

Ribarstvo, 63, 2005, (3), 91–103

Marguš i sur.: Prihvat, preživljavanje i rast mladi malih kapica (*Chlamys varia* L.)ISSN 1330-061X
CODEN RIBAEGUDK 639.41/.44.05(497.5 Krka)
Izvorni znanstveni članak

PRIHVAT LIČINKI, PREŽIVLJAVANJE I RAST MLAĐI MALIH KAPICA (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758) U KONTROLIRANOM UZGOJU U UVALI ŠARINA DRAGA — UŠĆE RIJEKE KRKE

D. Marguš, E. Teskeredžić, Z. Teskeredžić, M. Tomec

SAŽETAK

Kontrolirani uzgoj male kapice (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758) u Hrvatskoj ne postoji, a iz prirodnih se populacija izlovljava sezonski, sporadično i neorganizirano. Istraživanja indeksa kondicije adultnih malih kapica, prihvata ličinki, stupnja preživljenja i rasta juvenilnih školjkaša provedena su radi utvrđivanja mogućnosti njezina kontrolirana uzgoja. Rezultatima istraživanja utvrđeno je da mala kapica ima dualni tip mriješćenja, s primarnim maksimumom u proljeće (ožujak/svibanj) i sekundarnim u jesen (listopad). Najpovoljnije razdoblje za kolektiranje mladi jest srpanj/rujan, a najpovoljnija dubina 2–10 m iznad morskoga dna. Najniži salinitet na kojem su utvrđeni prihvat i preživljenje ličinki jest oko 20×10^{-3} , a uspješno kolektiranje moguće je uglavnom pri salinitetima višima od 30×10^{-3} . U pokusnom su uzgoju male kapice, srednje veličine od $16,4 \pm 2,1$ do $17,6 \pm 2,2$ mm i srednje mase 0,95 do 1,35 g, nakon godinu dana postigle srednju veličinu od $42,7 \pm 3,2$ do $47,5 \pm 3,0$ mm i srednju masu od 12,1 do 17,5 g. Ukupna smrtnost za vrijeme istraživanja iznosila je od 25 do 57%.

Ključne riječi: školjkaš, *Chlamys varia*, kontrolirani uzgoj, ušće rijeke Krke

Dr. sc. Drago Marguš, znanstveni suradnik, Javna ustanova »Nacionalni park Krka«, Trg Ivana Pavla II. br. 5, 22 000 Šibenik, HR, e-mail: zastita@npkrka.hr

Dr. sc. Emin Teskeredžić, znanstveni savjetnik, Institut »Ruder Bošković«, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: etesker@irb.hr

Dr. sc. Zlatica Teskeredžić, znanstvena savjetnica, Institut »Ruder Bošković«, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: ztesker@irb.hr

Dr. sc. Marija Tomec, znanstvena suradnica, Institut »Ruder Bošković«, Zavod za istraživanje mora i okoliša, Laboratorij za istraživanje i razvoj akvakulture, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: mtomec@irb.hr

UVOD

Kontrolirani uzgoj male kapice (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758.) u Hrvatskoj ne postoji, a iz prirodnih staništa se izlovljava sezonski, sporadično i neorganizirano (Marguš, 1985, 1990, 1991). Količina je izlova nepredvidiva i neujednačena, a poznata lovišta uglavnom su prelovljena. Unatoč tomu, zbog male gospodarske važnosti u prošleme stoljeću, istraživanja prirodnih staništa, rasprostranjenosti, abundancije i uzrastne strukture obavljene su samo na dvama lokalitetima: 1. na sjevernom Jadranu, u okviru programa istraživanja kočarskih naselja (Piccinetti i sur., 1986) i 2. u ušću rijeke Krke, kao integralni dio programa istraživanja ušća (Marguš, 1985, 1990a 1991; Marguš i sur., 1990, 1991).

Budući da su u ušću rijeke Krke uočena bogata staništa male kapice (Marguš, 1990a, 1991), koje zbog svoje konfiguracije dna nije pogodno za komercijalni izlov, godine 1987. pokrenuta su prva istraživanja njezina životnog ciklusa u kontroliranom uzgoju. Ciljevi su istraživanja bili utvrditi vrijeme mriješćenja, vrijeme i intenzitet prihvaćenja ličinki na kolektore od umjetnih materijala, najpovoljnije dubine za kolektiranje, preživljenje te rast juvenilnih školjkaša. Nakana je istraživanja bila izraditi tehnologiju kontroliranog uzgoja male kapice u prirodnom staništu.

MATERIJAL I METODE

Ušće rijeke Krke — istraživani lokalitet

Ušće rijeke Krke potopljeni je tok rijeke (dužine oko 23,5 km) koji se na jugozapadu Kanalom sv. Ante spaja s otvorenim morem. Ušće je stratificiranoga tipa, katkad, ovisno o intenzitetu protoka rijeke Krke, pa stoga ima obilježje djelomično miješanog ušća (Gržetić i sur., 1986). Zbog interakcije morske i slatke vode akvatorij ušća rijeke Krke odlikuje se velikim varijacijama mjerenih fizikalnih i kemijskih parametara (Buljan, 1969; Gržetić i Marguš, 1989; Gržetić, 1990). Stabilna ljetna termoklina i izrazita zimska haloklina otežavaju izmjenu topline između slojeva vode pa je toplinska stratifikacija prisutna tijekom cijele godine. Utjecaj slane vode u ušću, kao i debljina površinskoga sloja slatke vode znatno varira, a ovisi o vodostaju rijeke Krke, lokalnim oborinama, plimnim gibanjima i smjeru vjetrova. Sadržaj otopljenoga kisika u površinskome sloju vode u zimskom razdoblju prelazi vrijednosti od 15 mg/L. Gotovo cijele godine prisutna je hipersaturacija, osim u jesen, kada se sadržaj otopljenog kisika u pridnenome sloju gornjeg dijela ušća spušta na vrijednosti i niže od 1 mg/L (Marguš, 1983; Petricioli i sur., 1990).

