedećim: pri izloženosti visokoj koncentraciji od 2556 (+/- 214 )  $\mu\text{mol/ L}$ , kroz 96 h dolazi do 100% mortaliteta. Čak i pri niskim koncentracijama od 386 ( +/- 47 )  $\mu\text{mol/ L}$ , stopa mortaliteta doseže 50% nakon 40 dana. Stoga, ovakvi dugoročni efekti izazvani niskim koncentracijama amonijaka moraju biti uzeti u obzir prilikom poribljavanja (Shumway i Parsons, 2016).

Kod poribljavanja u Norveškoj, predacija je također jedan od ključnih problema. Rak *Cancer pagurus* (Linnaeus, 1758) u velikom broju napada mlad korištenu za poribljavanje, što značajno usporava razvoj uzgoja na morskome dnu. Pokusna poribljavanja tokom jeseni privlačila su velik broj rakova na uzgojne lokacije, što je rezultiralo visokim mortalitetom jedinki veličine od 50 – 60 mm (Shumway i Parsons, 2016).

Istraživanjem predacije potvrđeno je da veličina jedinki utječe na smrtnost izazvanu zbog predacije rakova. Uočeno je da rakovi mogu konzumirati i veće primjere jer organizmi porijeklom iz akvakulture imaju ljuštore manje čvrstoće, što ih čini manje otpornima na predaciju. Zbog razlika u formiranju mikrostruktura unutar ljuštore kod uzgajanih organizama, potrebno je provesti dodatna istraživanja o procesima bio – mineralizacije (Shumway i Parsons, 2016).

#### 4.2 Kontrola predatora

Kontrola predatora jedan je od 3 ključna faktora za razvoj uzgoja vrste *P. maximus* na dnu. Predacija se može smanjiti na više načina; kao što je puštanje većih organizama kod poribljavanja, selekcija lokaliteta s manjom koncentracijom predatora, poribljavanje tokom perioda manje predatorske aktivnosti i sl. Svi navedeni postupci zahtjevaju saznanja o ekologiji područja za uzgoj (Shumway i Parsons, 2016).

Visok i neprihvatljiv nivo predatorske vrste raka *C. pagurus* potaknuo je industriju na razvoj pridnenih ograda kako bi se češljače osigurale te onemogućio utjecaj predatora.

Aluminijske ploče glatke površine postavljaju se uz pomoć betonskih blokova na visinu od 40cm. Mreža postavljena 50cm od mjesta ukopavanja ploča sprječava ukopavanje rakova i prolazak ispod barijere. Nakon prve godine, stopa preživljavanja iznosila je 89% na 18000 jedinki, postavljenih na ograđeno dno površine 0.2ha. U neograđenom području, stopa preživljavanja iznosila je manje od 5% (Shumway i Parsons, 2016).

Ograđeni prostor pod konstantnim je nadzorom, a predatorske vrste *C. pagurus* i *Asterias rubens* (Linneaus, 1758) uklanjaju se u slučaju prelaska barijere. Nakon 3 godine eksperimenta, stopa preživljavanja iznosila je 85% (Shumway i Parsons, 2016).

Kako bi se umanjili troškovi, testirane su plastične ograde sa nižom cijenom i mogućnošću lakšeg postavljanja naspram aluminijskih. Plastične ograde visine su 1m, opremljene plutačama, utezima i mrežom koja sprječava prolaz ispod ograde. Postavljene ograde nisu efektivne za uklanjanje zvjezdača pa su ovisno o nasadnoj gustoći i broju predatora mogući veliki gubitci koji uzgoj čine neisplativim. Bitno je stoga suzbiti predaciju zvjezdača na uzgojnoj lokaciji (Shumway i Parsons, 2016).

Na kraju, uzgoj češljača u ograđenim lokalitetima na dnu je obustavljen zbog slabog rasta, slabog izlova i lošeg povrata ulaganja. Unatoč tome, koncept pridnenog uzgoja proizvedene mlađi i prikupljenih organizama komercijalno se primjenjuje već niz godina.

