

Tehnološka cjelina uzgoja trpova roda *Holothuria*

Lobaš, Mario

Master's thesis / Diplomski rad

2020

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:226:684637>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-09-06**



Repository / Repozitorij:

[Repository of University Department of Marine Studies](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

Mario Lobaš

TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA TRPOVA RODA
HOLOTHURIA

Završni rad

Split, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
SVEUČILIŠNI ODJEL ZA STUDIJE MORA
PREDDIPLOMSKI STUDIJ MORSKO RIBARSTVO

TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA TRPOVA RODA
HOLOTHURIA

Završni rad

Predmet: Marikultura II

Mentor:

Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Student:

Mario Lobaš

Split, rujan 2020.

Sveučilište u Splitu
Sveučilišni odjel za studije mora
Preddiplomski studij Morsko ribarstvo

Završni rad

TEHNOLOŠKA CJELINA UZGOJA TRPOVA RODA *HOLOTHURIA*

Mario Lobaš

Sažetak

U radu se opisuju osnovna biološka obilježja trpova roda *Holothuria*, njihovo stanište i rasprostranjenosti. Također, u radu su predstavljeni tehnološko tehnički aspekti mrijesta, a opisom i ključnim okolišnim čimbenicima dodatno su razgraničeni i uvjeti uzgoja trpova. Trpovi su bitni za ekosustav oceana, jer recikliraju hranjive tvari iz šljunka i organskih tvari tj. možemo reći da su čistači morskoga dna. Trpove je lako izloviti, a prirodna obnova populacije je veoma dugotrajna. Zbog opstanka populacija trpova potrebno je ozbiljno razmišljati intenziviranju uzgoja trpova. Dodatni poticaj intenziviranju njihova uzgoja je činjenica da tehnologija uzgoja nije previše zahtjevna. U gastronomiji, trpovi se smatraju delikatesom i stoga njihov uzgoj ima perspektivu i možda baš trpovi predstavljaju potencijal budućnosti prehrambene industrije.

(22 stranice, 9 slika, 29 literaturnih navoda, jezik izvornika: hrvatski)

Ključne riječi: *Holothuria*, uzgoj, ličinke, juvenil, mrijest

Mentor: Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović

Ocjenjivači: 1. Doc. dr. sc. Vedrana Nerlović
2. Doc. dr. sc. Marin Ordulj
3. Prof. dr. sc. Svjetlana Krstulović Šifner

BASIC DOCUMENTATION CARD

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

BSc Thesis

TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF SEA CUCUMBERS REARING

Mario Lobaš

Abstract

This thesis describes the basic biological characteristics of *Holothuria*, their habitat and the distribution. It also presents the technological and technical aspects of spawning while the condition for the growing of sea cucumbers are further delineated by description and key environmental factors. Sea cucumbers are essential for the ocean ecosystem because they recycle nutrients from the gravel and organic substances, so they can be called seabed cleansers. Sea cucumbers are very vulnerable to overfishing and the natural renewal of the population is long-lasting. It is necessary to seriously rethink about the intensification of the breeding of sea cucumbers for the survival of their population. The fact that the breeding technology is not too challenging is additional incentive for intensifying their breeding. In gastronomy, sea cucumbers are considered a delicacy and therefore their breeding has perspective, and perhaps they represent the potential of the future of the food industry.

(22 pages, 9 figures, 29 references, original in: Croatian)

Keywords: *Holothuria*, cultivation, larvae, juveniles, spawning

Supervisor: Doc. Dr. sc. Vedrana Nerlović

Reviewers:

1. Vedrana Nerlović, PhD /Assistant professor
2. Marin Ordulj, PhD / Assistant professor
3. Svjetlana Krstulović Šifner, PhD / Full professor

SADRŽAJ:

1. UVOD.....	1
1.1. Glavna biološko-ekološka obilježja trpova.....	2
1.2. Najrasprostranjeniji trpovi u Jadranu.....	6
1.3. Povijesni pokušaji uzgoja trpova.....	10
2. RAZRADA TEME.....	11
2.1. Uzgojni tankovi i smještaj jedinki u tankove.....	11
2.2. Selekcija i brojanje ličinki.....	11
2.3. Ishrana trpova.....	11
2.4. Provođenje zootehničkih mjera.....	12
2.5. Uzgoj u prirodnim staništima.....	14
2.6. Proces uzgoja trpova kroz istraživanje autora Jamesa (2004).....	14
2.7. Abiotički čimbenici prilikom uzgoja.....	17
2.8. Predatori i njihova prevencija.....	18
3. ZAKLJUČCI.....	19
4. LITERATURA.....	20

1. UVOD

Holothuria je rod trpova koji pripadaju porodici Holothuriidae, redu Aspidochirotida, razredu Holothuroidea, koljenu Echiordermata, te carstvu Animalia. Vrste ovog roda uglavnom su prilagođene bentoskom načinu života (Huixia i sur., 2012). Trpovi su bodljikaši razreda Holothuroidea, a zovemo ih još i morski krastavci. U svijetu je zabilježeno oko 1250 vrsta s najvišim brojem u azijsko-pacifičkom području (Huixia i sur., 2012). Trpovi imaju važnu ulogu u ekosustavu oceana, jer razgrađuju šljunak i organske tvari za bakterije i na taj način recikliraju hranjive tvari koje dospijevaju natrag u vodeni stupac. Trećina poznatih vrsta živi u većim dubinama, gdje čine i do 90% biomase (Habdija i sur., 2011). Neke vrste obitavaju na tvrdim supstratima, stijenama, koraljnim grebenima ili kao vanjski paraziti (epizoiti) na biljkama ili beskralješnjacima. Većina vrsta nastanjuje meka dna na sedimentnim površinama (Purcell i sur., 2012).