Uvala Šarina draga nalazi se oko 15 km nizvodno od slapa Skradinski buk ili oko 8,5 km od utoka rijeke u more. Uvala je pod jakim utjecajem mora, ali se, ovisno o vodostaju rijeke Krke, osjeća i snažan utjecaj slatke vode. Na

mjestu uzorkovanja obala se strmo spušta do dubine 21 m. Morsko je dno muljevito–ljušturasto–kamenito.

Metode mjerenja bioloških, fizikalnih i kemijskih parametara

Indeks kondicije (IK) malih kapica mjerio se jednom mjesečno. Analizirani školjkaši skupljeni su ronjenjem s pomoću autonomne ronilačke opreme u uvali Šarina draga s dna na dubini 15 m, gdje je mala kapica obilno zastupljena. Za proučavanje IK skupnom uzorku (10 školjkaša) mjerena je masa i volumen zatvorenih školjkaša, mesa i ljuštura. Volumen šupljine izračunan je oduzimanjem volumena ljuštura od volumena zatvorenih školjkaša. Meso školjkaša sušeno je na 105 °C do konstantne mase. Za određivanje indeksa kondicije primijenjena je volumetrijska metoda po Bairdu (Baird, 1958) i gravimetrijsko–volumetrijska metoda po Hopkinsu (Mann, 1978), a vrijednosti su izračunane prema jednadžbama:

po Bairdu

$$\text{IK} = \text{volumen mesa (mL)} / \text{volumen šupljine (mL)} \times 100\%$$

po Hopkinsu

$$\text{IK} = \text{težina suhog mesa (g)} / \text{volumen šupljine (mL)} \times 100\%.$$

Prihvat ličinki male kapice pratio se jednom mjesečno na osam dubina od 2,5 do 20 m. Kao kolektor za prihvat mladi služila je vreća za pakiranje povrća (75x50 cm) ispunjena PVC mrežom (600x50 cm) veličine oka 20 mm, promjera niti 0,5 mm i težine oko 200 g. Kolektori su se postavljali dvaput mjesečno, a vadili su se nakon tri mjeseca imerzije u moru. Sakupljena je makroskopski vidljiva mlad izbrojena i izmjerena (dorzalno–ventralna udaljenost).

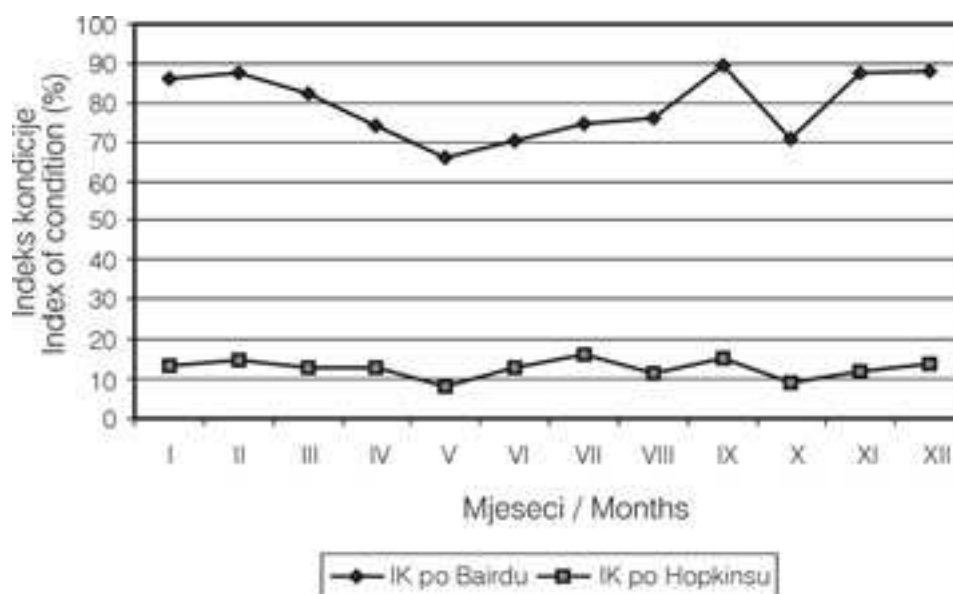
Za praćenje rasta služila je mlad skupljena u kolektorima u prirodnom staništu. Mlad je nasadena u piramidne mreže (*pearl net*) veličine 35x35 cm i veličine oka 10 mm. Nasadna je gustoća mladi iznosila 50 školjkaša po mreži. Niz od četiriju mreža (200 školjkaša) obješen je na plutajući kavez za uzgoj ribe, na dubinama 2,5; 7,5; 12,5 i 17,5 m. Početna nasadna gustoća, umanjena za uginule školjkaše, zadržana je do kraja istraživanja. Uzgojne su mreže očišćene samo jednom nakon intenzivnoga proljetnog obraštanja.

Uzorci vode za analizu fizikalnih i kemijskih parametara skupljeni su jednom mjesečno na dubinama 0,5 m, 2,5 m, 7,5 m, 15 m i 20 m. Skupljanje i obrada uzoraka provedena su metodama propisanim za analizu morske vode (Höll, 1970).