#### 4.3 Metode izlova

U Francuskoj, češljače se izlovljavaju brodovima dok se u Norveškoj izlov obavlja profesionalnim ronjocima (Dao i sur.,1999). Po osobi i danu, tipična količina ulovljenih organizama kreće se od 200 kg do 300 kg (Shumway i Parsons, 2016).

Tokom devedesetih, testirana su i vozila na daljinsko upravljanje za izlov školjkaša. Najnovija istraživanja provedena su sa sličnim vozilima, uz pomoć kojih se može izloviti ~ 50kg školjkaša po satu. Ta količina pola je količine za ekonomsku isplativost takvog načina prikupljanja školjkaša, bez obzira na druge prednosti u odnosu na izlov ronjenjem (Shumway i Parsons, 2016).

## 5. BIOLOŠKA OGRANIČENJA U UZGOJU ČEŠLJAČA

### 5.1 Obraštaj

Obraštajni organizmi ne nakupljaju se samo na mrežama i kavezima za uzgoj, već se nakuplja i na samim uzgajanim organizmima. Obraštaj na organizmima i opremi za uzgoj izaziva dodatne troškove zbog potrebe za čišćenjem i manipulacijom, kako bi se osigurali optimalni uvjeti za rast i razvoj. Količina obraštaja povećava se s porastom temperature mora (Louro i sur., 2007). Visoke nasadne gustoće značajno smanjuju obraštaj, ali je smanjena i stopa rasta. Kroz obrasle kaveze smanjen je protok vode, ali unutrašnjost kaveza bogata je fitoplanktonom i detritusom. Obraštaj ne stvara nepovoljan okoliš već mehanički smeta ili je u kompeticiji s uzgajanim organizmima (Shumway i Parsons, 2016).

Kod primjene protuobraštajnih spojeva, uočena je visoka akumulacija bakra u mišiću zatvaraču, dok se nikal ne akumulira u značajnoj količini. Koristeći tretman bakrovim oksidom, postiže se bolji rast mlađi, ali na odrasle jedinke nema utjecaja. Pri upotrebi posuda od legure bakra i nikla dolazi do visokog mortaliteta i inhibicije rasta odraslih jedinki (Shumway i Parsons, 2016).

Kod pokusnih istraživanja na visećim kulturama, testiran je utjecaj ježinaca (*Echinus esculentus* (Linnaeus, 1758) i *Psammechinus miliaris* (P.L.S. Muller, 1771) i raka samca (*Pagurus spp.* (Linnaeus, 1758)) na obraštaj. Ježinci i rakovi postavljeni su u kavez pri različitim nasadnim gustoćama na period od 6 mjeseci. Ostvareni rezultati ukazuju da jedino prisutnost *P. miliaris* pozitivno djeluje na rast dok sve 3 vrste umanjuju količinu obraštaja na kavezu i organizmima (često i preko 50%). Ježinci su najefektivniji u uklanjanju hidroida i plaštenjaka. Ježinci se na ovaj način mogu komercijalno iskorištavati u polikulturi s češljačama te da se problem obraštaja može riješiti na efikasan i ekološki prihvatljiv način. Na sličan način češljače se mogu iskoristiti za uklanjanje ličinki riblje uši kraj farmi salmonida jer ih dokazano filtriraju i hrane se njima (Shumway i Parsons, 2016).

Kod uzgoja mlađi u protočnim sustavima primjena filtera od 100µm rezultira efikasnim uklanjanjem obraštaja i predatora uz osiguranje stabilne proizvodnje mlađi vrste *P. maximus* (Shumway i Parsons, 2016).