U istraživačkom centru za morsko ribarstvo Tuticorin na jugoistočnoj obali Indije 1988. prvi put su uspješno uzgojene ličinke i nedorasli primjerci vrste *Holothuria scabra* Jaeger, 1833 (James i sur., 1988; James i sur., 1993; James, 2004). Morski krastavac *Apostichopus japonicus* Selenka, 1867, koji je široko rasprostranjen duž azijskih obala, postao je jedna od najvažnijih akvakulturalnih vrsta u Kini. Trpovi su cijenjena delikatesa na području cijele jugoistočne Azije, posebice Kine. Upravo su Kinezi i Japanci prvi koji su razvili uspješnu tehniku mrijesta za vrstu *Apostichopus japonicus* koja je cijenjena zbog visokog nutritivnog sastava te zbog povoljnih utjecaja u komercijalnim mrijestilištima filtrirajući sediment. Vrste koje se uz običnog trpa plasiraju na tržište su: plosnati trp *Parastichopus regalis* Cuvier, 1817, *Holothuria froskali* Chiaje, 1841, *Holothuria mammata* Grube, 1840 i *Ocnus planci* Brandt, 1835. Program genetskog uzgoja s ciljem poboljšanja stope rasta i otpornosti na bolesti tek se pokreće. Nedavne genetske studije usredotočene su na razvoj molekularnih markera, izgradnju genetskih karata i karakterizaciju imunoloških gena. Međutim, napredak genetskih studija na *A. japonicus*, koji su uzgojeni prije više od 60 godina u Japanu (Inaba, 1937), i dalje zaostaje u usporedbi s mnogim drugim vrstama akvakulture (Huixia i sur., 2012). Prema izvješću Organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) o svjetskom ribarstvu, proizvodnja morskih krastavaca tijekom 2001. godine je iznosila 18 900 tona (Vannuccini, 2004).

U Jadranu se tijekom Domovinskog rata, ponovno, nakon intenzivnog izlova sredinom 20. stoljeća, javlja interes za izlovom trpova. Naročito je bila popularna vrsta običnog trpa *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788 čiji su se polupreradeći proizvodi izvozili na tržište Dalekog

istoka. Istraživanja koja su krajem 90-tih provedena na području srednjeg Jadrana pokazala su slabo obnavljanje populacija na lokalitetima gdje se izlov obavljao intenzivno. Zaključeno je, da je prirodno obnavljanje moguće samo uz dobro postavljena ograničenja izlova. Zbog nekontroliranog izlovljavanja koje se bilježilo diljem Jadrana tijekom 2000. godine, sve vrste trpova (njih 36) su se našle na listi zaštićenih vrsta u Jadranu. Od 2006. godine, bilježi se porast u broju zahtjeva za komercijalno sakupljanje trpova, sve do 2018. Godine 2009. bilo je dopušteno iskorištavanje trpova, na način i u količini da se ne ugrožavaju njihove populacije na državnoj ili na lokalnoj razini. Premda su postojale kvote i propisi, ilegalno sakupljanje zabilježeno je na brojnim područjima, a stvarne posljedice toga, još uvijek su velika nepoznanica. Prema preporuci Hrvatske agencije za okoliš i prirodu u sezoni 2017./2018. niti jedan zahtjev za sakupljanje trpova nije odobren. Najnovijim Pravilnikom o sakupljanju zavičajnih divljih vrsta (NN 114/17) iz 2017. kao i Pravilnikom o lovostaju trpova (NN 29/18) zabranjeno je sakupljanje svih vrsta trpova.

1.1. Glavna biološko-ekološka obilježja trpova

Trpovi su isključivo morske organizmi od kojih većina živi polusjedilački, pužući ili zakopavajući se u sediment. Manji dio vrsta su slobodno plivajuće pučinske životinje. S obzirom na način života kod trpova se tercijarno razvila bilateralna simetrija. Strana tijela kojom leži na podlozi najčešće se manifestira kao drugačije razvijena, spljoštena i svijetlije boje (Mušin i Marukić, 2007). Radijalna simetrija se zadržala oko usnog otvora kojeg okružuje vijenac od 10 do 30 ticala, tentakula, i kreće se s mjesta pomoću ambulakralnih nožica. Navedena pokretljivost je vrlo slaba, pa su usko vezani uz morsko dno (Ercegović, 1949). Trpovi imaju dobro razvijen mišićni sustav koji im omogućava veliku savitljivost, a time i dobru pokretljivost. U koži trpova uložene su mnoge vapnene pločice, osikule, različitog oblika koje su poslagane u simetričnom redu (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007). Trpovi se uglavnom hrane organskim česticama suspendiranim u vodi, koje lijepe na tentakule i unose u usta koja su okružena dugim, ponekad razgranatim usnim ticalima koja su specijalizirane ambulakralne nožice. Ovisno o vrsti ima ih od 10 do 30 (Matoničkin i sur., 1999; Habdija i sur., 2011). Trpovi koji nemaju tentakule probavljaju organsku tvar iz sedimenta koji gutaju. Osim kože za disanje koriste i vodena pluća u koja kroz anus ubacuju morsku vodu (Matoničkin i

sur., 1999). Probavilo je duže od tijela i savinuto unutar tjelesne šupljine. Probavilo započinje ustima, a slijedi mišićavo ždrijelo koje je okruženo vapnenačkim prstenom od 10 osikula. Na ždrijelo se nadovezuju kratki jednjak, kratki želudac te dugo crijevo koje je savijeno u petlju unutar tijela te završava kloakom. Kloaka ima funkciju i u disanju te se pravilno steže, a završava analnim otvorom (Habdija i sur., 2011). Trpovi imaju sposobnost da u slučaju opasnosti, iz anusa, pomoću posebnog organa, tzv. Cuvierovih cijevi, izbacuju dugačke ljepljive niti koje sadrže otrovne supstance ili pak izbacuju cijelu utrobu koju brzo regeneriraju (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007). Neke vrste morskih krastavaca imaju zanimljive biološke karakteristike. Na primjer, kao odgovor na visoke temperature, neke se vrste mogu zaštititi ulaskom u fiziološko stanje mirovanja koje karakterizira neaktivnost, prestanak hranjenja, degeneracija crijeva i gubitak težine. Pored toga, neke vrste posjeduju još jedan obrambeni mehanizam koji se naziva evisceracija, tj. mogu izbaciti unutarnje organe (probavni i dišni sustav) iz svoga tijela kad su pod stresom (kemijski stres ili fizička manipulacija). Organi koje jedinke izbace, istodobno se počinju regenerirati i to veoma brzo (Huixia i sur., 2012). Trpovi su obično razdvojena spola, a neki su i dvospolci (Matoničkin i sur., 1999). Morski krastavci su razdvojenog spola, ali nije moguće razlikovati mužjake i ženke po vanjskom izgledu (Mušin i Marukić, 2007). U slučaju vrste *H. scabra*, samo mikroskopskim pregledom spolnih žlijezda može se otkriti je li primjerak mužjak ili ženka. Međutim, jedinke je moguće razlikovati u vrijeme mrijesta budući da se ponašanje mužjaka i ženki prilikom mrijesta razlikuje. Najčešće se prvi mrijeste mužjaci, a zatim ženke. Mužjak prvo podiže prednji kraj te prikazuje njišuće pokrete poput zmije (Slika 1). Nakon toga mužjaci počinju ispuštati spermatozoide u vidu bijelog mlaza koji izlazi iz gonopora smještenog na prednjem dijelu te u sredini dorzalne strane. Mužjak ispušta spermatozoide gotovo 2 sata. U međuvremenu, zrele ženke počinju reagirati, možda na prisutnost spermatozoida koji se oslobađaju u vodi. Prednji krajevi ženki postaju ispupčeni zbog pritiska stvorenog unutar gonopora nakupljanjem oocita. Ženka oslobađa oocite koji se talože na podlozi. Ponekad se iste ženke mrijeste drugi ili čak treći put. Oocite se izbacuju kroz jedan gonopor, snažnim mlazom koji doseže udaljenost od oko jednog metra, pomažući u širenju po širokom području. Gamete ženki se oslobađaju kao svijetložuta supstanca nalik na sluz (James, 2004).