REZULTATI

Vrijednosti indeksa kondicije malih kapica (po Bairdu) u prvome su se dijelu godine kretale od najviše u veljači (87,4%) do najniže vrijednosti u svibnju

(66,1%). Od svibnja vrijednost indeksa kondicije postupno raste do rujna (89,3%), naglo pada u listopadu (70,9%), a u studenome i prosincu postiže iste vrijednosti kao u hladnim mjesecima (siječanj i veljača). Vrijednost indeksa kondicije malih kapica po Hopkinsu, uz mala odstupanja u ljetnom razdoblju, slijedi vrijednosti indeksa kondicije po Bairdu, s dva minimuma, u svibnju i u listopadu (Slika 1).

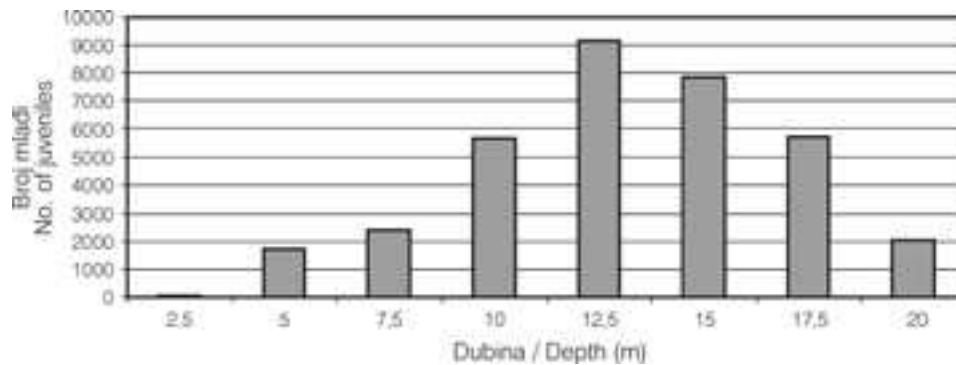


Slika 1. Indeks kondicije (IK) malih kapica (%) skupljenih u uvali Šarina draga na dubini 15 m

Figure 1. Indeks of condition (IK) of variant scallops (%) collected in Šarina draga Bay at depth of 15 m

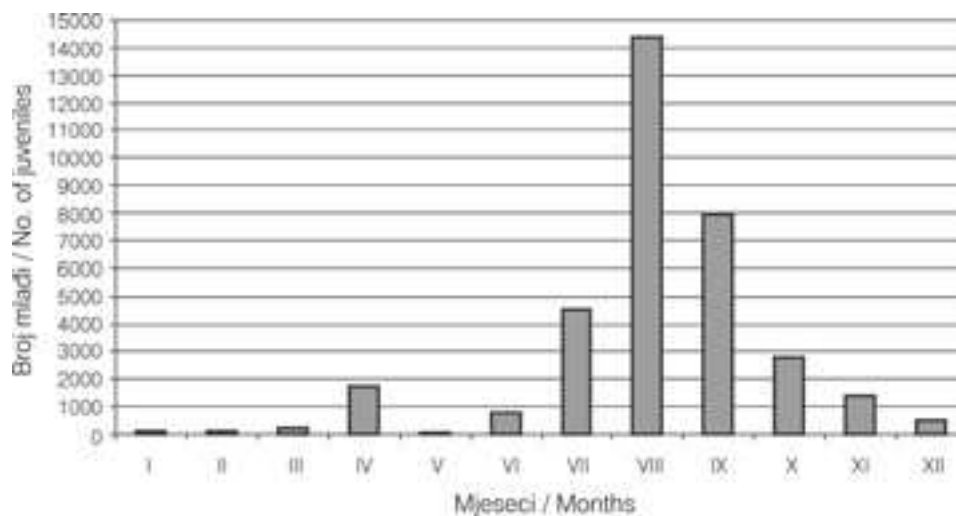
Tijekom praćenja prihvaćanja ličinki male kapice skupljeno je ukupno 34 587 jedinki u 192 kolektora, postavljenih na 8 dubina. Prihvat mladi zabilježen je na svim istraživanim dubinama i kretao se od 73 jedinke na dubini 2,5 m do 9 141 jedinke na dubini 12,5 m (Slika 2). Maksimum prihvaćanja mladi zabilježen je u kolovozu (Slika 3) i iznosio je 41,6% od ukupnoga prihvata. Maksimum prihvaćanja mladi u kolovozu zabilježen je na dubinama od 7,5 do 20 m i iznosio je od 35,5% do 50,4% ukupno skupljene mladi na pojedinoj dubini. Na dubini 2,5 m zabilježen je maksimum u studenome (31,5%), a na dubini 5 m u travnju (58,2%). Srednja veličina prihvaćane mladi tijekom godine varirala je, ali i postupno rasla od $2,3 \pm 0,97$ mm u lipnju do $6,9 \pm 2,89$ mm u prosincu.