## 5.2 Štetne alge

Protetkih desetljeća komercijalno iskorištavanje resursa *P. maximus* u Europi našlo se na udaru zbog zaraženosti domoičnom kiselinom. Domoična kiselina je fiktotoksin koji se proizvodi pri razmnožavanju diatomeja roda *Pseudo nitzschia* (Frenguelli, 1939). S obzirom da domoična kiselina izaziva amnezijsko trovanje školjkašima, koncentracije toksina u školjkašima moraju se nadzirati. Akumulacija i produljeno zadržavanje domoične kiseline rezultiralo je zatvaranjem brojnih uzgajališta (Shumway i Parsons, 2016).

Zbog razlike u količini toksina među jedinkama, potrebno je zauzeti odgovarajući pristup monitoringu.

Prema provedenim studijama, alga *Gymnodinium catenatum* (H.W. Graham, 1943) zaslužna za paralitičko trovanje te *Pseudo nitzschia* spp. koja uzrokuje trovanje amnezijско trovanje ne predstavljaju direktnu prijetnju kulturama *P. maximus* ( 40mm do 100mm veličine ) (Shumway i Parsons, 2016).

Dinamika pročišćivanja izrazito je spora jer probavna žlijezda sama prerađuje oko 95% ukupne količine toksina. Povećana stopa pročišćivanja povezana je s temperaturom i salinitetom, dok količina hrane nema značajnu ulogu u procesu. Postavljanje školjkaša na veću dubinu ili dno može imati povoljan utjecaj na stopu pročišćivanja (Bogan i sur., 2006)

Ličinke *P. maximus* izložene domoičnoj kiselinu neprekidno je ugrađuju u organizam. Preživljavanje, pojava očne pjege i veličina znatno su ugrožene u takvim uvjetima. Smatra se da prisutnosti ovog toksina može narušiti prirodnu mogućnost novačenja *P. maximus*. Zato je potrebno zaštititi ličinke dobivene u mrijestilištu tokom toksičnih cvjetanja. Na mlađ veličine 1.23 mm domoična kiselina nema negativan utjecaj ali negativno djeluje na stopu rasta i preživljavanje ako se kondicionira hranom koja sadrži domoičnu kiselinu (Shumway i Parsons, 2016).

## 5.3 Bolesti i paraziti

Provedena su ograničena istraživanja bolesti i parazita na vrstama *P. maximus* i *A. opercularis* u Norveškoj i Velikoj Britaniji. Do nedavno ozbiljnije zarazne bolesti i paraziti

nisu pronađeni. Uzgoj mlađi *P. maximus* na kopnu u Norveškoj pretrpio je velike gubitke zbog naglog porasta broja mnogočetinaša *Polydora sp.* (Bosc, 1802). Nakon tog događaja 1997. uzgoj na tom lokalitetu je obustavljen. Dodatna istraživanja su potrebna kako bi se definirale potencijalne prijetnje organizmima ali i kako bi se spriječio prijenos invazivni vrsta (Shumway i Parsons, 2016).



## 6. ZAKLJUČAK

Organizmi iz skupine češljača dugo su godina prekomjerno izlovljavani zbog svoje visoke tržišne vrijednosti. Uništenje prirodnih populacija rezultat je takvog načina gospodarenja tim morskim resursom. Rješenje tog problema pokušava se pronaći u akvakulturi.

Prikupljanje mlađi ili proizvodnja u mrijestilištu početna je faza uzgoja a koja je nažalost još uvijek slabo istražena za neke vrste. Bitni parametri za uzgoj češljača su: temperatura, slanost, količina i vrsta hrane, pH i sl.

Metode uzgoja razlikuju se ovisno o lokalitetu pa se tako za uzgoj češljača koriste kavezi, konopi s pričvršćenim organizmima, uzgoj na dnu. Prilikom uzgoja važno je obratiti pažnju na biološke faktore koji ograničavaju proizvodnju. Kao glavni ograničavajući faktori mogu se izdvojiti predacija, obraštaj, štetne alge, bolesti i paraziti.