Slika 1. Mrijest mužjaka (foto: Mario Lobaš).

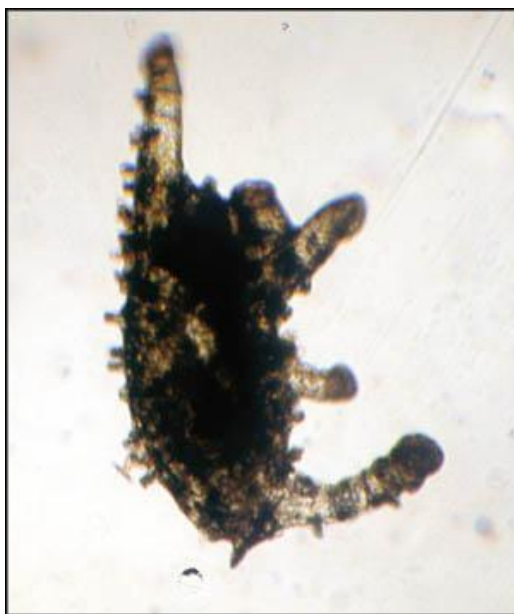
Razvojni ciklus trpova možemo podijeliti na embrionalni stadij, ličinački stadij, juvenilne jedinke i adultne jedinke. Prvi stadij razvoja ličinke poznat je kao auricularia i duga je oko 1 mm (Slika 2). Ova ličinka pliva pomoću duge trake cilija omotane oko njenoga tijela. Razvoj auricularia može se podijeliti u tri stadija: rani, srednji i kasni (Barnes, 1982). Kako ličinka raste, prelazi u drugi stadij koji se naziva doliolaria, s tijelom u obliku bačve i s tri do pet odvojenih prstenova cilija (Slika 3). Treći stadij ličinke je pentacularia (Slika 4). U navedenom stadiju na jedinakama morskog krastavca se pojavljuju ticala (Barnes, 1982).



Slika 2. Auricularia - prvi stadij ličinke trpa (izvor: FAO, 2004).



Slika 3. Doliolaria – drugi stadij ličinke trpa (izvor: FAO, 2004).



Slika 4. Pentacularia – treći stadij ličinke trpa (izvor: FAO, 2004).

1.2. Najrasprostranjeniji trpovi u Jadranu

Do danas je u Sredozemnom moru poznato 47 vrsta trpova, raspona veličine od 0,2 do 30 cm. U Jadranskom moru registrirano je 37 vrsta od kojih je najpoznatiji tamnosmeđi ili crni, obični trp *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788, zatim pjegasti trp *Holothuria forskali* Chiaje, 1841, brizgavac *Ocnus planci* Brandt, 1835 i plosnati trp *Stichopus regalis* Cuvier, 1817 (Matoničkin i sur., 1999; Habdija i sur., 2011; Mušin i Marukić, 2007).

Obični trp, *Holothuria tubulosa* Gmelin, 1788, naseljava pješčana, muljevita i kamenita dna obrasla algama (Slika 5). Običnog trpa nalazimo na staništima između livada posidonije od površine do 100 m dubine (Mojetta i Ghisotti, 1994). Ima štitasta ticala, dobro razvijene ambulakralne nožice i vodena pluća, a u koži mnogo vapnenih pločica različitog oblika (Matoničkin i sur., 1999). Tijelo običnog trpa je cilindričnog oblika s ustima na jednom, a analnim otvorom na drugom kraju, a tijelo se opisuje s dodatnim obilježjima crne, tamnocrvene do tamnocrveno ljubičaste boje, pri čemu je trbušna strana svjetlija. Po tijelu se nalaze brojne trnolike izrasline poredane u pet uzdužnih redova. Obični trp naraste između 30 i 35 cm (Mojetta i Ghisotti, 1994; Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007). Obični trp je slabo pokretna životinja, uglavnom se hrani organskim tvarima koje pronalazi na morskom dnu. Razmnožava se tijekom ljeta, oplodnja je vanjska i ličinke izvjesno vrijeme lebde kao

planktonski organizmi u vodi. Vrsta je rasprostranjena duž obala istočnog Atlantika, te u cijelom Sredozemnom moru. U Jadranu je rasprostranjen duž cijele obale, u velikom broju (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007).



Slika 5. Vrsta *Holothuria tubulosa* (foto: Benjamin Guichard).