Nakon godinu dana pokusna praćenja rasta nasadeni školjkaši srednje veličine od $16,4 \pm 2,1$ mm (2,5 m), $17,6 \pm 2,2$ mm (7,5 m), $17,0 \pm 2,2$ mm (12,5 m)



Slika 2. Ukupni godišnji broj prihvaćene mladi male kapice po dubinama od 2,5 do 20 m u uvali Šarina draga

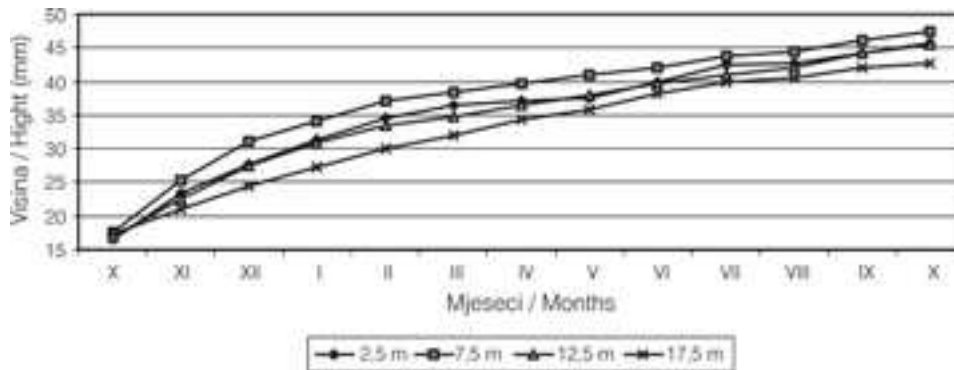
Figure 2. Total annual number of attached juveniles of variant scallop at depths from 2.5 to 20 m in Šarina draga Bay



Slika 3. Ukupni godišnji broj prihvaćene mladi male kapice na svim dubinama po mjesecima u uvali Šarina draga

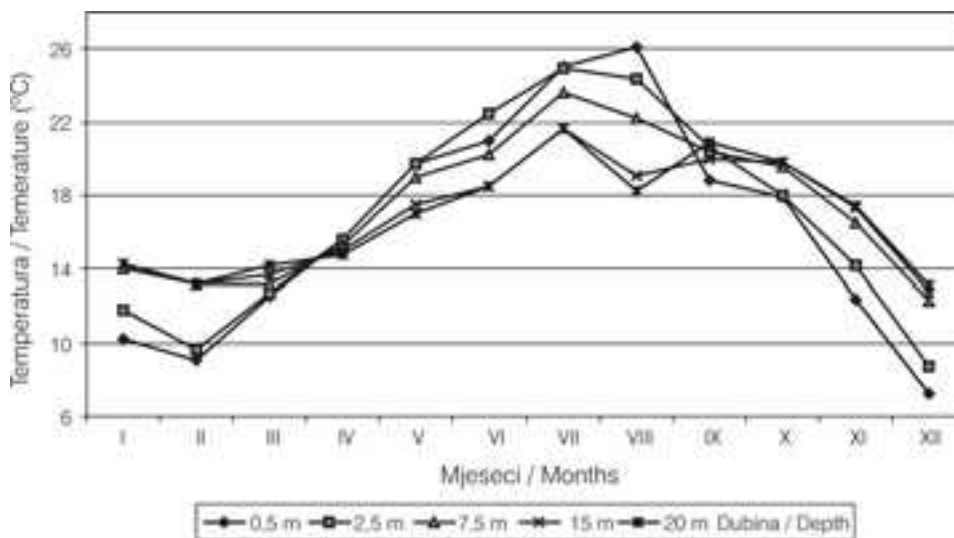
Figure 3. Total annual number of attached juveniles of variant scallop at all depths per month in Šarina draga Bay

i $17,3 \pm 2,3$ mm (17,5 m) te srednje mase od 0,95 g (2,5 m), 1,35 g (7,5 m), 1,30 g (12,5 m) i 1,35 g (17,5 m), postigli su srednju veličinu od $45,6 \pm 3,5$ mm (2,5 m), $47,5 \pm 3,0$ mm (7,5 m), $45,5 \pm 3,9$ mm (12,5 m), odnosno $42,7 \pm 3,2$ mm (17,5



Slika 4. Srednji mjesečni rast visine (mm) male kapice na raznim dubinama u uvali Šarina draga

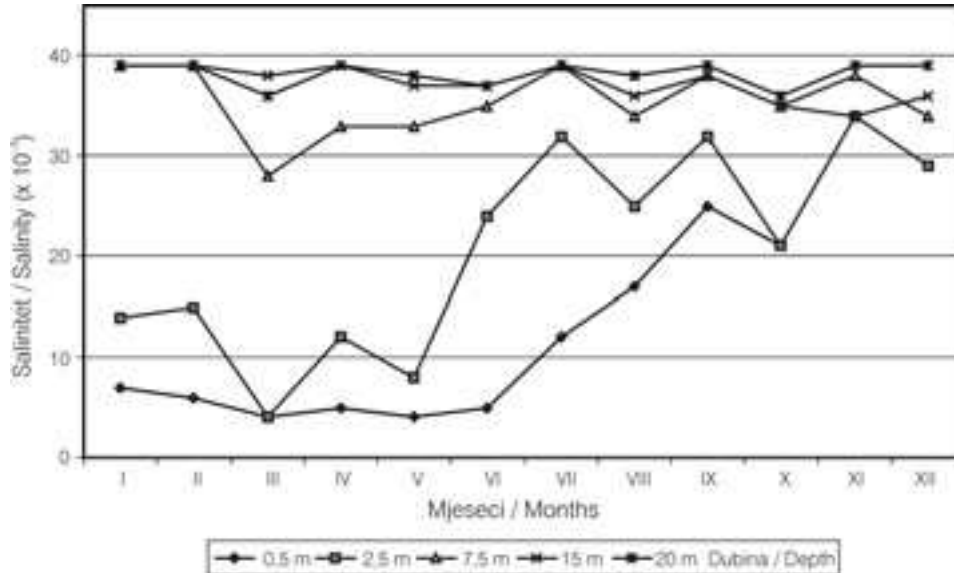
Figure 4. Mean monthly growth in length (mm) of variant scallops at various depths in Šarina draga Bay