Svi navedeni faktori mogu znatno negativno utjecati na ključne parametre u uzgoju. Monitoring štetnih algi zahtjeva detaljan pristup jer cvjetanje takvih algi proizvodi toksine koji se akumuliraju u tkivima školjkaša. Konzumacija zaraženih školjkaša može uzrokovati smrt kod ljudi.

## 7. LITERATURA

- Anonymous, 2006. The Aquaculture Act. Act of 17 June 2005, no. 79 Relating To Aquaculture. Publ. No. L-0525 E. Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, Oslo.
- Antolović, M., Antolović, N. 2012: Biološke i ekološke karakteristike male kapice. *Ribarstvo*, 70, 2012, (1), 31-40.
- Burnell, G.M. 1983: Growth and reproduction of the scallop, *Chlamys varia* (L.), on the west coast of Ireland. Doktorska disertacija. Nation University of Ireland, Galway, Ireland. 295 str.
- Dao, J.C., Fleury, P.G., Barret, J., 1999. Scallop culture in Europe. In: Howell, B., Moksness, E., Svasand, T. (Eds.), Stock Enhancement and Sea Ranching. Fishing News Books. Blackwell Science Ltd, Oxford, pp. 423\_435.
- Hardy, D. 2006. Scallop farming, second edition. Blackwell publishing. Oxford, 40-53 str.
- Kamenev G M. (2018) Three new species of the genus *Hyalopecten* (Bivalvia: Pectinidae) from the abyssal and hadal zones of the North-western Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 98:02, 357-374
- Louro, A., Christophersen, G., Magnesen, T., Roman, G., 2007. Suspension culture of the great scallop *Pecten maximus* in Galicia, NW Spain: intermediate secondary culture from juveniles to young adults. *The Journal of Shellfish Research* 26, 1\_8.
- Magnesen, T., Christophersen, G., 2007. Large-scale raceway nursery for improved scallop (*Pecten maximus*) spat production. *Aquacultural Engineering* 36, 149\_158.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. 2005. Prihvat ličinki, preživljavanje i rast jakovskih kapica *Pecten jacobaeus* (Linnaeus, 1758). *Ribarstvo*, 63, 2005, (1), 1-014
- Marguš, D., Teskeredžić, E., Teskeredžić, Z., Tomec, M. 2005. Prihvat, preživljavanje i rast mlađi malih kapica *Chlamys varia* (Linnaeus, 1758). *Ribarstvo*, 63, (3), 91-103.
- Matoničkin, I., Habdija I., Primc-Habdija B. 1998. Beskralješnjaci–Biologija nižih avertebrata. Školska knjiga. Zagreb, 593-610 str.

MolluscaBase 2018. Pectinidae Rafinesque, 1815. Accessed through: World Register of Marine Species at: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=213> on 2018-09-24

MolluscaBase 2018. *Mimachlamys varia* (Linnaeus, 1758). Accessed through: Costello, M.J.; Bouchet, P.; Boxshall, G.; Arvanitidis, C.; Appeltans, W. 2018. European Register of Marine Species at: <http://www.marbef.org/data/aphia.php?p=taxdetails&id=236719> on 2018-09-24

Poppe, G.T., Goto, Y. 1993 European Seashells. Vol II. Conch books (formerly Christa Hemmen Verlag), Muinzer D-55546 Hackenheim, Germany, 221 str.

Schumway, Sandra; Jay Parsons, G. Scallops: Biology, Ecology, Aquaculture and Fisheries. Volume 40, 3rd Edition. Amsterdam, 1216 str.

Internet izvori:

<http://danastravelingshellfishblog.blogspot.com/> - pristup 29.7.2018

<https://www.aquaculturealliance.org> – pristup 15.8.2018

<https://www.aquaculturenorthamerica.com> – pristup 15.8.2018

S punom odgovornošću izjavljujem da sam završni rad izradio samostalno, služeći se navedenim izvorima podataka i uz stručno vodstvo mentorice doc. dr. sc. Ane Bratoš Cetinić.

Jure Jurinović