Pjegasti trp *Holothuria forskali* Chiaje, 1841 se zadržava u pojasu od 5 do 60 m dubine (Slika 6). Pjegastog trpa obično nalazimo na kamenitom dnu obraslom algama te na koraligenskom dnu. Tijelo je valjkastog oblika, naraste do 30 cm. Slabo je pokretan organizam. Osnovna boja tijela je crno-smeđa na kojoj se ističu brojne žućkaste bradavičaste izrasline s crnim vrhovima (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007). Na podražaje odgovara izbacivanjem Cuvierovih cjevčica (Matoničkin i sur., 1999; Habdija i sur., 2011). Živi na stjenovitim mjestima među algama gdje se hrani ostacima uginulih algi i drugim organskim tvarima s morskog dna. Rasprostranjen je uz istočnu obalu Atlantika te u Sredozemnom moru. U Jadranu se bilježi kao široko rasprostranjena i brojna vrsta (Mojetta i Ghisotti, 1994; Mušin i Marukić, 2007).



Slika 6. Vrsta *Holothuria forskali* (foto: Borut Furlan).

Brizgavac *Ocnus planci* Brandt, 1835 živi na pjeskovitom i muljevitom dnu u pojasu od 5 do 60 metara dubine (Slika 7). Brizgavac naraste do 15 cm. Jedinke imaju uzdužno na tijelu poredane nožice, papile, pomoću kojih se pokreću. Oko usnog otvora brizgavac ima 10 radijalno postavljenih dugačkih lovki, tj. ima razgranjena ticala (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007). Temeljna razlika u odnosu na ostale trpove je njegova karakteristika da ne leži na morskome dnu, već je prednjim dijelom tijela uspravljen, a lovkama poredanim oko usnog otvora lovi plankton i ostale hranjive tvari. Boja tijela brizgavca varira od tamno do svijetlo crvene. Mrijest se odvija tijekom proljeća. Najveća rasprostranjenost zabilježena je na području istočnog Atlantika, Sredozemnog i Atlantskog mora. Vrlo je brojan u sjevernom dijelu Jadrana (Matoničkin i sur., 1999; Mušin i Marukić, 2007).



Slika 7. Vrsta *Oncus planci* (foto: Gianni Neto).

1.3. Povijesni pokušaji uzgoja trpova

Juvenilne jedinke *Apostichopus japonicus* uzgojene su prije više od 60 godina u Japanu (Inaba, 1937). Nakon toga, Shuxu i Gongchao (1981), Li (1983), Shui i suradnici (1986) izvijestili su o uzgoju i kulturi ove vrste u Kini. Prema dostupnoj literaturi i dosadašnjim istraživanjima može se zaključiti kako su kineski i japanski istraživači početnici u akvakulturi morskog krastavca, *A. japonicus*. Koreja i Rusija također imaju svoj znanstveni doprinos kroz istraživanja u području uzgoja morskih trpova. James i suradnici (1988) su u istraživačkom centru za morsko ribarstvo Tuticorin (Južna Indija) prvi uzgojili juvenilne jedinke vrste *Holothuria scabra*. Slijedeći istu tehnologiju, juvenilne jedinke navedene vrste uzgojene su posljednjih godina u Australiji, Indoneziji, Novoj Kaledoniji, Maldivima, Salomonskim otocima i Vijetnamu (James i James, 1994; James, 2004). Posljednjih godina bilo je nekoliko autora iz Kine i Japana koji su radili na umjetnom uzgoju navedene vrste. James i suradnici (1988) su prvi put u Indiji uzgojili juvenilne jedinke *H. scabra*. Od 1988. godine *H. scabra* se više puta uzgajala u kavezima (James, 1993a, 1997, 1998; James i James, 1993; James i sur., 1994a, b). Autori Chen i Chain (1990) dodatno su argumentirali i znanstveno potkrijepili uvjete i specifičnosti vezano za razvoj ličinki *Actinopyga ehinitesa*, a James i suradnici (1993) su istraživali mrijest vrste *A. mauritiana*, dok su Asha i Rodrigo (2001) te Asha i Muthiah (2002) istraživali, uz mrijest, i uzgoj ličinki *Holothuria spinifera* u Indiji.

2. RAZRADA TEME

2.1. Uzgojni tankovi i smještaj jedinki u tankove

Prije upotrebe, spremnici za uzgoj trpova se pročišćavaju i pune morskom vodom koja sadrži 40 ppm praška za izbjeljivanje, a potom se ispiru čistom filtriranom morskom vodom (Asha i Muthain, 2002). Svi spremnici koji se koriste prilikom uzgoja, moraju se prethodno očistiti, a tek nakon toga se ispune morskom vodom, tijekom 20 dana kako bi sustav bio spreman za korištenje.

Nasad jedinki je važan u uzgoju i provodi se stroga kontrola gustoće ličinki u smještajnim kapacitetima (br. ličinki/ml). Ličinke auricularia tijekom ranih i srednjih stadija koncentriraju se na površini vode. Ako je gustoća ličinki velika, formirat će aglomeracije i potonuti na dno spremnika što će rezultirati njihovim ugibanjem. Stoga bi trebalo kontrolirati uzgojnu gustoću kako bi se osigurala bolja stopa preživljavanja. Poželjna gustoća auriculariae je 300-700/l (James, 2004).

2.2. Selekcija i brojanje ličinki

Nakon prebacivanja embrija u spremnike za uzgoj, unutar 30 sati, razvijaju se u ličinke tzv. auricularia. Zdrave ličinke zauzimaju površinski sloj vode, dok se deformirane ličinke i mrtvi zametci nalaze u donjem sloju vodenog stupca ili na dnu spremnika. Uzorci se mogu uzeti odvojeno: s oba kraja te sa sredine spremnika pomoću čaša od 250 ml. Uzorak se promiješa i uzme se uzorak od 1 ml s pipetom i postavi se na brojačku planktonsku komoru u svrhu procjene broja ličinki. Uzimaju se još dva uzorka, a prosjek od tri broja uzima se kao pokazatelj gustoće ličinki. Ličinke auricularia u ranom stadiju razvoja treba uzgajati s gustoćom od oko 500 ličinki/l (James, 2004).