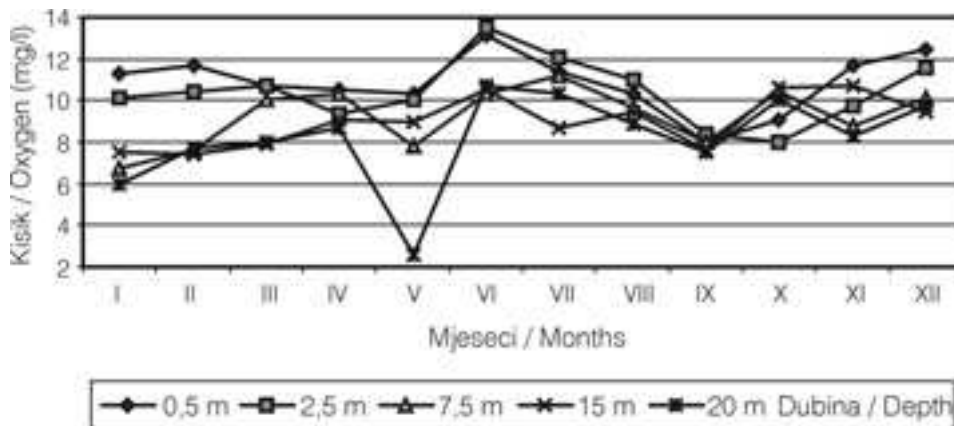
Slika 5. Prikaz temperature (°C) na raznim dubinama u uvali Šarina draga

Figure 5. Temperature (°C) changes at various depths in Šarina draga Bay

m), i srednju masu 15,7 g (2,5 m), 17,5 g (7,5 m), 16,8 g (12,5 m), odnosno 12,1 g (17,5 m), (Slika 4). Najbrži rast školjkaša ($23,2 \text{ mm/dan} \times 10^{-2}$) zabilježen je na dubini 7,5 u studenome, a najmanji ($1,7 \text{ mm/dan} \times 10^{-2}$) na dubini 17,5 m u listopadu. Tijekom istraživanja ukupni srednji prirast veličine kretao se od 147% na dubini 17,5 m do 178% na dubini 2,5 m. Najveći prirast



Slika 6. Prikaz saliniteta ($\times 10^3$) na raznim dubinama u uvali Šarina draga
 Figure 6. Salinity ($\times 10^3$) changes at various depths in Šarina draga Bay



Slika 7. Prikaz sadržaja otopljenog kisika (mg/L) na raznim dubinama u uvali Šarina draga
 Figure 7. Dissolved oxygen concentrations (mg/l) changes at various depth in Šarina draga Bay

srednje mase školjkaša ($9,9 \text{ g/dan} \times 10^{-2}$) zabilježen je na dubini 7,5 m u kolovozu, a najmanji ($0,6 \text{ g/dan} \times 10^{-2}$) na dubini 17,5 m u prosincu. Ukupni

rast srednje biomase školjkaša tijekom istraživanja kretao se od 796% na dubini 17,5 m do 1550% na dubini 2,5 m. Ukupni mortalitet tijekom istraživanja kretao se je od 25% (maksimumom od 21% u travnju) na dubini 2,5 m do 57% (maksimumom od 42% u studenome) na dubini 17,5 m.

Temperatura vode u površinskom sloju kretala se je od 7,2 °C u prosincu do 26,1 °C u kolovozu (Slika 5). Najniži salinitet od samo 4×10^{-3} zabilježen je na površini u ožujku i svibnju. Utjecaj slatke vode rijeke Krke, u proljetnom razdoblju, znatnije se osjetio do dubine 2,5 m. Pridneni vodeni slojevi, tijekom cijele godine, imali su vrijednosti saliniteta iznad 36×10^{-3} (Slika 6). Najmanja količina otopljenog kisika (2,6 mg/L) zabilježena je u svibnju na dubini 20 m, a najveća (13,5 mg/L) u lipnju na dubini 2,5 m (Slika 7).

RASPRAVA

Na tijek reproduktivnog ciklusa i indeksa kondicije (IK) češljača utječu količina i sastav raspoložive hrane, kao i promjena ekoloških čimbenika staništa (temperatura, slanost, valovi, vjetrovi i sl.), (Naidu, 1970). U provedenim istraživanjima nakon zimskog maksimuma (87,4% — faza sazrijevanja gonada) zabilježen je postupni pad IK sve do lipnja (66,1%), što je rezultat proljetnoga mriješćenja potaknut proljetnim rastom temperature mora. Nakon intenzivna proljetnog mriješta gonade se u ljetnom razdoblju postupno obnavljaju, a IK raste sve do listopada. U listopadu IK ponovno pada, što je rezultat jesenskog mriješćenja školjkaša, nakon pada ljetne temperature mora na vrijednost ispod 20 °C. Brojni autori zapažaju sličnu dinamiku mriješćenja kod drugih vrsta porodice *Pectenidae*, ovisnu o temperaturi mora, ali također ističu da temperatura nije čimbenik koji samostalno inicira mriješćenje, jer se u pojedinim godinama mriješćenje školjkaša razlikuje u intenzitetu i vremenu neovisno o temperaturi, a u korelaciji je s raspoloživom hranom (Naidu, 1970; Comely, 1972; Minchin, 1976; Wilson, 1987). Hrana, zasigurno, ima važnu ulogu, jer se utvrđeni pad IK-a male kapice podudara s proljetnim i jesenskim pikom biomase fitoplanktona (Viličić i sur., 1989). Pojava ličinki češljača u planktonu te vrijeme i intenzitet prihvaćanja mladi male kapice na kolektore (Marguš, 1990) vremenski se podudaraju s padom IK-a, što potvrđuje da je pad IK-a uzrokovan mriješćenjem školjkaša.

