

PRIHVAT LIČINKI, PREŽIVLJENJE I RAST
JUVENILNIH JAKOVSKIH KAPICA
(*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758.) U
KONTROLIRANOM UZGOJU U UVALI ŠARINA
DRAGA — UŠĆE RIJEKE KRKE

D. Marguš, E. Teskeredžić

Sažetak

Izlovljavanje jakovske kapice (*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758.) iz prirodnih populacija u Hrvatskoj obavlja se sporadično i neorganizirano, uglavnom kao sekundarna djelatnost pri ulovu ribe, a kontrolirani uzgoj ne postoji. Istraživanja gonadnog indeksa odraslih jakovskih kapica, prihvata ličinki, stupnja preživljenja i rasta juvenilnih stadija provedena su radi utvrđivanja mogućnosti kontroliranog uzgoja i uvođenja nove vrste u akvakulturnu proizvodnju u Hrvatskoj. Sposobnost obnavljanja populacije varira u vremenu i prostoru, ovisno o hidrografskim značajkama ušća rijeke Krke. Najpovoljnije razdoblje za kolektiranje mladi jest ožujak/lipanj, a najpovoljnija dubina 6–8 m iznad morskoga dna. Vertikalni prihvat mladi obrnuto je proporcionalan salinitetu. Najniži salinitet na kojem su utvrđeni prihvat i preživljenje ličinki iznosi oko 20×10^3 – 33 , a uspješno kolektiranje moguće je uglavnom pri salinitetima višima od 30×10^3 – 3 . U pokusnom uzgoju jakovske kapice starosti 6 mjeseci, srednje veličine $33,1 \pm 5,5$ mm i srednje mase 8,8 g, nakon godinu dana, postigle su srednju veličinu $83,8 \pm 9,5$ mm i srednju masu 80,6 g. Ukupni mortalitet za vrijeme istraživanja iznosio je 33%.

Ključne riječi: jakovska kapica, *Pecten jacobaeus*, 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@rudjer.irb.hr

UVOD

Neujednačena i nepredvidiva svjetska proizvodnja raznih vrsta češljača iz porodice (*Pectinidae*), temeljena uglavnom na izlovu iz prirodnih populacija, a zbog opasnosti od mogućega prelova na brojnim gospodarski važnim lokalitetima, potaknula je razvoj tehnologije njihova kontroliranog uzgoja. Pionirski rad na problematici kontroliranog uzgoja češljača započeo je u Japanu tridesetih godina (Imai, 1977). Potkraj šezdesetih godina utemeljena je u zaljevu Mutsu »standardna tehnika« kontroliranog uzgoja češljače *Patinopecten yesoensis* (Jay), koja je, uz određene preinake ovisno o osobitostima uzgojnog okoliša, prihvaćena u cijelom svijetu (Ventilla, 1982; Marguš, 1988, 1989, 1989a).

Izlovljavanje jakovske kapice iz prirodnih populacija u Hrvatskoj obavlja se sporadično i neorganizirano, uglavnom kao sekundarna djelatnost pri ulovu ribe, dok kontrolirani uzgoj ne postoji (Maruš, 1985, 1990, 1991). Zbog malog gospodarskog značenja, istraživanja raznih vrsta češljača, na istočnoj obali Jadrana, provodena su uglavnom kao sastavni dio istraživanja bentosnih ili pridnenih zajednica (Stjepčević, 1967; Zavodnik, 1971; Legac, 1974; Špani sur., 1989). Opsežnija istraživanja rasprostranjenosti, abundancije i uzrasne strukture populacija vrsta *Pecten jacobaeus* i *Chlamys opercularis* provodena su u okviru programa istraživanja kočarskih naselja sjevernog Jadrana (Piccinetti i sur., 1986), a vrste *Pecten jacobaeus* i *Chlamys varia* kao integralni dio programa istraživanja ušća rijeke Krke (Maruš, 1985, 1990a, 1991; Maruš i sur., 1990, 1991).

Nakon bogatog nalaza prirodnih populacija jakovske kapice u ušću rijeke Krke (Prukljan) istraživanja provedena u razdoblju od 1984. do 1986. (Maruš, 1990a, 1991) potaknula su zanimanja lokalnoga stanovništva za njezin izlov. Budući da su istraživanja pokazala da ušće rijeke Krke, zbog konfiguracije dna i relativno uskog pojasa rasprostranjenja jakovskih kapica, nije pogodno za komercijalni izlov, godine 1987. započela su prva istraživanja njezina životnog ciklusa. Ciljevi istraživanja bili su utvrditi vrijeme mriješćenja, vrijeme prihvaćanja i intenzitet prihvaćenih ličinki na kolektore od umjetnih materijala, najpovoljnije dubine za kolektiranje i preživljenje te rast juvenilnih školjkaša. Svrha istraživanja bila je izradba tehnologije kontroliranog uzgoja jakovske kapice u prirodnom okolišu.