2.3. Ishrana trpova

Visoko kvalitetne mikroalge i pravilni raspored hranjenja ključni su čimbenici uspješnog uzgoja ličinki morskog krastavca. Rane auriculariae imaju dobro oblikovan probavni trakt i moraju se hraniti. Ishrana navedenih ličinki sastoji se od prenošenja suspendiranih čestica

hrane u prehrambeni kanal kroz dijelove usta, lepršanjem peristomialnih cilija. Za ishranu najučinkovitije su se pokazale vrste *Isochrysis galbana*, *Dunaliella salina*, *Dicrateria* spp. Najbolje stope rasta i niži mortalitet zabilježeni su kad su ličinke prvi put bile nahranjene mikroalgom *I. galbana* i dopunom miješanim kulturama, uglavnom od *Chaetoceros* spp., četiri ili pet dana poslije. Ličinke su hranjenje dva puta na dan jednostaničnim algama, a navedena količina ovisila je o stadiju ličinki. Općenito, u spremniku je održavana koncentracija od 20 000 do 30 000 stanica/ml. Količinu dane hrane treba povećavati ili smanjivati, uzimajući u obzir punoću želuca ličinki, koja se redovito kontrolira prije hranjenja. Punoća želuca se svakodnevno može vizualno procijeniti prije hranjenja (Asha i Muthain, 2002).

Metamorfizirane juvenilne jedinke imaju ograničenu sposobnost plivanja, a tentakuli su im kratki. Morske alge poput *Sargassum* spp. i *Halimeda* spp. isprobane su kao hrana. Proteinima bogat *Sargassum* spp. i morska trava, *Syngodium isoetifolium*, odabrane su kao prikladna hrana za juvenilne jedinke morskih krastavaca. Alge se najbolje iskoriste ukoliko se izrežu na manje komade i potom samelju u finu pastu koja se zatim filtrira pomoću sita 40 mm. Nakon mjesec dana rasta, pasta se filtrira kroz sito 80 mm. Preporuka je filtrirani ekstrakt davati juvenilnim jedinkama dva puta dnevno, ujutro i navečer. Istraživanje autora Jamesa (2004) je pokazalo kako su se juvenilne jedinke aktivno hranile nataloženim ekstraktom algi i veoma su dobro rasle.

2.4. Provođenje zootehničkih mjera

Tijekom razvoja ličinke izbacuju fekalije i stalno troše otopljeni kisik. Neke će ličinke, budući da se nalaze u osjetljivoj životnom stadiju, uginuti. Uginule jedinke će zajedno s viškom hrane stvoriti štetne tvari poput sumporovodika i amonijaka. Također, s porastom temperature bakterije prisutne u sredini se razmnožavaju brzo i mogu narušiti kvalitetu vode. Loša kvaliteta vode izravno utječe na normalan razvoj ličinki. Stoga je nužno pravilno upravljanje vodom i sanitarna zaštita, uključujući redovito čišćenje spremnika i često mijenjanje vode. U svrhu održavanja zootehničkih mjera sedimentne i deformirane ličinke na dnu spremnika se trebaju svakodnevno ukloniti (Asha i Muthain, 2002).

Tijekom izmjene vode, koristi se sito (veličina mrežice od 80 mm) kako bi se spriječio gubitak jaja i/ili ličinki. Dok se voda mijenja, preporučljivo je stalno lagano miješati vodu u

spremniku. Kontinuirano miješanje će spriječiti oštećenje ličinki tijekom promjene vode, jer bez miješanja sito bi moglo prouzrokovati trajna oštećenja na tijelu ličinke (James, 2004).

Kad se ličinke razvijaju u juvenilne jединke, počinju puzati po supstratu, a većina ih ostaje na pločama za naseljavanje. Juvenilne jединke nakon dva mjeseca dosežu duljinu 20 mm (Slika 8), a nakon četiri mjeseca dostižu 40 mm (Slika 9). Petnaest dana nakon naseljavanja mogu se jasno vidjeti golim okom i tada je potrebno napraviti procijenu broja juvenilnih jединki. Površina uzorkovanja svakog spremnika mora činiti preko 5% ukupne površine. U svrhu povećanja stope preživljavanja, potrebno je održavati gustoću između 200 i 500 juvenilnih jединki/m². Naime, autor James i suradnici (1994a) navode da će veća gustoća i nedovoljna količina hrane nepovoljno utjecati na rast i preživljavanje.



Slika 8. Dvomjesečne uzgojene juvenilne jединke trpa (izvor: FAO, 2004).



Slika 9. Četveromjesečne uzgojene juvenilne jединke trpa (izvor: FAO, 2004).

2.5. Uzgoj u prirodnim staništima

Trpovi nemaju učinkovite obrambene mehanizme što ih čini vrlo ranjivima, a prirodne populacije alarmantno nestaju kao rezultat prelova. Juvenilne jedinke proizvedene u mrijestilištu se puštaju u prirodnu sredinu kako bi se osigurala repopulacija. Brojna znanstvena istraživanja dodatno se fokusiraju na ispitivanju učinaka morskog uzgoja na određenom području (James, 2004).

Dodatna istraživanja provedena u Indiji govore u prilog činjenici kako juvenilne jedinke i mlade jedinke *Holothuria scabra* rastu relativno brzo na uzgojnim jedinicama s kozicama koristeći se otpadom od hrane. Rast juvenilnih jedinki morskog krastavca tri puta je brži kad se uzgajaju na farmi kozica, bez utjecaja na uobičajene aktivnosti uzgoja kozice (James, 2004). Ukoliko se juvenilne jedinke *H. scabra* uzgajaju u planiranom broju, preporučljivo je puštati ih izravno na farmu po stopi od 30 000 juvenilnih jedinki/ha. Očekuje se da će stopa rasta biti bolja ako se slobodno uzgajaju na farmi kozica, a ne u skućenom prostoru zatvorenog sustava na kopnu. Na temelju podataka prikupljenih kroz istraživanja Jamesa (1993b), očekuje se da će juvenilne jedinke dostići značajnu masu krajem prve godine.