Obnavljanje prirodnih populacija češljača znatno varira u vremenu i prostoru, ovisno o morskim strujama, smjeru vjetrova, fizikalnim i kemijskim obilježjima i prehrambenom potencijalu lokaliteta (Ito i sur., 1975). Prema rezultatima istraživanja, prihvaćanje mladi male kapice odvija se promjenljivog intenziteta tijekom cijele godine. Unatoč tomu, uspješan je prihvat mladi ograničen na razdoblje srpanj–rujan. U tom je razdoblju u kolektorima skupljeno 77,8% ukupno prihvaćene mladi tijekom godine. U uvali Šarina draga zabilježen je maksimum prihvaćanja mladi na 12,5 m dubine, slično kao i u brojnim lokalitetima širom svijeta (Naidu i Scaplen, 1976;

Latroute i Lorec, 1976; Brand i sur., 1980; Duggan, 1985; Sause i sur., 1987; Marguš i Teskeredžić, 2005). Mali broj prihvaćene mladi u površinskim vodenim slojevima posljedica je niskih saliniteta, no ne isključuje se i utjecaj jakog obraštaja kolektora. Uzgojem ličinki češljača u laboratorijskim uvjetima utvrđeno je da je salinitet $17\text{--}18 \times 10^{-3}$ donja granica za preživljenje ličinki više vrsta češljača (Vernberg i sur., 1963; MacKenzie, 1979). Paul (1980) navodi za kraljičinu kapicu *Chlamys (Aequipecten) opercularis*, u laboratorijskim uvjetima, kao letalni salinitet $17\text{--}18 \times 10^{-3}$, ovisno o temperaturi i vremenu izloženosti školjkaša niskoj slanosti. U ušću rijeke Krke, a na temelju analize uzrastne strukture prihvaćene mladi male kapice veličine 1–2 mm i njezina udjela u skupljenome biološkom materijalu, utvrđeno je da se ličinke prihvaćaju pri salinitetima višima od 20×10^{-3} , a najintenzivnije iznad 30×10^{-3} . Smanjenje broja prihvaćene mladi neposredno iznad morskoga dna uzrokovan je najvjerojatnije jakim zamuljenjem kolektora, što rezultira povećanim ugibanjem prihvaćene mladi. Niži stupanj preživljenja prihvaćene mladi zbog zamuljenja kolektora utvrđen je i kod vrste *Placopecten magellanicus* (Naidu i Scaplen, 1976).

Češljače kao poikilotermni organizmi rastu brže porastom temperature okoliša uz uvjet da na raspolaganu imaju dovoljnu količinu hrane (Castagna i Duggan, 1971; Kirby–Smith, 1972; Broom i Mason, 1978; MacKenzie, 1979; Franklin i sur., 1980; Vahl, 1980). No, zabilježeni rast malih kapica u ušću rijeke Krke znatno je varirao i za razliku od dinamike rasta navedenih autora. Najbrži je bio u hladnijem dijelu godine, uz izuzetak površinskoga vodenoga sloja, gdje na rast školjkaša važan utjecaj ima i varijacija saliniteta. Pretpostavlja se da je sporiji rast školjkaša tijekom ljeta u dubljim vodenim slojevima vjerojatno rezultat potroška energije za prvu gametogenezu i mriješćenje nasadenih pokusnih malih kapica. Usku vezu između potroška energije za rast i reproduktivni ciklus utvrđen je i kod vrste *Placopecten magellanicus* (MacDonald i Thompson, 1985, 1986).

Mortalitet malih kapica za vrijeme istraživanja kretao se je od 25 do 57%, ovisno o dubini. Uzrok mortaliteta na dubini 2,5 m (90% od ukupnog mortaliteta) niske su vrijednosti saliniteta oko 20×10^{-3} , što je vjerojatno i donja granica tolerancije osladenosti za malu kapicu. Zabilježena smrtnost u listopadu i u studenome na ostalim dubinama vjerojatno je uzrokovana neadekvatnom manipulacijom pri nasadivanju mladi u uzgojne mreže, čemu bi se u daljnjem uzgoju trebalo posvetiti više pažnje.

ZAKLJUČCI

Utvrđena je međusobna povezanost indeksa kondicije, reproduktivnog ciklusa i prihvaćanja mladi malih kapica. Sposobnost obnavljanja populacije malih kapica varira u vremenu i prostoru, ovisno o sezonskoj dinamici fizikalnih i kemijskih parametara i njihovoj ekološkoj toleranciji prema varijacijama saliniteta. Prihvaćanje mladi male kapice zbiva se tijekom cijele godine, ali pokazuje dualni tip mriješćenja školjkaša (proljeće i jesen). Najintenzivniji