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 stratificirano tipa, samo katkad, ovisno o intenzitetu protoka rijeke, ima karakteristike 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 te 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 otopljenog kisika u površinskom 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 pridnom sloju gornjeg dijela ušća spušta na vrijednosti ispod 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.

Metode mjerenja bioloških, fizikalnih i kemijskih parametara

Gonadni indeks (GI) jakovskih kapica mjerio se jednom mjesečno. Analizirani školjkaši sakupljeni su ronjenjem u Prukljanskom jezeru na dubini 12–15 m. Skupnom uzorku (10 školjkaša) mjerena je težina gonada i težina preostalog tkiva. Uzorci su sušeni na 105 °C do konstantne težine. Za određivanje GI primijenjena je gravimetrijska metoda, a vrijednosti su izračunane prema jednadžbi:

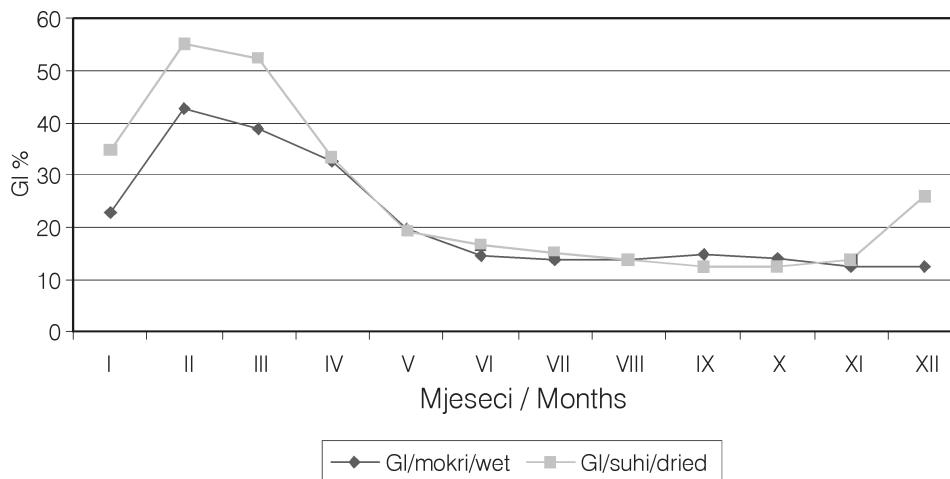
$$GI = M_1 / M_2 \times 100\%,$$

gdje je M_1 ukupna težina mokrih, odnosno suhih gonada (g), a M_2 ukupna težina mokrog, odnosno suhog preostalog tkiva (g), (Connor, 1978).

Prihvat ličinki jakovske kapice pratio se jednom mjesečno na osam dubina. Kao kolektor za prihvat mladi služila je vreća za pakiranje povrća (75×50 cm) ispunjena PVC mrežom (600×50 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 makroskopski vidljiva mlad izbrojena je i izmjerena (dorzalno–ventralna udaljenost).

Za praćenje rasta služila je mlad u dobi od 6 mjeseci skupljena u kolektorima u prirodnom okolišu. Mlad je nasadena u piramidalne mreže (*pearl net*) veličine 35×35 cm i veličine oka 10 mm. Nasadna gustoća mladi iznosila je 20 školjkaša po mreži. Niz od 6 mreža (120 školjkaša) obješen je na plutajući kavez za uzgoj ribe, na dubinu 12–13 m. Nakon četiri mjeseca broj je školjkaša po mreži smanjen na 15, a nakon 7 mjeseci na 10 jedinki. Istodobno su zamijenjene i uzgojne mreže.

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. Sakupljanje



Slika 1. Gonadni indeks (GI) jakovskih kapica (%) sakupljenih u Pukljanskom jezeru na dubini od 12 do 15 m
Figure 1. Gonad index (GI) of scallops (%) collected in Pukljan Lake at depths of 12 to 15 m.

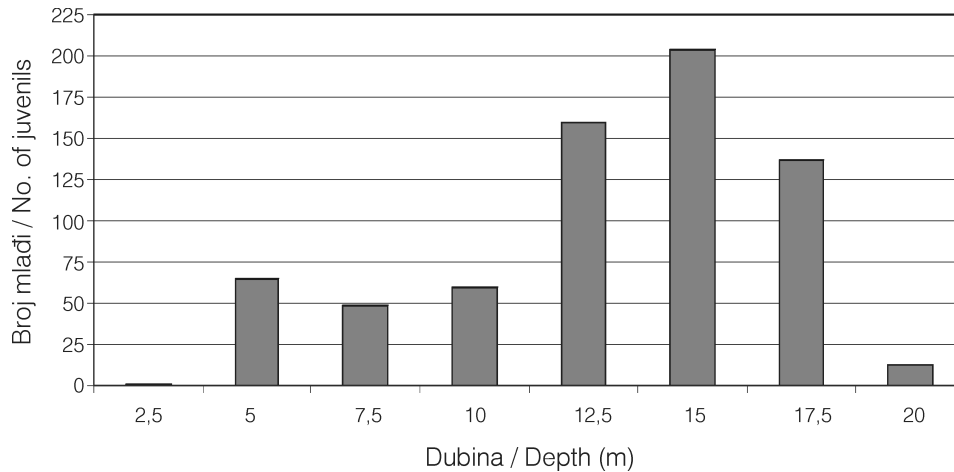
i obrada uzoraka provedeni su metodama propisanim za analizu morske vode (Höfl, 1970).

REZULTATI

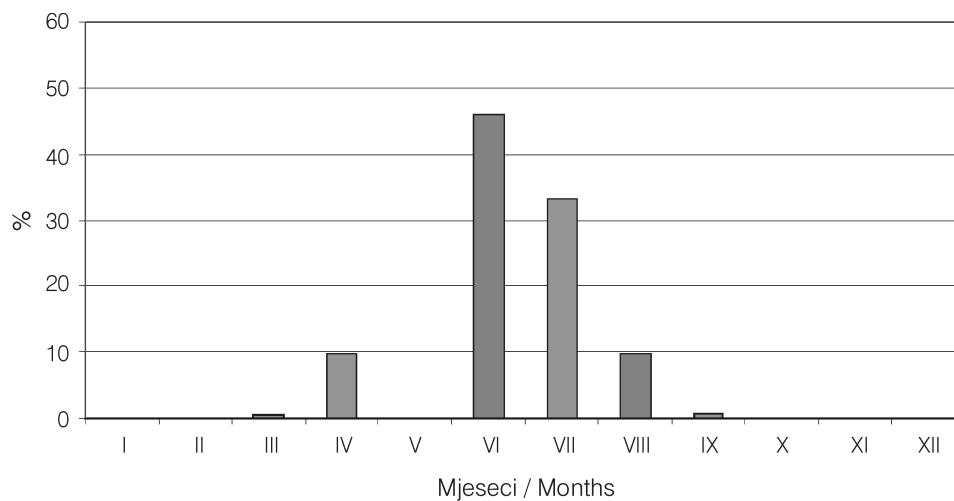
Gonadni indeks (GI) jakovskih kapica, izračunan iz suhe mase tkiva, kretao se je od visokih vrijednosti u veljači (55,3%) i ožujku (52,4%) do naglog pada od travnja (33,4%) i svibnja (19,2%) do lipnja (16,4%). Niske vrijednosti bilježene su sve do studenoga, a kretala su se između 12 i 15% (Slika 1). GI mokre težine tkiva, s nešto nižim vrijednostima, uglavnom slijedi vrijednosti suhe težine tkiva.

Praćenjem prihvaćanja ličinki jakovske kapice u ukupno 192 kolektora, na osam dubina, sakupljeno je ukupno 687 jedinki. Prihvat mladi zabilježen je na svim istraživanim dubinama i kretao se je od jedne jedinice na dubini 2,5 m do 203 jedinice na dubini 15 m (Slika 2). Maksimum prihvaćanja mladi zabilježen je u lipnju i iznosio je 45,9% od ukupnoga prihvata (Slika 3). Srednja veličina prihvaćane mladi postupno raste od $3,9 \pm 1,7$ mm u lipnju do $12,8 \pm 5,3$ mm u kolovozu. U razdoblju od listopada do veljače prihvat mladi potpuno je izostao.

Nakon godinu dana pokusnog praćenja rasta nasadeni školjkaši u dobi od 6 mjeseci, srednje veličine $33,3 \pm 5,5$ mm i srednje mase 8,8 g, postigli su srednju veličinu $83,9 \pm 9,5$ mm i srednju masu 80,6 g (Slika 4). Najbrži rast

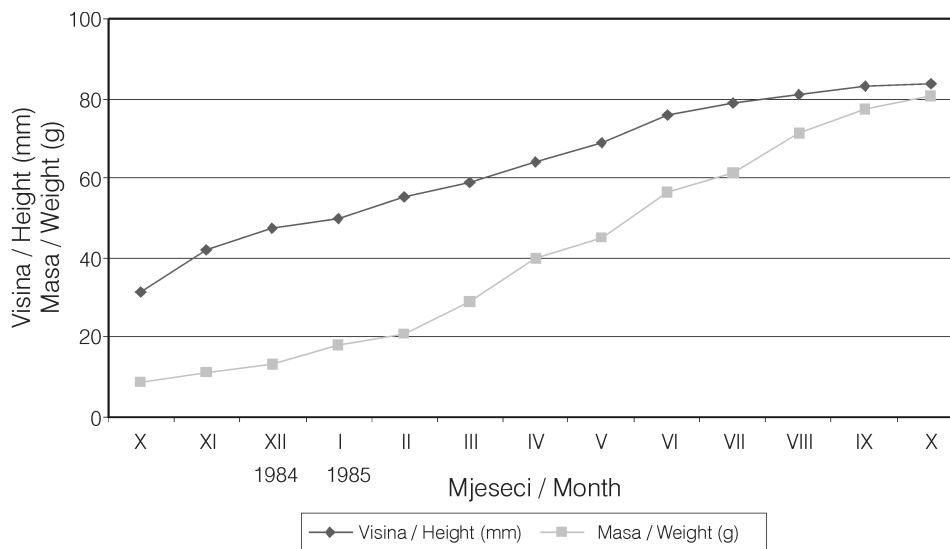


Slika 2. Ukupni godišnji broj prihvaćene mlađi jakovske kapice po dubinama od 2,5 do 20 m u uvali Šarina draga
Figure 2. Total annual number of attached juvenile scallops by depth from 2.5 to 20 m in Šarina draga Bay.

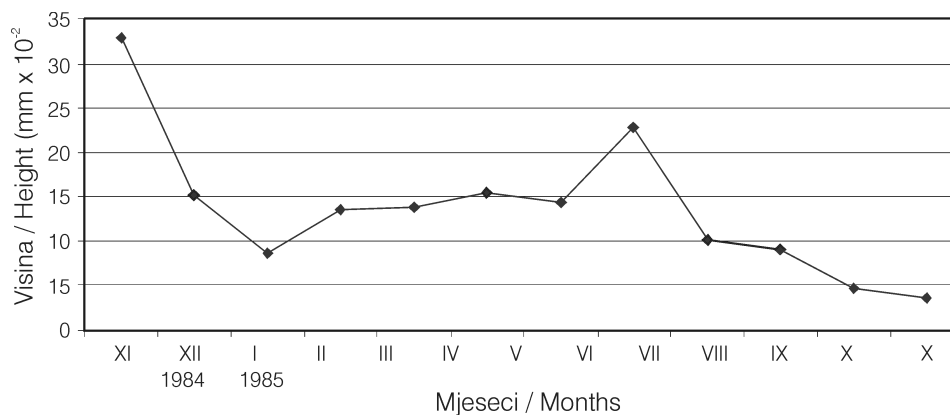


Slika 3. Ukupni godišnji broj prihvaćene mlađi jakovske kapice na svim dubinama po mjesecima u uvali Šarina draga
Figure 3. Total annual number of attached juvenile scallops at all depths by month in Šarina draga Bay.

školjkaša ($32,8 \text{ mm/dan} \times 10^{-2}$) zabilježen je u studenome, a najmanji ($3,7 \text{ mm/dan} \times 10^{-2}$) u listopadu (Slika 5). Tijekom istraživanja srednji prirast

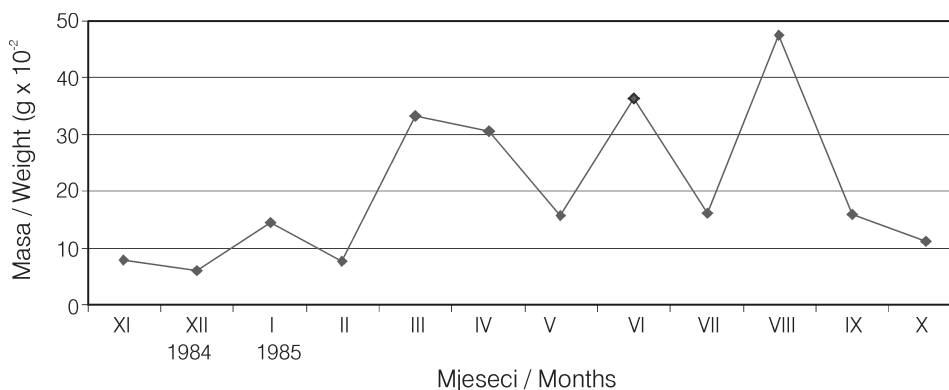


Slika 4. Srednji mjesečni rast visine (mm) i mase (g) jakovskih kapica na dubini od 12 do 13 m u uvali Šarina draga
 Figure 4. Mean monthly growth in length (mm) and weight (g) of scallops at depths of 12 to 13 m in Šarina draga Bay.

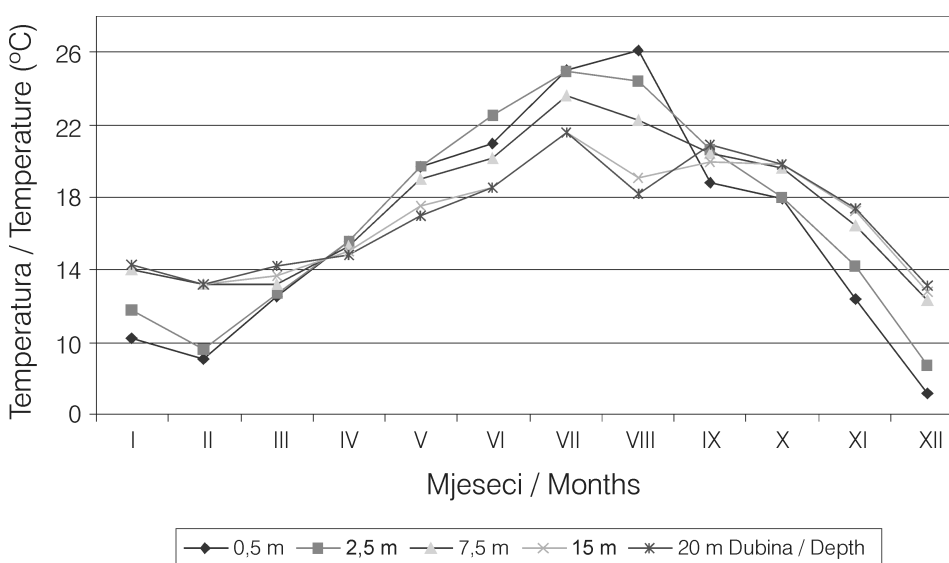


Slika 5. Srednji dnevni rast visine ($\text{mm} \times 10^{-2}$) jakovskih kapica na dubini od 12 do 13 m u uvali Šarina draga
 Figure 5. Mean daily growth in length ($\text{mm} \times 10^{-2}$) of scallops at depths of 12 to 13 m in Šarina draga Bay.

veličine iznosio je oko 168%. Najveći prirast srednje mase školjkaša ($47,6 \text{ g/dan} \times 10^{-2}$) zabilježen je u kolovozu, a najmanji ($6,1 \text{ g/dan} \times 10^{-2}$) u prosincu (Slika 6). Srednja biomasa školjkaša, tijekom istraživanja, porasla je oko 816%.



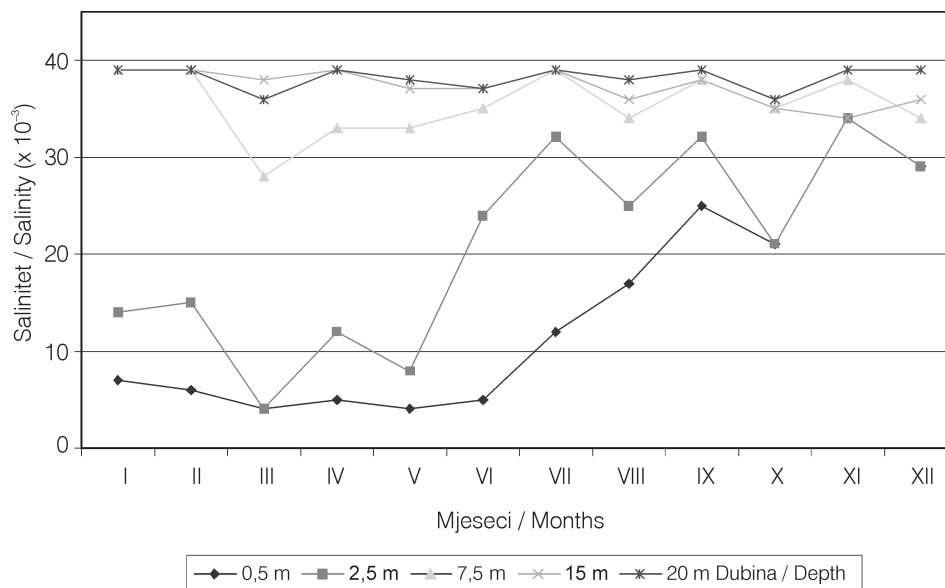
Slika 6. Srednji dnevni rast mase ($g \times 10^{-2}$) jakovskih kapica na dubini od 12 do 13 m u uvali Šarina draga
 Figure 6. Mean daily growth in weight ($g \times 10^{-2}$) of scallops at depths of 12 to 13 m in Šarina draga Bay.



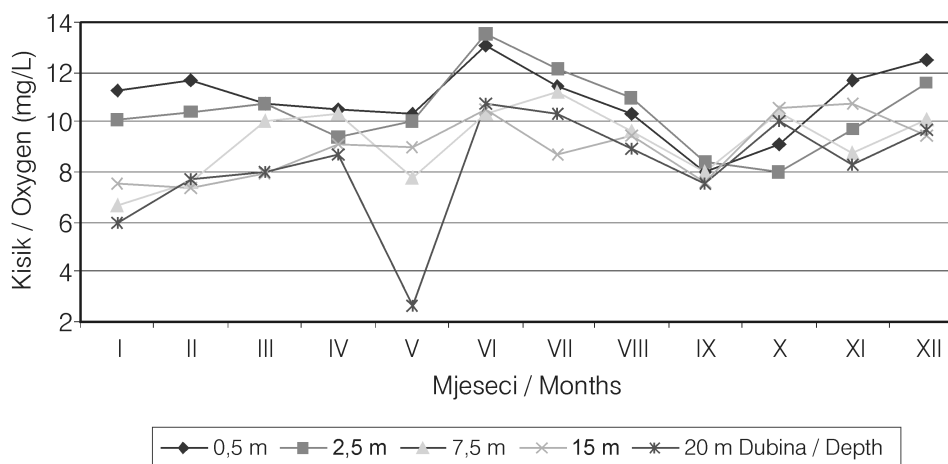
Slika 7. Prikaz temperature (°C) na raznim dubinama u uvali Šarina draga
 Figure 7. Temperature (°C) at various depths in Šarina draga Bay.

Ukupni mortalitet za vrijeme istraživanja iznosio je 33%, s maksimumom 18,3% u travnju.

Temperatura vode u površinskom sloju kretala se je od 26,1 °C u kolovozu do 7,2 °C u prosincu (Slika 7). Najniži salinitet od samo 4×10^{-3} zabilježen



Slika 8. Prikaz saliniteta ($\times 10^{-3}$) na raznim dubinama u uvali Šarina draga
 Figure 8. Salinity ($\times 10^{-3}$) at various depths in Šarina draga Bay.



Slika 9. Prikaz sadržaja otopljenog kisika (mg/L) na raznim dubinama u uvali Šarina draga
 Figure 9. Dissolved oxygen concentrations (mg/l) at various depth in Šarina draga Bay.

je na površini u ožujku i svibnju. Utjecaj slatke vode Krke, u proljetnom se razdoblju, znatnije osjetio do dubine 2,5 m. Pridneni vodeni slojevi, tijekom cijele godine, imali su vrijednosti saliniteta iznad 36×10^{-3} (Slika 8). 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 2,55 m (Slika 9).

RASPRAVA

Najznačajniji čimbenici koji utječu na tijek reproduktivnog ciklusa i gonadnog indeksa (GI) češljača jesu količina raspoložive hrane i promjena temperature vode (Naidu, 1970). U provedenim istraživanjima zabilježeni nagli pad GI jakovskih kapica, u travnju i svibnju, rezultat je mriješćenja potaknutog proljetnim porastom temperature vode iznad 15 °C. Nakon intenzivnoga proljetnog mriješćenja vrijednost GI je niska sve do studenoga. Niske vrijednosti GI mogu biti rezultat dijelom produženog ciklusa mriješćenja, a dijelom visokih ljetnih temperatura (iznad 22 °C). Loše kondicijsko stanje i asinkrono mriješćenje u nepovoljnim temperaturnim uvjetima utvrđeno je i za vrstu *Aequipecten irradians* (Sastry, 1966). Letalna temperatura za vrstu *Placopecten magellanicus* kreće se, ovisno o trajanju izloženosti školjkaša, temperaturi između 20 i 24 °C (Johannes, 1957; Dickie, 1958). U provedenim istraživanjima zabilježena temperatura (viša od 22 °C) također je vjerojatno blizu letalne granice za jakovsku kapicu, kada se inhibira obnavljanje gonadnoga tkiva i nastupa loše kondicijsko stanje.

Obnavljanje prirodnih populacija češljača značajno varira u vremenu i prostoru, ovisno o morskim strujama, smjeru vjetrova, fizikalnim i kemijskim značajkama i prehrambenom potencijalu lokaliteta (Ito i sur., 1975). Prema dobivenim rezultatima prihvaćanja mladi jakovske kapice utvrđeno je produženi reproduktivni ciklus na veći dio godine zbog specifičnih fizikalnih i kemijskih karakteristika ušća rijeke Krke. Unatoč tomu, uspješan prihvat mladi ograničen je na usko razdoblje ožujak–lipanj. U tom je razdoblju 45,9% jakovskih kapica skupljeno u kolektorima izvađenima u lipnju (imerzija ožujak/lipanj). Maksimum prihvaćanja mladi zabilježen je na 6 do 8 m dubine iznad morskoga dna. Vertikalnu distribuciju mladi češljača, s maksimumom prihvaćanja u središnjemu vodenom sloju, utvrđeno u uvali Šarina draga, zabilježena je u brojnim lokalitetima širom svijeta (Naidu i Scaplen, 1976; Latroute i Lorec, 1976; Brand i sur., 1980; Duggan, 1985; Sause i sur., 1987). Mali broj prihvaćene mladi u površinskim vodenim slojevima posljedica je niskih saliniteta, no ne isključuje se 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). Na temelju analize uzrasne strukture prihvaćene mladi češljača i udjela, u skupljenom biološkom materijalu, mladi veličine 1–2 mm utvrđeno je da se ličinke jakovske kapice, u ušću rijeke Krke, prihvaćaju kada je salinitet viši od 20×10^{-3} . Najintenzivniji prihvat mladi zabilježen je pri salinitetu iznad 30×10^{-3} . Smanjenje broja prihvaćene mladi neposredno iznad morskoga dna uzrokovan je 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).

Rast jakovskih kapica u ušću rijeke Krke vrlo je intenzivan i slaže se s tvrdnjom o intenzivnom rastu češljača u prve dvije godine (Imai, 19773). Unatoč znatnim mjesečnim varijacijama prirasta, uočljivo je da se rast jakovske kapice povećava porastom temperature, što se podudara s dostupnim literaturnim podacima za vrstu *Pecten maximus* u uzgoju (Franklin i sur., 1980; Paul i sur., 1981). Srednji dnevni prirast mase jakovske kapice upućuje na velike mjesečne varijacije, sa zabilježenim maksimumom u kolovozu i minimumom u prosincu. Istovjetni prirast mase jakovske kapice utvrđen je i u istraživanjima u uvali Vlačka na otoku Hvaru (Marguš i sur., 1987). Poznato je da je intenzivan rast školjkaša u proljeće uzrokovan porastom temperature i većom biomasom fitoplanktona. Čini se da visoka temperatura (iznad 22 °C) inhibira metaboličke procese i prirast jakovske kapice u ljeto, kao i niska temperatura, ali i vjerojatno lošiji prehrambeni uvjeti u zimi. Vrsta *Pecten maximus* u kontroliranom uzgoju postiže veličinu oko 40 mm za 16 mjeseci (Paul i sur., 1981). U provedenim su istraživanjima jakovske kapice postigle srednju veličinu od 83 mm za 18 mjeseci, što upućuje na pogodnost ušća rijeke Krke za uvođenje kontroliranog uzgoja.

Mortalitet jakovskih kapica za vrijeme istraživanja iznosio je 33%. U Japanu kao zadovoljavajuće preživljavanja u kontroliranom uzgoju vrste *Patinopecten yessoensis* navodi se vrijednost od 50% (Kodera i sur., 1961). U pokusnom uzgoju vrste *Pecten maximus*, u Španjolskoj, zabilježen je mortalitet od 65 do 80% (Roman i Gonzalez, 1985). U pokusnom uzgoju jakovskih kapica u uvali Vlačka na otoku Hvaru mortalitet je iznosio 75%, a kao uzrok navodi se visoka temperatura od 25 °C (Marguš i sur., 1987). Preživljenje jakovskih kapica u provedenim istraživanjima u potpunosti zadovoljava zahtjeve uspješnoga kontroliranog uzgoja. Mortalitet u listopadu i studenome vjerojatno je uzrokovan neadekvatnom manipulacijom prigodom nasadivanja mladi u uzgojne mreže, čemu bi se u daljnjem uzgoju trebalo posvetiti više pažnje. Uzrok mortaliteta u travnju nije u potpunosti jasan, ali se podudara sa sniženim vrijednostima saliniteta u površinskim vodenim slojevima. Moguće je da je zbog konvektivnih procesa došlo do znatnijeg miješanja površinske osladene i dubinske slane vode, što zbog mjesečnog uzorkovanja nije registrirano.

ZAKLJUČCI

Utvrđena je međusobna povezanost gonadnog indeksa i prihvaćanja mladi jakovskih kapica. Sposobnost obnavljanja populacije jakovskih kapica varira u vremenu i prostoru. Vertikalna distribucija prihvaćanja ličinki rezultat je sezonske dinamike fizikalnih i kemijskih parametara i njihove ekološke

tolerancije prema varijacijama saliniteta. Najintenzivniji prihvat mladi zabilježen je u razdoblju kada su saliniteti iznad 30×10^{-3} . Donja granica pri kojoj su utvrđeni prihvat ličinki i preživljenje mladi jakovske kapice jest salinitet od 20×10^{-3} . Najpovoljnije razdoblje za kolektiranje mladi u ušću rijeke Krke je ožujak/lipanj, a najpovoljnija dubina 6–8 m iznad morskoga dna. Rast veličine i mase jakovskih kapica, unatoč velikim mjesečnim varijacijama, intenzivniji je s porastom temperature. Visoke ljetne temperature inhibiraju rast ljuštura, dok se na prirast mase taj efekt ne zamjećuje. Praćenjem stupnja preživljenja jakovskih kapica utvrđeno je da se 45%-tni mortalitet od ukupnog dogodio neposredno nakon nasadivanja mladi u uzgojne mreže, što se pripisuje neadekvatnoj manipulaciji (duže razdoblje izvan mora). Preostali mortalitet od 55% zabilježen u travnju vjerojatno je uzrokovan padom saliniteta, zbog jačeg prodora slatke vode i izraženih konvektivnih procesa među vodenim slojevima, što je redovna pojava u ušću rijeke Krke u proljetnom razdoblju.

Rezultati istraživanja upozorili su na to da je područje ušća rijeke Krke pogodno za komercijalni uzgoj jakovske kapice. Uzgoj ima veliku potencijalnu mogućnost u akvakulturnoj proizvodnji ušća, jer se uz male troškove, koristeći se postojećim uzgojnim parkovima, može organizirati u polikulturi s dagnjama i/ili kamenicama, u dubljim dosada neupotrebljavanim vodenim slojevima.

Summary

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

D. Marguš, E. Teskeredžić

The capture of scallops (*Pecten jacobaeus* Linnaeus, 1758) from natural populations in Croatia is sporadic and unorganised, as a secondary activity in fishing, while no controlled cultivation of this species exists. Research of the gonad index of adults, larvae attachment, survival and growth of juvenile scallops was conducted with the aim of determining the possibility of the

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

Dr. sc. Emin Teskeredžić, scien. adviser, Ruder Bošković Institute, Dep. far marine and environmental research, Laboratory of Aquaculture, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb, HR, e-mail: etesker@rudjer.irb.hr

establishment controlled cultivation and in this way the introduces new species in Croatia's aquaculture production. The capability to replace the population varies in time and space, and is dependent upon the hydrographical characteristics of the river mouth. The most favourable period for collecting juveniles is March–June between 6 to 8 metres depth above the sea bottom. The vertical attachment of juveniles is inversely related to salinity. The lowest salinity for attachment and juveniles survived was about 20×10^{-3} , while successful collection is possible at salinities above 30×10^{-3} . Shellfish aged 6 months, mean size of 33.1 ± 5.5 mm and with a mean mass of 8.8 g reached mean sizes of 83.8 ± 9.5 mm and mean mass of 80.6 g at one year. Total mortality during this study was 33%.

Key words: scallop, *Pecten jacobaeus*, controlled cultivation, mouth of Krka River

LITERATURA

- 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.
- Buljan, M. (1969): Neka hidrografska svojstva estuarnih područja rijeke Krke i Zrmanje. *Krš Jugoslavije*, 6, 303–331.
- Connor, P. M. (1978): Seasonal variation in meat yield of scallop (*Pecten maximus*) from the south coast (Newhaven) of England. *ICES, CM 1978, Doc. K.*, 8, 1–4.
- Dickie, L. M. (1958): Effects of high temperature on the survival of the giant scallop. *J. Fish. Res. Board Can.*, 15, 1189–1211.
- 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., A. Škrivanić, D. Viličić (1986): Hydrological variability of the Krka river Estuary (1984–1986). *Rapports 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.
- Imai, I. (1977): *Aquaculture in shallow seas: Progress in shallow sea culture*. Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd., New Delhi, 263–366.
- 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.

- Johannes, R. E. (1957):* High temperature as a factor in scallop mass mortalities. MS Rept. Fish. Res. Board Ca. Bol., 638, 1–18.
- Kodera, S., Sato, S., Kato, T. (1961):* Rearing of spat in boxes and baskets. Rept. of Mutsu Bay Fish. Res. Cen. (1957–1959), 5, 21–25.
- Latroue, D., Lorec, J. (1976):* Results des Experiences de Captage de Pectinides en Bretagne–Sud. Scallop Workshop, Ireland, 1–12.
- Legac, M. (1974):* Prilog poznavanju litoralne flore i faune otoka Raba. Vijesti muzeal. konzerv. Hrv. 23, 75–87.
- 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. (1988):* Akvakultura češljača (*Patinopecten yessoensis* Jay) u Japanu. Morsko ribarstvo, 4, 119–124.
- Marguš, D. (1989):* Akvakultura češljača (*Patinopecten yessoensis* Jay) u Japanu. II. Posredni uzgoj. Morsko ribarstvo, 1, 9–12.
- Marguš, D. (1989a):* Akvakultura češljača (*Patinopecten yessoensis* Jay) u Japanu. III. Uzgoj do komercijalne veličine. Morsko ribarstvo, 2, 53–57.
- 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., Modrušan, Z., Štancl, Ž. (1987):* Istraživanje mogućnosti razvoja akvakulture u uvali Vlaška na otoku Hvaru. Elaborat, Institut »Ruder Bošković«, Zagreb, 42 str.
- 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.
- 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., Brand, A. R., Hoogesteger, J. N. (1981):* Experimental cultivation of the scallops *Chlamys opercularis* (L.) and *Pecten maximus* (L.) using naturally produced spat. Aquaculture, 24, 31–44.
- Petricioli, D., T. Legović, V. Žutić, Z. Gržetić, G. Kušpilić (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.
- Roman, G., Gonzalez, G. (1985):* Growing of Irish and Spanish scallop seed on rafts. International Pectinid Workshop, La Coruna, Spain, 11 str.
- Sastry, A. N. (1966):* Temperature effects in reproduction of the bay scallop, *Aequipecten irradians* Lamarck. Biol. Bull. Mar. Bol. Lab., 130, 118–134.
- 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.
- Stjepčević, J. (1967):* Makro-Mollusca Bokokotorskog zaliva. Studia Marina, 2, 1–67.
- Špan, A., Požar-Domac, A., Antolić, B., Belamarić, J. (1989):* Bentos litoralnog područja otoka Lokrum. HED Zagreb, Ekološke monografije, 1, 329–360.
- Ventilla, R. F. (1982):* The scallop industry in Japan. Advances in Marine Biology, 20, 309–382.
- 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.
- Zavodnik, D. (1971):* Contribution to the dynamics of benthic communities in the region of Rovinj (northern Adriatic). Thalassia Jugosl., 7, 462–464.

Primljeno: 27. 10. 2004.

Prihvaćeno: 4. 4. 2005.