2.6. Proces uzgoja trpova kroz istraživanje autora Jamesa (2004)

Za uzgoj trpova, tijekom istraživanja koristili su se veliki i zdravi primjerci koji se uglavnom prikupljaju u plitkim vodama do dubine 10 m. Kako navodi autor James (2004), u Mannarskom zaljevu sezona prikupljanja morskih krastavaca traje od listopada do ožujka, dok u zaljevu Palk sezona ulova traje od ožujka do listopada. Nakon što su se jedinke sakupile, bile su smještene u tankove od jedne tone. U spremniku od jedne tone koji sadrži 750 litara vode može se uzgajati 0,3 milijuna *auriculariae* (Slika 2). Pojedina mrijesna jedinica je uključivala između 15 i 20 uzoraka na površini od 2 m². Dno spremnika prekrilo se blatom iz prirodnog staništa debljine 15 cm kako bi se jedinka mogla zakopati. Voda se u spremnicima mijenjala svako jutro, a supstrat (blato) na dnu spremnika se mijenjao svako dva tjedna. Prije upotrebe spremnici su se temeljito čistili prahom za izbjeljivanje i izlagali suncu kako bi se osušili.

Autor navodi kako se najbolji rezultati za toplinsku stimulaciju postižu tijekom mrijesnih mjeseci (ožujak-svibanj). Za potrebe stimuliranog mrijesta temperatura vode se podizala za 3-5 °C laganim dodavanjem mlake morske vode i jednoličnim miješanjem.

U navedenom istraživanju jasno se ukazuje na prioritet smještaja jedinki, tj. pokazalo se kako je bolje držati samo jednog mužjaka u spremniku prilikom mrijesta. U suprotnom bi se producirao prekomjeran broj spermatozoida koje mužjaci ispuštaju. Uglavnom se 20 primjeraka unosilo u spremnike u 10:00 sati. U intervalu od tri sata (u 13:00 sati) mužjaci su izbacili spermije podižući prednji kraj. Sat vremena ili više nakon što su mužjaci oslobodili spermu, ženke su počele ispuštati oocite. Istodobno, nekoliko mužjaka i dalje je ispuštalo spermije u tanku.

Nakon što se oociti i spermatozoidi puste u vodu, morski krastavci se uklanjaju iz spremnika. Oociti se brzo oplođuju dok uspostavljaju kontakt sa spermatozoidima. Jajašca se isperu nekoliko puta kako bi se uklonili suvišni spermatozoidi. U ranijim studijima James i suradnici (1994a) navode da prekomjerni spermatozoidi mogu smanjiti brzinu oplodnje i uzrokovati razvoj deformiranih embrija.

Velike ženke mogu otpustiti oko milijun oocita. U 750 litara vode bilo je skladišteno oko 0,7 milijuna jaja. Jaja su bila sferična, bijela i vidljiva golim okom te su pronađena kako plutaju u vodi. Promjer oocita je bio u rasponu od 180 do 200 μm . Nakon oplodnje jajašca su podvrgnuta cijepanju te su se razvila u stadij dipleurule duljine od 190 do 250 μm . Dipleurula se nakon 24 sata transformirala u ranu ličinku auricularia, kao što je na prikazu Slike 2. U ovom su stadiju jedinke bile duljine 430 μm i širine 280 μm . Rane ličinke auricularia imaju bukalnu šupljinu, cilijarne trake, kloaku i anus te se aktivno hrane.

Jedinke su se tijekom istraživanja hranile mikroalgama, *Isochrysis galbana*, i mješovitom kulturom kojom dominiraju vrste *Chaetoceros* spp. i *Skeletonema* spp. Kako su dani prolazili auricularia je postajala sve izraženija te su joj bočne projekcije također postale istaknute. Sa svake strane ličinke kasne auriculariae bile su vidljive četiri bočne projekcije. Jednjak i želudac u obliku kruške bili su dobro razgraničeni. Desni i lijevi stomatocoel su bili jasno vidljivi. Cilijarni trakovi imali su brojne pigmentne mrlje. Dužina ličinki kasne auricularie varirala je od 660 do 1050 μm (prosječno 860 μm), a širina 240-690 μm (prosječno 500 μm). Neke od ličinki auriculariae ostale su malene.

Nekoliko kasnih auricularia transformiralo se u doliolariae desetog dana. Doliolariae su bile bačvaste, s pet hijalinskih sfera na svakoj strani. Kasnije su se prva dva pipka razvila na

prednjem kraju. Duljina doliolariae je varirala od 420 do 570 mm (prosječno 485 mm) i širine 240-390 mm (prosječno 295 mm).

Trinaestog dana neke su se doliolariae transformirale u ličinke pentacularia (Slika 4). Tijelo pentacularie bilo je cjevasto, na prednjem kraju pet šiljaka, a na zadnjem kraju jedan kratki produžetak koji pomaže pri kretanju. Analni otvor bio je izražen. Duljina pentacularia je varirala od 330 do 750 mm (prosječno 307 mm). Osamnaestog dana ambukularne nožice postale su izraženije. Na stražnjem kraju su se razvila dva dugačka stopala. U navedenom stadiju duljina juvenilnih jedinki je bila 550-720 mm (prosječno 656 mm), a širina je varirala od 210 do 320 mm (prosječno 262 mm). Pentacularia se imala običaj kretati do ruba spremnika, ostajući tik ispod površine vode. Ubrzo su se jedinke trpova smjestile na dno spremnika. Juvenilna jedinka tzv. pentacularia se nastanjuje kada se na pojedinom staništu nalazi dovoljno hrane te kada je na raspolaganju tvrda podloga. Navedeni uvjeti (hrana i čvrsta podloga) moraju biti zadovoljeni da bi se jedinka nastanila.

Tijekom istraživanja autor je koristio dvije vrste podloga za naseljavanje. Naime, korištene su pločice s grubom površinom i polietilenske ploče. U prvom slučaju, filtrirana morska voda je neprestano cirkulirala u spremnicima četiri ili pet dana na sunčevoj svjetlosti. Pločice su bile odložene u vodi. Nakon naseljavanja bentoskih algi na pločice, uronjene su u spremnike na kojima se nalaze ličinke doliolariae. Tvrda površina i dostupna hrana naveli su doliolariu da metamorfozira u pentacularie i da se nakon toga taloži na pločice. Autor James ističe nedostatak navedenih pločica, jer bentoske alge mogu lako uginuti i lako se mogu odvojiti nakon četiri ili pet dana, posebno u uvjetima u kojima nedostaje sunčeve svjetlosti. U drugom slučaju, korištene su polietilenske ploče smještene u spremniku napunjenom morskom vodom. U spremnik se dodavao ekstrakt algi, obično *Sargassum* spp. koji je filtriran kroz sito od 40 mm. Ekstrakt alge lijepi se na ploče od polietilena. Nakon četiri ili pet dana ploče od polietilena su se prekrile finim premazom ekstrakta algi, koji je dobra podloga za nastanjivanje ličinki. Stoga možemo zaključiti kako su polietilenske ploče pogodnije za uzgoj algi od pločica s grubom površinom.