prihvat mladi zabilježen je u razdoblju kada su saliniteti viši od 30×10^{-3} . Donja granica pri kojoj su utvrđeni optimalan prihvat ličinki i preživljenje mladi male kapice jest salinitet od 20×10^{-3} . Najpovoljnije razdoblje za kolektiranje mladi u ušću rijeke Krke traje od srpnja do rujna, a najpovoljnija je dubina između 2 i 10 m. Rast malih kapica, unatoč mjesečnim varijacijama, veći je u hladnijem, a manji u toplijem dijelu godine, dok rast mase pokazuje obrnuto proporcionalan obrazac. Sporiji rast ljuštura mladi i povećani prirast njihove biomase u toplijem dijelu godine možda su rezultat sazrijevanja gonada. Najveći ukupni prirast veličine i biomase školjkaša, s obzirom na njihovu nasadnu veličinu i masu, postignut je na dubini 2,5 m te se može zaključiti da se rast školjkaša smanjuje s dubinom. Praćenjem stupnja preživljavanja malih kapica utvrđeno je da se od ukupne godišnje smrtnosti 80 do 100% događa neposredno nakon nasađivanja mladi u uzgojne mreže, što se pripisuje neadekvatnoj manipulaciji (duže razdoblje izvan mora). U ostalom je razdoblju mortalitet zanemariv i smanjuje se s dubinom. Rezultati istraživanja upozorili su na to da je područje ušća rijeke Krke pogodno za komercijalni uzgoj male kapice.

Summary

ATTACHMENT OF LARVA, SURVIVAL AND GROWTH OF JUVENILE VARIANT SCALLOPS (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758) IN CONTROLLED BREEDING IN ŠARINA DRAGA BAY — MOUTH OF THE KRKA RIVER

D. Marguš, E. Teskeredžić, Z. Teskeredžić, M. Tomec

In Croatia, the capture of scallop (*Chlamys varia* Linnaeus, 1758) from natural populations are sporadic and unorganized, while there is no controlled cultivation of this species. To determine the possibility of the establishment of their commercial cultivation, the research comprehended the condition index of adults, larval attachment, juvenile survival and growth in Šarina

Dr. sc. Drago Marguš, res. associate, »National park Krka«, Trg Ivana Pavla II. br. 5, 22 000 Šibenik, HR, e-mail: zastita@npkrka.hr

Dr. sc. Emin Teskeredžić, DVM, scien. adviser, Ruder Bošković Institute, Department for marine and environmental research, Laboratory of aquaculture, Bijenička 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: etesker@irb.hr

Dr. sc. Zlatica Teskeredžić, DVM, scien. adviser, Ruder Bošković Institute, Department for marine and environmental research, Laboratory of aquaculture, Bijenička 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: ztesker@irb.hr

Dr. sc. Marija Tomec, res. associate, Ruder Bošković Institute, Department for marine and environmental research, Laboratory of aquaculture, Bijenička 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: mtomec@irb.hr

draga Bay, in a locality with dense scallop populations. The changes of condition index showed on main spawning season in spring (March–May) and second one, but less intensive, in autumn (October). According to results, the best season for juvenile collection is recommended the period from July to September at depths between 2 to 10 m, and salinities above 30×10^{-3} . Low larval settlement at 2.5 m depth is surely result of salinity decrease by Krka river intensive fresh water inflow. Shellfish mean size from 16.4 ± 2.1 to 17.6 ± 2.2 mm and with a mean mass from 0.95 to 1.35 g reached mean size from 42.7 ± 3.2 to 47.5 ± 3.0 mm and mean mass from 12.1 to 17.5 g in one year. Total mortality during this study was ranged from 25 to 57%.

Key words: bivalve, *Chlamys varia*, controlled cultivation, mouth of Krka river, Croatia

LITERATURA

- Baird, R. H. (1958):* Measurement of condition in mussels and oysters. J. Const. Int. Explor. Mer., 23, 249–257.
- Brand, A. R., Paul, J. D., Hoogesteger, J. N. (1980):* Spat settlement of the scallops *Chlamys opercularis* (L.) and *Pecten maximus* (L.) on artificial collectors. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 60, 379–390.
- Broom, M. J., Mason, J. (1978):* Growth and spawning in the pectinid *Chlamys opercularis* in relation to temperature and phytoplankton concentration. Mar. Biol., 47, 277–285.
- Buljan, M. (1969):* Neka hidrografska svojstva estuarnih područja rijeke Krke i Zrmanje. Krš Jugoslavije, 6, 303–331.
- Castagna, M., Duggan, W. (1971):* Rearing the bay scallop, *Aequipecten irradians*. Proc. Natl. Shellfish Assoc., 61, 80–85.
- Comely, C. A. (1972):* Larval culture of the scallop *Pecten maximus* (L.). J. Const. Int. Explor. Mer., 34, 365–378.
- Duggan, N. A. (1985):* Pectinid spat collection on artificial collectors around the Isle of Man in 1983 and 1984. International Pectinid Workshop, La Coruna, Spain, 10 str.
- Franklin, A., Pickett, G. D., Connor, P. M. (1980):* The scallop and its fishery in England and Wales. Lab. Leaflet. MAFF Direct. Fish. Res., 51, 19 str.
- Gržetić, Z. (1990):* Osnovna hidrološka i kemijska svojstva estuarija Krke. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 162 str.
- Gržetić, Z., Marguš, D. (1989):* Neke oceanografsko–meteorološke karakteristike estuarija rijeke Krke. Hidrografski godišnjak, 1987, 37–49.
- Gržetić, Z., Škrivanić, A., Viličić, D. (1986):* Hydrological variability of the Krka river Estuary (1984–1986). Reports of Proces-Verbaux des reunions, 30, (2), 36.
- Höll, K. (1970):* Waser (Untersuchung–Beurteilung–Aufbereitung–Chemie–Bakteriologie–Biologie). Walter de Gruyter Co., Berlin, 423 str.
- Ito, S., Kanno, H., Takahashi, K. (1975):* Some problems on culture of the scallop in Mutsu Bay. Bulletin of the Mar. Biol. Stat. of Asamushi, Tohoku Univ., 15, 89–100.

- Kirby-Smith, W. W. (1972)*: Growth of the bay scallop: The influence of experimental water currents. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 8, 7–18.
- Latroute, D., Lorec, J. (1976)*: Results des Experiences de Captage de Pectinides en Bretagne–Sud. Scallop Workshop, Ireland, 1–12.
- MacDonald, B. A., Thompson, R. J. (1985)*: Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. II. Reproductive output and total production. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 25, 295–303.
- MacDonald, B. A., Thompson, R. J. (1986)*: Influence of temperature and food availability on the ecological energetics of the giant scallop *Placopecten magellanicus*. III. Physiological ecology, the gametogenic cycle and scope for growth. *Marine Biology*, 93, 37–48.
- MacKenzie, C. L. Jr. (1979)*: Biological and fisheries data on sea scallop, *Placopecten magellanicus* (Gmelin). Technical Series Report, 19, 1–34.
- Mann, R. (1978)*: A comparison of morphometric, biochemical, and physiological index of condition in marine Bivalve Molluscs. In: Energy and environmental stress in aquatic systems, 484–497.
- Marguš, D. (1983)*: Mogućnosti uzgoja dagnji (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck) u estuaru rijeke Krke. Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, 81 str.
- Marguš, D. (1985)*: The scallop (*Pecten jacobaeus* L.) in the river Krka estuary. 5th Pectinid Workshop, La Coruna, Spain, 18 str.
- Marguš, D. (1990)*: Biologija i ekologija češljača (Pectinidae) ušća rijeke Krke. Doktorska disertacija, Sveučilište u Zagrebu, 162 str.
- Marguš, D. (1990a)*: The scallop (*Pecten jacobaeus* L.) in the Krka River Estuary. *Ichthyologia*, 22, (1), 69–77.
- Marguš, D. (1991)*: Fisheries and aquaculture in Yugoslavia. U: S. E. Shumway (ed.): *Scallops: Biology, ecology and aquaculture*. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam, The Netherlands, *Developments in Aquaculture and Fisheries Science*, 21, 789–793.
- Marguš, D., Teskeredžić, E. (2005)*: Prihvat ličinki, preživljavanje i rast juvenilnih jakovskih kapica (*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758.) u kontroliranom uzgoju u uvali Šarina draga — ušće rijeke Krke. *Ribarstvo*, 63, (1), 1–14.
- Marguš, D., Modrušan, Z., Teskeredžić, E., Roman, Z. (1990)*: Češljače (Pectinidae) ušća rijeke Krke. *HED Zagreb, Ekološke monografije*, 2, 425–433.
- Marguš, D., Teskeredžić, E., Modrušan, Z., Tomec, M., Teskeredžić, Z., Hacmanjek, M. (1991)*: Školjkaši (Bivalvia) ušća rijeke Krke. *Pomorski zbornik*, 29, (1), 421–436.
- Minchin, D. (1976)*: Pectinid settlement. 1st Pectinid Workshop, Baltimore, Ireland 1976, 1–30.
- Naidu, K. S. (1970)*: Reproduction and breeding cycle of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in Port au Port Bay, Newfoundland. *Can. J. Zool.*, 48, 1003–1012.
- Naidu, K. S., Scaplen, R. (1976)*: Settlement and survival of the giant scallop *Placopecten magellanicus*, larvae on enclosed polyethylene film collectors. *FAO Technical Conference on Aquaculture, Japan, FIR: AQ-Conf. -76-E*, 1–5.

- Paul, J. D. (1980):* Salinity–temperature relationships in the queen scallop *Chlamys opercularis*. *Marine Biology*, 56, 295–300.
- Petricioli, D., Legović, T., Žutić, V., Gržetić, Z., Kušpilić, G. (1990):* Pridnena hipoksija u ušću rijeke Krke u jesen 1988. godine. 3 Ekološke monografije, 2, HED Zagreb, 331–341.
- Piccinetti, C., Šimunović, A., Jukić, S. (1986):* Distribution and abundance of *Chlamys opercularis* (L.) and *Pecten jacobaeus* L. in the Adriatic Sea. *FAO Fisheries Report*, 345, 99–105.
- Sause, B. L., Gwyther, D., Burgess, D. (1987):* Larval settlement, juvenile growth and potential use of spatfall indices to predict recruitments of the scallop *Pecten alba* Tate in Port Bay, Victoria, Australia. *Fish. Res.*, 6, 81–92.
- Vahl, O. (1980):* Seasonal variations in seston and the growth rate of the Iceland scallop, *Chlamys islandica* (O. F. Muller) from Balsfjord, 70N. *J exp. Mar. Biol. Ecol.*, 48, 195–204.
- Vernberg, F. J., Schlieper, C., Schneider, D. (1963):* The influence of temperature and salinity on ciliary activity of excised gill tissue of mollusks from North Carolina. *Comp. Biochem. Physiol.*, 8, 271–285.
- Viličić, D., Legović, T., Žutić, V. (1989):* Vertical distribution of phytoplankton in a stratified estuary. *Aquatic Sciences*, 51, 1, 31–46.
- Wilson, J. (1987):* Spawning of *Pecten maximus* (Pectinidae) and the artificial collection of juveniles in two bays in the west of Ireland. *Aquaculture*, 61, 99–111.

Primljeno: 25. 7. 2005.
Prihvaćeno: 21. 9. 2005.