2.7. Abiotički čimbenici prilikom uzgoja

Kontrola abiotičkih čimbenika je važna, jer su ličinke i juvenilne jedinice veoma osjetljive na promjene u okolišu (James i sur, 1994a; James, 2004). Otkriveno je da je optimalna temperatura za uzgoj ličinki 27-29 °C. Preporuka je da temperaturu vode u uzgoju treba kontrolirati dva puta dnevno - jednom ujutro i jednom popodne (James i sur., 1994a; Chen i Chian, 1990).

Koncentracija otopljenog kisika razlikuje se ovisno o temperaturi vode. Što je veća temperatura, to je niža razina otopljenog kisika. U istraživačkom centru za morsko ribarstvo Tuticorin (James, 2004), normalna razina otopljenog kisika bila je oko 5-6 ml po litri. Ličinkama se tijekom cijelog dana treba osigurati neprestano prozračivanje kako se razina kisika ne bi smanjila. Za spremnik od 1 tone obično se sugeriraju dva aeratora koja su smještena na krajevima tankova kako bi se osigurala optimalna koncentracija otopljenog kisika u svim dijelovima tanka (James i sur., 1994a).

U normalnim uvjetima morska voda je alkalna s pH vrijednostima od 7,5-8,5. Ispitivanja su pokazala da ličinke toleriraju poprilično širok raspon pH vrijednosti (James i sur, 1994a; Asha i Munitah, 2005). Međutim, kad pH poraste iznad 9,0 ili padne ispod 6,0, pokreti ličinki slabe i rast prestaje. Stoga se pH vode mora održavati između 6,0 i 9,0 (James i sur., 1994a).

Salinitet morske vode je 35 ‰. Za ličinačke stadije smrtonosni, kritični salinitet iznosi 12,9 ‰, dok se optimalni salinitet za razvoj ličinki kreće od 26,2 ‰ do 42,7 ‰ (Asha i Munitah, 2002; Chen i Chain, 1990). Uzimajući u obzir navedeni raspon, pokazalo se da veći salinitet može osigurati brži razvoj. Ekstremne razine saliniteta negativno utječu na normalan razvoj embrija i ličinki, što rezultira velikim brojem deformiranih ličinki i većom smrtnošću (James i sur., 1994a).

Sadržaj amonijaka u morskoj vodi vrlo je nizak. Glavni izvori u rasplodnim spremnicima su metaboliti ličinki, višak hrane i organizmi koji se raspadaju. Akumulacija amonijaka u koncentraciji većoj od 500 mg/m³ može biti štetna za ličinke. Ličinke se mogu normalno razvijati uz amonijak u rasponu od 70 do 430 mg/m³ vode (James i sur., 1994a).

2.8. Predatori i njihova prevencija

Problem u uzgoju trpova mogu predstavljati predatori. James i suradnici (1994a) navode da su harpaktikoidi i drugi kopepodi i cilijati glavni grabežljivci slabo pokretnih ličinki auricularia. Predatori obično napadaju auriculariu uzrokujući ozljede i na kraju ih ubijaju. Također, predatori štetno utječu na juvenilne jedinke tako što se brzo razmnožavaju u spremnicima za uzgoj i postaju kompetitori za hranu. Istraživanje je pokazalo da se ekstrakti alge *Sargassum* spp., koju koriste juvenilne jedinke za ishranu, često nalaze u probavnom traktu kopepoda (James i sur., 1994a).

Za prevenciju tj. uklanjanje harpaktikoida i ostalih kopepoda testirana je učinkovitost raznih kemikalija. Harpaktikoidi su osjetljivi na organski fosfor i stoga su Dipterix, Kogor i druge kemikalije koje sadrže organo-fosfor djelotvorne. Utvrđeno je da harpaktikoidi mogu biti ukonjeni s 2 ppm Dipterixa za dva sata bez štetnih učinaka na juvenilne jedinke. Otopinu Dipterixa treba ravnomjerno ulijevati u spremnik, a voda se nakon dva sata potpuno treba promijeniti, u suprotnom kemikalije mogu štetno utjecati na juvenilne jedinke (James, 2004).

3. ZAKLJUČCI

Izlov morskih trpova se može s lakoćom provoditi kao i njihov uzgoj. Također, trpovi su bogati proteinima te je meso trpa iskoristivo u visokom postotku u prehrambene svrhe. Gastronomski specijaliteti, kao što je npr. Beche–de–mer (sušeni morski trp), vrlo su traženi na tržištu i to primarno u azijskim zemljama dok gastronomski potencijal trpova u ostatku svijeta još nije dovoljno iskorišten. U Jadranu i Republici Hrvatskoj, izlovljavanje morskih trpova zakonom je zabranjeno, međutim trebalo bi provesti dodatna istraživanja vezano za mogućnost njihovog uzgoja. Uzgoj trpova bi bilo dobro primijeniti na područjima kaveznih uzgoja tuna, orade i brancina. Osim ekološkog benefita, jer su trpovi čistači morskog okoliša, njihov bi uzgoj predstavljao i znatnu ekonomsku dobit, jer bi se uzgojeni trpovi mogli jako dobro plasirati na strana tržišta, posebno na dalekom istoku. Uz bolje upoznavanje potrošača sa svim benefitima iskorištavanja trpova, trpovi imaju veliki uzgojni potencijal u budućnosti.

4. LITERATURA

- Asha PS, Rodrigo JX. 2001. Spawning and larval rearing of the sea cucumber, *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel at Tuticorin. Marine Fisheries Information Service, Technical & Extension Service, 169, str. 11-13.
- Asha PS, Muthiah P. (2005). Effects of temperature, salinity and pH on larval growth, survival and development of the sea cucumber *Holothuria spinifera* Theel Tuticorin Research Centre of CMFRI, 115 N.K. Chetty Street, Tuticorin 628 001, India.
- Asha PS, Muthiah, P. 2002. Spawning and larval rearing of the sea cucumber *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel. Beche-de-mer, Information Bulletin, 16, str. 11-15.
- Barnes RD. 1982. Invertebrate Zoology. Philadelphia, PA: Holt-Saunders International, str. 981–997.
- Botka-Petrak K, Petrak T, Kalodera Z, Medić H. 2006. "TREPANG"-*Holothuria tubulosa*, jadranski trp-izvor biološki učinkovitih tvari // Veterinarska stanica : znanstveno-stručni veterinarski časopis 37 No. 3-4, str. 159-166
- Chen CP, Chian CS. 1990. Larval development of sea cucumber *Actinopyga echinites* (Echinodermata: *Holothuroidea*). Bulletin of Institute of Zoological Academic Sinica, Vol. 29, No. 2, str. 127 – 133.
- Ercegović A. 1949. Život u moru, Biologijska oceanografija, Izdavački zavod Jugoslavenske akademije znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 90., 185-186., 217.
- FAO, 2004. Advances in sea cucumber aquaculture and management, Inland Water Resources and Aquaculture Service, FAO Fisheries Department, Rome, Italy
- Habdija I, Primc Habdija B, Špoljar M, Matonićkin Kepčija R, Vujčić Karlo S, Miliša M, Ostojić A, Sertić Perić M. 2011. Protista – Protozoa, Metazoa – Invertebata, Strukture i funkcije, I. izdanje, Alfa, Zagreb, str. 489-492.
- Huixia D, Zhenmin B, Rui H, Shan W, Hailin S, Jingjing Y, Meilin T, Yan L, Wen W, Wei L, Xiaoli H, Shi W, Jingjie H. 2012. Transcriptome Sequencing and Characterization for the Sea Cucumber *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867), PLoS One. Vol 7, No 3, str. 1-2.
- James DB, Rajapandian ME, Baskar BK, Gopinathan CP. 1988. Successful induced spawning and rearing of the holothurian, *Holothuria (Metriatyla) scabra*, Jaeger at

- Tuticorin. Marine Fisheries Information Service, Technical & Extension Service, 87, str. 30-33.
- James PSBR, James DB. 1993. Ecology, breeding, seed production and prospects for farming of sea cucumbers from the seas around India. *Fishing Chimes*, Vol.13, No.3, str. 24-34.
- James DB. 1993a. Sea cucumber culture. In: *Sea Weed, Sea Urchin and Sea Cucumber. Handbook on Aquafarming*. The Marine Products Export Development Authority, Cochin. str. 33-47.
- James DB. 1993b. Sea ranching of sea cucumbers. *Marine Fisheries Information Service, Technical & Extension Service*, 124, str. 15-17.
- James DB., Kathirvel M, Ramadoss K, Chellam A. 1993. The spawning of the holothurian *Actinopyga mauritiana* (Quoy and Gaimard) on board FORV Sagar Sampada. *Journal of Marine Biological Association of India*, Vol. 35, No. 1-2, str. 220-221.
- James DB, James PSBR. 1994. *Handbook on Indian Sea Cucumber*. Central Marine Fisheries Research Institute Special Publication, 59, str. 1-46.
- James PSBR, James DB. 1994a. Management of beche-de-mer industry in India. In: K. Rangarajan and D.B. James (Eds.). *Proceedings of the National Workshop on Beche-de-mer*. Bulletin of Central Marine Fisheries Research Institute, 46, str. 17-22.
- James PSBR, James DB. 1994b. Conservation and management of sea cucumber resources of India. *Bulletin of Central Marine Fisheries Research Institute*, 46, str. 23-26.
- James DB, Gandhi AD, Palaniswamy N, Rodrigo JX. 1994a. Hatchery techniques and culture of the sea cucumber *Holothuria scabra*. Central Marine Fisheries Research Institute Special Publication, 57, str. 1-32.
- James DB, Rajapandian ME, Gopinathan CP, Baskar BK. 1994b. Breakthrough in induced breeding and rearing of the larvae and juveniles of *Holothuria (Metriatyla) scabra* Jaeger at Tuticorin. In: K. Rangarajan and D.B. James (Eds.). *Proceedings of the National Workshop on Beche-de-mer*. Bulletin of Central Marine Fisheries Research Institute, 46, str. 66-70.
- James DB. 1997. Sea cucumber hatchery and culture prospects. National Aquaculture Week. Organised by Aquaculture Foundation of India, Madras, str. 1-6.
- James DB. 1998. A note on the growth of the juveniles of *Holothuria scabra* in concrete ring. *Marine Fisheries Information Service, Technical & Extension Service*, 154, str.16.

- James DB. 2004. Captive breeding of the sea cucumber, *Holothuria scabra*, from India, Advances in sea cucumber Agriculture and Management 463, str. 385-395.
- Li F. 1983. The artificial breeding and cultivation of *Apostichopus japonicus* (Selenka). Zoological Marine Drugs, Vol.6, No.2, str. 103-106.
- Matoničkin I, Habdija I, Primc–Habdija B. 1999, Beskralježnjaci, Biologija viših avertebrata, III. prerađeno i dopunjeno izdanje, Školska knjiga, Zagreb, str. 500-537.
- Mojetta A, Ghisotti A. 2003. Flora e fauna del Mediterraneo, Settima Edizione, Arnoldo Mondadori Editore S.p.A. Milano, str. 141.
- Mušin D, Marukić M. 2007. Iz morskih dubina, vlast. Nakl., Korčula, str. 179-181.
- Shui H, Hu Q, Chen Y. 1986. A study on technology for rearing of post larvae and juveniles of sea cucumbers in high density tanks., Oceanology Limonol. Sinica, Vol. 17, No. 6, str. 513-520.
- Shuxu X, Gongchao G. 1981. Experiments on southward transplantation and artificial breeding of sea cucumber *Stichopus japonicus*. Journal of Fisheries China, Vol 5, No. 2, str. 147-155.
- Vannuccini S. 2004. Sea Cucumbers: A compendium of Fishery Statistics. Workshop on advances in sea cucumber aquaculture and management (ASCAM), Dalian, Liaoning Province, China, 14-18 October, 2003. Organised by the Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy.