Uzgoj trpova roda Holothuria

Guzić, Ante Luka

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:471947

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

ANTE LUKA GUZIĆ

UZGOJ TRPOVA RODA HOLOTHURIA

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

AGRONOMSKI FAKULTET

Diplomski studij

Ribarstvo i lovstvo

ANTE LUKA GUZIĆ

UZGOJ TRPOVA RODA HOLOTHURIA

DIPLOMSKI RAD

Mentor: Izv. prof.dr.sc. Tea Tomljanović

Zagreb, rujan 2017.

Ovaj diplomski rad je ocijenjen i obranjen dana _____

s ocjenom _____ pred Povjerenstvom u sastavu:

1. Izv.prof.dr.sc. Tea Tomljanović _____

2. Doc.dr.sc. Daniel Matulić _____

3. Prof.dr.sc. Tomislav Treer _____

ZAHVALA

Ovom prilikom se zahvaljujem svom mentoru izv.prof.dr.sc. Tei Tomljanović koja mi je svojim znanjem pomogla pri izradi ovog diplomskog rada.

Želio bih zahvaliti i ostalim profesorima na zavodu za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju koji su mi predavali tijekom studiranja, kao i ostalim profesorima koji su mi tokom fakulteta prenosili znanje.

Također zahvaljujem se svim prijateljima i kolegama koji su mi uljepšali studentski život.

Najviše zahvaljujem svojim roditeljima koji su mi vrijednim radom omogućili školovanje od najranijih dana pa sve do kraja diplomskog studija.

SAŽETAK

U diplomskom radu „Uzgoj trpova roda *Holothuria"*daje se iscrpan pregled rezultata do sada poduzetih istraživanja uzgoja trpova.

Oko 1250 vrsta Holothuriana nalazi se po oceanima i morima, na svim širinama, od obala do podmorskih nizina. Imaju važnu ulogu u ekosustavu oceana,recikliraju hranjive tvari iz šljunka i organskih tvari. U radu se prikazuje kako zbog svog kvalitetnog nutritivnog sastava i izrazite ljekovitosti, od trpa ljudi mogu imati višestruke koristi, te koji su izazovi lova i uzgoja trpova u svijetu.

Koristila se metoda sinteze i analize dostupnih rezultata znanstvenih istraživanja. Tako rad prikazuje saznanja o biologiji, akvakulturi, nutritivnim vrijednostima i ljekovitim svojstvima u prehrani čovjeka. Zaključak rada je kako je velika mogućnost kako će u budućnosti zbog jednostavne tehnologije uzgoja i kroz dobar marketing trp „zavladati tržištem".

Ključne riječi: trp, uzgoj, *Holothuria*, nutritivni sastav, ljekovitost

SUMMARY

Thesis paper "*Holothuria* Growing Breed" gives an exhaustive overview of the results of the research so far undertaken.

About 1250 species of Holothurians are found on the oceans and seas, in all widths, from shore to undersea plains. They play an important role in the ocean ecosystem, recycle nutrients from shrubs and organic matter. The paper shows that due to its high quality nutritional constituents and distinct healing properties, people can benefit from multiple benefits, answering the questions of challenges of breeding and hunting of seacucumber worldwide.

This paper uses the method of synthesis and analysis of the available scientific research results. It presents results of research on biology of seacucumber, mariculture, nutrition value of seacucumber and healing properties when included in nutrition. The conclusion is that it is a great possibility that in the future, because of the simple technologies, it will grow through a good marketing to "dominate the market".

Key words: sea cucumber, growing breed, *Holothuria*, nutritive composition, healing properties

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. BIOLOGIJA 3
2.1 Bodljikaši 3
2.2 Trpovi 4
3. OSNOVNI PLAN GRAĐE TRPOVA 5
3.1 Kostur (skelet) 5
3.2 Mišićni sustav 6
3.3 Živčani sustav 6
3.4 Vodožilni ili ambulakralni sustav 6
3.5 Probavni sustav 7
3.6 Respiratorni sustav 7
3.7 Spolni sustav 8
3.8 Koža 9
3.9 Lokomotorni sustav 10
4. RASPROSTRANJENOST TRPA RODA HOLOTHURIA 11
5. HRANIDBENA VRIJEDNOST TRPOVA 26
5.1 Proteini, masti i ugljikohidrati 26
5.2 Vitamini i minerali 27
5.3 Aminokiseline 27
5.4 Masne kiseline 29
6.1 Antikancerogeno djelovanje 31
6.2 Antikoagulantno djelovanje 33
6.3 Djelovanje na imune funkcije 34
6.4 Antihipertenzivno djelovanje 34
6.5 Protuupalno djelovanje 35
6.6 Antimikrobno djelovanje 35
6.7 Antioksidativno djelovanje 36
6.8 Antivirusno djelovanje 37
6.9 Djelovanje na mišićno-skeletne upalne poremećaje 38
6.10 Djelovanje na svojstva koja pospješuju zarastanje rana 38

7. AKVAKULTURA 40
7.1 Lov trpa 40
7.2 Uzgoj trpa 42
7.3 Lov i uzgoj trpa u Mediteranu i Hrvatskoj 43
7.4 Tehnike uzgoja trpa 43
8. UČINCI TEMPERATURE, SLANOĆE, PH VRIJEDNOSTI NA RAST I RAZVOJ LIČINKI RAZLIČITIH VRSTA TRPOVA 44
8.1 Učinci temperature 44
8.2 Učinci slanoće 45
8.3 Učinci pH vrijednosti 45
8.4 Učinci dostupnosti hrane na rani rast, razvoj i opstanak trpa *Holothuria scabra* 46
9. ZAKLJUČAK 50
10. PREGLED LITERATURE 51

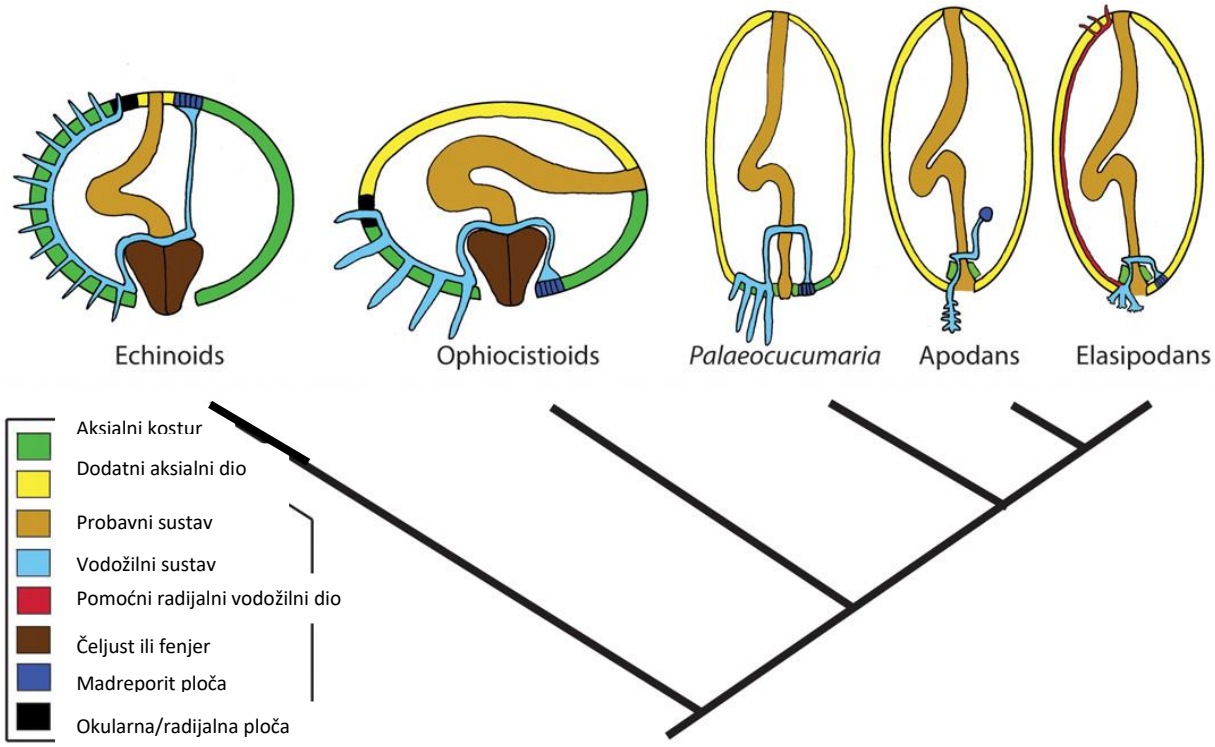
1. UVOD

Trpovi roda Holothuria pripadaju porodici Holothuridea, redu Aspidochirotida, razredu Holothuroidea, koljenu Echinodermata, te carstvu Animalia.

Trp je otkriven pred više od 1000 godina u Kini, te se od tada prožimao u život i kulturu kineza. Također se od tada pojavljuje i u kineskoj umjetnosti (Yang i sur., 2015). Trpovi su reprezentativni bodljikaši u razredu Holothuroidea. Prema Huixia i sur., (2012) postoji oko 1250 vrsta zabilježenih u svijetu s najvećim brojem u Azijskom djelu oceana. Trpovi imaju važnu ulogu u ekosustavu oceana: razgrađuju šljunak i organske tvari te na taj način recikliraju hranjive tvari natrag u more. Neke vrste trpa posjeduju nekoliko zanimljivih obilježja kao što su hibernacija tj. stanje mirovanja u kojima uspore metabolizam kad se nađu u visokim temperaturama, te estiveniraju tj. zakopavaju se u sediment te se izgladnjuju, nebi li time smanjili potrošnju energije te preživjeli tijekom visokih temperatura (Huixia i sur., 2012). *Apostichopus japonicus* (Selenka,1867) je vjerojatno prva vrsta trpa koja je istražena i proučavana od strane kineza i japanaca u Sjeverozapadnom pacifiku (Choe, 1963; Arakawa, 1990; Ito i Kitamura,1998).

Evolucijska povijest roda Holoturoidea ostaje kao jedna od najnepotpunije razjašnjenih u pet razreda Ehinodermata. Molekularni podaci nedvojbeno identificiraju Ehinoide kao sestrinsku grupu Holothuriana. (Littlewood i sur., 1997; Janies, 2001; Smith i sur., 2004; Mallatt i Winchell, 2007; Perseke i sur., 2010; Pisani i sur., 2012). Oni su jedina klasa koja je mekana, a ne tvrda. Njihova je os horizontalna za razliku od ostalih ehinoida. Njihova usta i anus nalaze se na odvojenim krajevima njihovog izduženog tijela, što također nije tipična za ehinoderme. Oblik tijela i svojstva trpova toliko se razlikuju od ostalih ehinoderma da su se od njih dugo odvojili i klasificirali kao crvi. Trpovi su još uvijek ehinodermi, jer imaju peterozračnu simetriju. Oni također zadržavaju kostur ehinoderma, iako u većini vrsta trpova pločaste kosti su vidljive mikroskopski. To pridonosi poteškoćama u proučavanju fosilnih tijela bića(Reich, 2006). Holothurini imaju krajnje siromašan fosilni zapis jer je njihov kostur obično reduciran na mikroskopske elemente koji se brzo raspadnu nakon smrti (Gilliland, 1993). Ipak, izolirane osikule nam daju slab uvid kako se razvio plan tijela u Holothuriana. Najstariji fosil tijela Holothuriana je Porosothyone Jell (2011) iz kasnog Silura u Australiji, iako su bolje sačuvani fosili tijela Holothuriana iz nižeg Paleozoika

(Hunsruck Slate, Njemačka). Samo dva Holothuriana predstavljena su kroz kompletna tijela fosila, to su *Paleocucumaria* i još jedan neopisani član Elasipodida(Smith i Reich, 2013). *Palaeocucumaria* je intermedijarni oblik između echinoida i holothurijanskih krunastih skupina te time pruža važan uvid u način razvijanja holoturijskog tijela. Slika 1. prikazuje glavne promjene tijela koje su se dogodile (Smith i Reich, 2013).

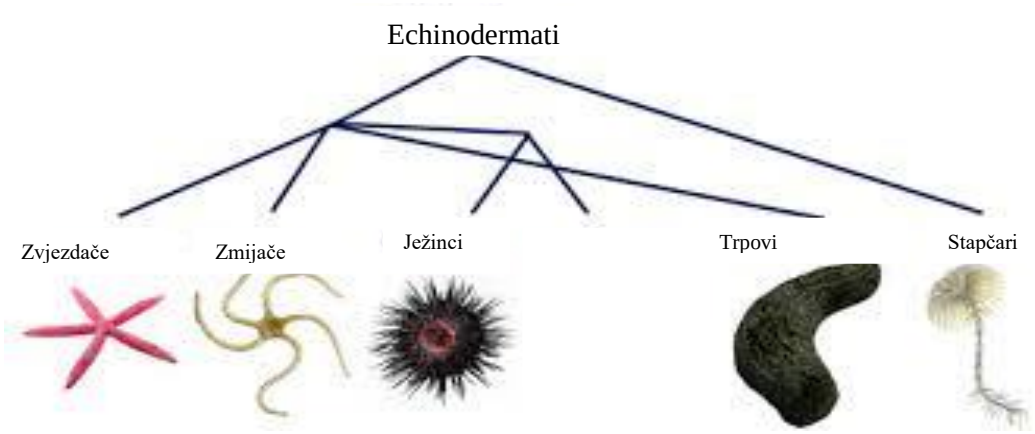


Slika 1. Ilustracija prikazuje sažetak glavnih promjena u organizaciji tjelesnog plana u linijama Holothuriana. Izvor:(Smith i Reich, 2013).

2. BIOLOGIJA

2.1 Bodljikaši

Bodljikaši (slika 2) su skupina životinja koja isključivo živi u morskoj sredini. Svrstani su u koljeno Echinodermata. Narastu od nekoliko mm do preko 1 m. Svojima načinom života vezani su za sve tipove morskog dna, od 0 do preko 1000 m dubine. Ime su dobili po brojnim bodljikama na površini tijela, koje se nisu jednako razvile kod svih skupina. Koljenu bodljikaša pripadaju skupine, odnosno razredi: stapčari (Crinoidea), ježinci (Echinoidea), trpovi (Holothuroidea), zvjezdače (Asteroidea) i zmijače (Ophiuroidea). Sve skupine imaju dobro razvijen skelet građen od vapnenca koji im daje veliku čvrstoću. Kod trpova skelet je izgrađen od sitnih izbušenih pločica raspršenih u koži. Zvjezdače izgrađuju skelet od većih pločica koje su međusobno pokretno povezane, dok su se u ježinca pločice spojile u nepomičnu čahuru. Svi bodljikaši imaju zavidni stupanj regeneracije, a najveći je mogućnost kod zvjezdača. Zajednička karakteristika bodljikaša je petero zrakasta simetrija njihovog tijela, koja je lako uočljiva kod zvjezdača i zmijača, a teže kod ostalih skupina, a koja je nastala sekundarno kao prilagodba na sedentarni način života gdje podražaji dolaze sa svih strana. Nemaju glavu ni srce, krvotok je otvorenog tipa. Živčani sustav je jednostavan s jakim kružnim zadebljanjima iz kojih prolaze radijalni živci. Oplodnja je vanjska i odvija se u morskoj vodi (Zavodnik i Šimunić, 1997). Holothuriani (trpovi) predstavljaju jedan od pet postojećih koljena Echinodermata. Datiraju od prije 460 milijuna godina (Hyman, 1955; Boolootian, 1966).

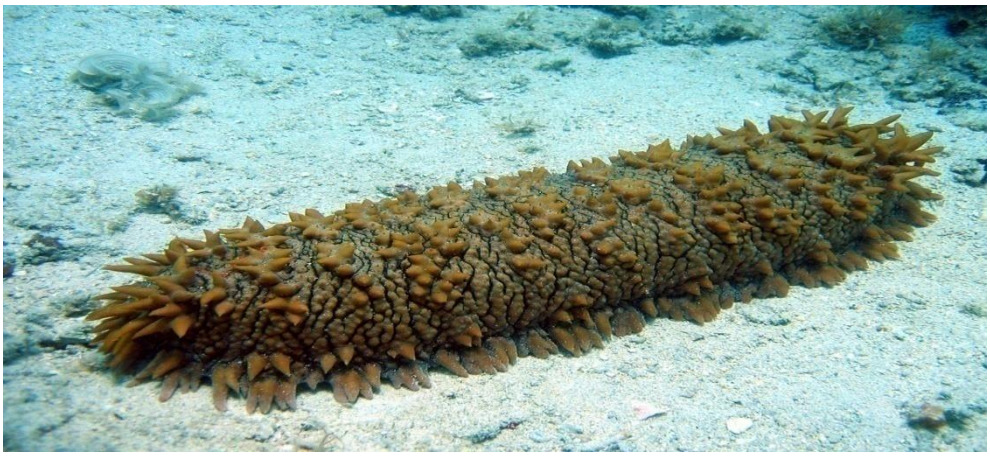


Slika 2. Bodljikaši (izvor: http://www.mesa.edu.au/echinoderms/)

2.2 Trpovi

Trpovi (slika 3) su isključivo morske životinje 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 je tercijalno razvila bilatelarna simetrija. Strana tijela kojom leži na podlozi je najčešće drugačije razvijena, spljoštena i svjetlije boje **(**Mušin i Marukić, 2007). Trpovi žive pojedinačno ležeći na morskom dnu, uz najveću gustoću populacije od 1 do 2 primjerka/m². Slabo je pokretljiv, ali može postići brzinu od 1 m za 10 minuta. Često je oblijepljen zrnima pijeska i sitnim ljušturama školjkaša. Uzbuđen izbacuje utrobu, koju može regenerirati približno u 4 mjeseca (evisceracija). Mrjesti se gotovo cijelu godinu, ponajviše ljeti. Za vrijeme izbacivanja spolnih produkata životinja gotovo dvije trećine svog tijela ispruži okomito uvis (Zavodnik iŠimunović, 1997). Radijalna simetrija se je zadržala oko usnog otvora kojeg okružuje vijenac od 10 do 30 ticala (tentakula), različitih oblika. Imaju dobro razvijen mišićni sustav koji im omogućuje veliku savitljivost, a time i dobru pokretljivost. U koži trpova uložene su mnoge vapnene pločice, osikule, različitog oblika koje su poslagane u simetričnom redu **(**Mušin i Marukić, 2007). Usta, na prednjem kraju tijela imaju ticala, s kojim se životinja hvata hranu (većinom zrnaste organske tvari) (Purcell i sur., 2012).

Trpovi se uglavnom hrane organskim česticama suspendiranim u vodi, koje lijepe na tentakule i unose u usta. Trpovi koji nemaju tentakule probavljaju organsku tvar iz sedimenta koji gutaju (Mušin i Marukić, 2007). Anus se nalazi na stražnjem kraju tijela životinje. Anus zna biti okružen malim ispupčenjima ili teškim kalcificiranim ispupčenjima zvanim analni zubi. Koloracija varira između vrsta, a ponekad od pojedinca do pojedinca unutar iste vrste (Purcel i sur., 2012). Holothuriani se nalaze po oceanima i morima, na svim širinama, od obala do podmorskih nizina. Odrasle jedinke žive u bentonskim zonama (na dnu mora), neke vrste žive na tvrdim supstratima, stijenama, koraljnim grebenima ili kao vanjski paraziti (epizoiti) na biljkama ili beskralješnjacima. Većina vrsta nastanjuje mekana dna na sedimentnim površinama ili su zakopani u sediment. Među komercijalnim obalnim Holothurianima, Aspidochirotide prevladavaju u tropskim područjima, dok su Dendrochirotide uobičajeniji u umjerenim područjima (Purcell i sur., 2012).



Slika 3. Trp na morskom dnu (izvor: http://theconversation.com/sea-cucumbers-are-so-popular-in-asia-they-face-extinction-24011)

3. OSNOVNI PLAN GRAĐE TRPOVA

3.1 Kostur (skelet)

Kod trpova skelet je slab i sastavljen je od pojedinih vapnenih pločica koje su usađene u debelu kožu. Pločice ili osikule su različitog oblika i uglavnom pravilno raspoređene (Turk, 2011). S unutrašnje strane disk podržavaju skeletne osikule (Purcell i sur., 2012). Osikule također zvane spicule ili nanosi su karakteristika trpova te su od primarne važnosti za identifikaciju. One su većinom mikroskopske veličine. Poznat je široki spektar jednostavnih do složenih struktura. Štapovi mogu biti jednostavni ili razgranati, glatki, bradavičasti, bodljikavi ili mogu imati čvorove na krajevima. Također mogu imati karakterističan C ili S oblik. Fenestrirani tanjuri dolaze u raznim oblicima. Dugmad su ovalne osikule ispunjene različitim brojem rupa poredanih u dva ili više redova. Stolovi su složeniji oni se pojavljuju kao perforirani disk koji nosi jednu uzdignutu spiralu (ili toranj) koja se sastoji od stupova koji se mogu ujediniti da bi stvorili poprečne grede ili mostove koji završavaju s krunom i pokazuju mnoge varijacije u rasporedu sastavnih dijelova. Rozete su kratki štapovi podijeljeni u kratke grane. Sidra su specijalnost porodice *Synaptide* (red Apodida). Oni su raspoređeni u tjelesnom zidu, tako da podupiru vezu sa supstratom za vrijeme puzanja, u odsutnosti iglica. One su pričvršćene za susjedni probijeni tanjur, sidro

tanjur. Milijarna tijela (zrnca) su vrlo tanke osikule pronađene u nekim vrstama Stichopodidae. Osim tjelesnog zida, osikule su pronađene u pipcima, iglicama, a često i u unutarnjim organima. Njihovi razvojni stadiji mogu se razlikovati od ustaljenih oblika u odraslih te zato identifikacija vrsta može biti otežana (Purcell i sur., 2012).

3.2 Mišićni sustav

Imaju dobro razvijen mišićni sustav koji im omogućuje dobru savitljivost, a time i dobru pokretljivost (Mušin i Marukić, 2007). U koži se nalaze jaki uzdužni i kružni mišići koji sudjeluju u stiskanju i savijanju životinje (Turk, 2012). Ispod derme, sloj kružnih mišića oblikuje cilindar obično prekinut s pet uzdužnih mišićnih vrpci smještenih u zrakastim pozicijama (Purcell i sur., 2012).

3.3 Živčani sustav

Živčani sustav je jednostavan s jakim kružnim zadebljanjima iz kojih prolaze radijali živci (Zavodnik i Šimunović, 1997). Živčani traci se od okolo ždrijelnog prstena radijalno pružaju u 5 smjerova. Mozga nema (Lui, 1994). Vapnenački prsten od 10 kalcificiranih tanjura okružuje ždrijelo. Sačinjen je od većih izmjeničnih radijalnih tanjura, nasuprot ambulakralni i manjih interadijalnih tanjura. Tanjuri mogu biti jednostavni ili složeni od manjih dijelova. Uzdužni mišići se pričvršćuju na radijalne tanjure (Purcell i sur., 2012)

3.4 Vodožilni ili ambulakralni sustav

Vodožilni ili ambulakralnim sustav je splet velikog broja cjevčica koje su položene u zrakama njihovih tijela. Ispunjene su uglavnom morskom vodom, a funkcija im je pri kretanju i ekskreciji. Ambulakralne nožice (podiji) završavaju pločastom prijanjalkom te uz pomoć stezanja mišića kojim voda ulazi i izlazi ove se životinje pokreću (Zavodnik i Šimunović, 1997). U trpova se ambulakralni sustav obično ne otvara prema van pomoću sitaste pločice, nego se otvara neposredno u tjelesnu šupljinu (Turk, 2011). Vodožilni sustav je omeđen

mezotelijumom. Sastoji se od lumena šupljih pipaca i iglica, vodenog prstena oko jednjaka, radijalnih kanala, madreporskog kanala i polian vezikule. Periviceralna šupljina je velika šupljina koja sadrži vodenu proteinsku tekućinu i različite oblike stanica (coelomocytes). Krvni sustav je dobro razvijen i sačinjen od velikih krvnih žila uzduž probavnog trakta, sinusa i praznina. Krvne žile povezane s probavnim traktom mogu oformiti složenu mrežu u lijevom respiratornom stablu, ukazujući na različito funkcioniranje prijenosa nutrijenata i plinova (Purcell i sur., 2012).

3.5 Probavni sustav

Probava se sastoji od ždrijela, jednjaka i želuca, i od vrlo dugačkog crijeva, a sve su to kratke strukture. Crijevo se sastoji od 3 dijela, silazne, uzlazne te naposljetku silazne petlje koja je povezana s rektumom i kloakom (nečisnica, analni otvor) kroz anus (Purcell i sur., 2012). Usta se nalaze na prednjem dijelu tijela, a oko njih je vijenac sastavljen od 10 do 30 ticala različitih oblika, koji se upotrebljavaju kao sistematska oznaka za pojedinu vrstu. Duga je probavna cijev svijena udesno, a stražnje crijevo često raširenо i pomoću njega trpovi dišu (Turk, 2012). Trpovi se uglavnom hrane organskim česticama suspendiranim u vodi, koje lijepe na tentakule i unose se usta. Trpovima koji nemaju tentakule probavljaju organsku tvar iz sedimenta koji gutaju. Imaju sposobnost da u slučaju opasnosti iz anusa, pomoću posebnog organa Cuvierovih cijevi, izbacuju dugačke ljepljive niti koje sadrže otrovne supstance, ili pak izbacuju cijelu utrobu koju brzo regeneriraju (Mušin i Marukić, 2007).

3.6 Respiratorni sustav

Za disanje im osim kože služe i vodena pluća (Mušin i Marukić, 2007). Mnoge vrste trpova imaju razvijena vodena pluća koja su građena od slijepih i razgranatih izraslina crijeva. Lijevi dijelovi vodenih pluća isprepleteni su kapilarama preko kojih se izmjenjuju plinovi. Vodena pluća vjerojatno djeluju kao i sustav za izlučivanje (Turk, 2011). Gdje su prisutna, respiratorna stabla su povezana s kloakom. Kisikom obogaćena voda ulazi u tijelo kroz vodena pluća koje nalazimo u svim redovima izuzev reda Apodida. Cuvier cjevčice, prisutne

su u nekoliko vrsta Aspidochirotida i općenito se smatraju obrambenim strukturama. One su ljepljive cjevčice priljubljene na bazu respiratornih stabala i mogu se izbacivati u nekih vrsta (*Holothuria bohadschia*) kroz kloaku prema izvoru iritacije (Purcell i sur., 2012).

3.7 Spolni sustav

Razmnožavaju se spolno, oplodnja je vanjska. Za vrijeme oplodnje se izdižu s dvije trećine tijela u uspravan položaj (Mušin i Marukić, 2007). Za razliku od ostalih Echinodermata, reproduktivni sustav Holothuriana sastoji se od jednostavne gonade (spolne žlijezde). Gonada je položena duž leđa, a u Aspidochirotida je sastavljena od 2 čuperka cjevčica (Stichopodidae) ili samo 1 čuperka (Holothuridae). Spolovi su generalno odvojeni i pokazuju slabi dimorfizam osim u razdoblju sazrijevanja. Gonada je pričvršćena na leđni mezenterijum kroz koji prolazi kanal spolne žlijezde ili genitalni otvor i vodi do izlaza putem gonadopora (genitalni otvor) ili genitalnih papila. U većine vrsta, zrele gamete se slobodno otpuštaju u morsku vodu. Mriještenje, kao što je uočeno u mnogih vrsta Aspidochirotida, uključuje uspravni položaj mužjaka i ženke praćen njihanjem naprijed, nazad dok se otpuštaju gamete (Purcell i sur., 2012). Veličina, tj. promjer zrelih jajnih stanica koleba i to od ~100 do 250 μm, a oplodnja, kako je već spomenuto, je uglavnom vanjska. Jaja se izbacuju navečer ili noću, među zajedničkim litoralnim vrstama. Spolno zrela ženka proizvede oko milijun jaja, ovisno o veličini jedinke. Od oplođenog jajašca se najčešće razvija peleagična ličinka nazvana auricularia, čije je tijelo prozirno i duguljasto duž kojeg se raspoređuje serija cilija koja im omogućuje kretanje; skelet nije vidljiv i može imati dimenzije od 350 do 450 μm. Auricularia se brzo preobražava u drugi ličinački stadij, odnosno u doliolariu, koja ima oblik bačve, a obavijena je s 3-5 cilijatnih prstenova, kojima pripisuje rotacijsko okretanje oko svoje osi i duga je oko 650 μm. Od doliolarie, nizom preobražaja, nastaje sitna holothuria (pentakula) veličine oko 3 mm prilagođena na bentonski način života (Slika 4.) (Bell i sur., 2007; Battaglene i sur., 1999; Hair i sur., 2011; James, 2004; Lavitra i sur., 2009; Morgan 2001; Pitt, 2004).



Slika 4. Ličinački stadiji morskog trpa a) Auricularia, b) Doliolaria, c) Pentaktula d) rani juvenilni stadij (Bassa, D. 2014).

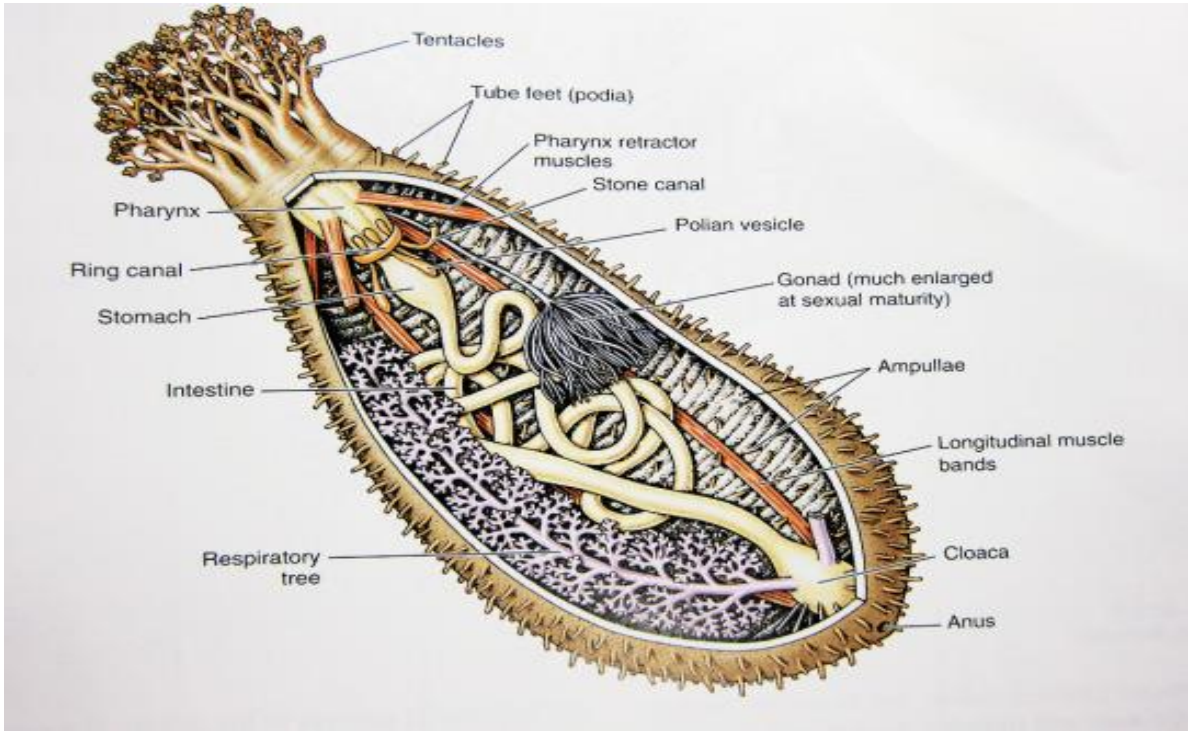
3.8 Koža

Površina tijela je gusta, sluzava u mnogih vrsta i ima brdavičaste, kupaste ili mesnate papile (Purcell i sur., 2012). Većina trpova je tamne boje koju im daje melanin, a svjetlije pigmente u njihovoj koži obično predstavljaju različitih karoteni (Turk, 2011). Strana tijela na kojoj leži na podlozi je najčešće drugačije razvijena, spljoštena i svjetlije boje (Mušin i Marukić, 2007). Tijelo je tanko u Apodida i Molpadida, no u ostalih vrsta je deblje, pogotovo u Aspidochirotida. Stjenka tijela, sastavljen je od podloge epiderme (epidermalne stanice proizvode ljepljivi sekret (Purcell i sur., 2012) i derme koja sastoji od vezivnog tkiva koje obavija endoskeletne osikule ili spicule vlaknastog vezivnog tkiva (Bruckner, 2006). U Aspidochirotida svi pipci su iste veličine, dok u Dendrochirotida ticala mogu biti različite veličine**.** Oblik ticala se razlikuje po različitim taksonomskim redovima i koristi se kao ključ razlikovanja. U Dendrochirotida ticala su dendritička (granaju se kao krošnja) i mogu se izdužiti. Ticala u Aspidochirotide imaju štitast oblik, kratki izdanci se granaju sa središnje

stabljike. Ticala trpova su vrlo savitljiva te imaju sposobnost uvlačenja, posebice u Dendrochirotida koji imaju mjesta gdje se ticala uvuku. Životinja kontrolira uvlačenja i izvlačenja ticala sa 5 čeljusnih mišića (Purcell i sur., 2012)

3.9 Lokomotorni sustav

Stopala na cijevi su rijetko raspoređena u 5 pravilnih redova, ali generalno ona gube diskove na leđnoj površini i šire se na interadijalna područja **(**Purcell i sur., 2012). Na trivijumu, trbušnoj površini (ventralna strana) nalaze se nožice (podia) raspoređene u tri reda. Na biviumu, leđnoj površini (dorzalna strana) nalaze se bradavice (papile) (Bruckner, 2006).



Slika 5. Anatomija Trpa (izvor: https://www.pinterest.com/pin/459367230712738365/)

4. RASPROSTRANJENOST TRPA RODA HOLOTHURIA

***Actinopyga agassizii* (Selenka, 1867)** obitava u karibskoj obali Floride (SAD), Kubi, Meksiku, Portoriku, Dominikanskoj Republici Haiti, Jamajci, Belizi, Guatemali, Hondurasu, Nikaragvi, Kostarici, Panami, Kolumbiji, Venezueli, Bolivijskoj Republici Bahamima , Barbadosu i Sjedinjenim Američkim Državama (Purcell i sur., 2012) (slika 6).



Slika 6. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga agassizii* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga echinites* (Jaeger, 1833)** obitava u zapadnom dijelu Tihog oceana, Aziji, Africi te u regiji Indijskog oceana. Nalazi se i Indo - pacifičkim otocima u zapadnom djelu Indijskog oceana, otoci Mascarena, Istočna Afrika, Madagaskar, jugoistočna Arabija, Šri Lanka, Bengalski zaljev, istočna Indija, sjeverna Australija, Filipini, Kina i južni Japan, te u otocima istočno od Australije (Purcell i sur., 2012) (slika 7).



Slika 7. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga echinites* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga lecanora* (Jaeger, 1835)** obitava u otocima Mascarena od Istočne Afrike do Crvenog more i Omana, Madagaskaru, Šri Lanki, Bengalskom zaljevu, istočnoj Indiji, sjevernoj Australiji, Filipinima, Kini te južnom Japanu, sjevernim otocima u Tihom oceanu. U Indiji, nalazi se jedino u Andamanu i Lakadivima (Purcell i sur., 2012) (slika 8).



Slika 8. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga lecanora* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga mauritiana* (Quoy and Gaimard, 1833)** obitava u otocima zapadnog Indijskog oceana, otocima Mascarene, istočnoj Africi, Madagaskaru, Crvenom moru, Maldivima, Šri Lanki, Bengalskom zaljevu, istočnoj Indiji, sjevernoj Australiji, Filipinima, Kini te južnom Japanu (Purcell i sur., 2012) (slika 9).



Slika 9. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga mauritiana* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga miliaris* (Quoy and Gaimard, 1833)** obitava na otocima zapadnog dijela Indijskog oceana, istočne Afrike, Madagaskara, Crvenog mora, Šri Lanke, Bengalskog zaljeva, istočne Indije, sjeverne Australije, Filipinima, Kini i južnom Japanu te na otocima južnog Pacifika istočno prema Francuskoj Polineziji. U Indiji nalazi se u Mannarskom zaljevu, Andamansu te Lakadivima (Purcell i sur., 2012) (slika 10).



Slika 10. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga miliaris* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga palauensis* (Panning, 1944)** se nalazi na istoku Australije sve do južnih osamljenih otoka (Solitary Islands) i Lord Howe otoka, te od zapadnih pacifičkih otoka do Pitcairnovogotočja. Također se nastanjuje u raznim zemljama Malezije i Mikronezije. Ova vrsta često je zabilježena pod nazivom *A. miliaris* stoga ne može se sa sigurnošću reći gdje se još nalazi (Purcell i sur., 2012) (slika 11).



Slika 11. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga palauensis* (Purcell i sur., 2012).

Actinopyga spinea (Cherbonnier, 1980) se nalazi u Novoj Kaledoniji i Australiji. Vjerojatno se javlja i u drugim malezijskim državama ali pod drugim imenom (Purcell i sur., 2012) (slika 12).



Slika 12. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga spinea* (Purcell i sur., 2012).

***Actinopyga sp. affn. flammea* (Cherbonnier, 1979)** obitava, koliko je poznato, na Novoj Kaledoniji, Fidžiju i Tongu, no ne pojavljuju se na sjeveru Kiribata. Možda se nalazi i na Koraljnom trokutu (Purcell i sur., 2012) (slika 13).



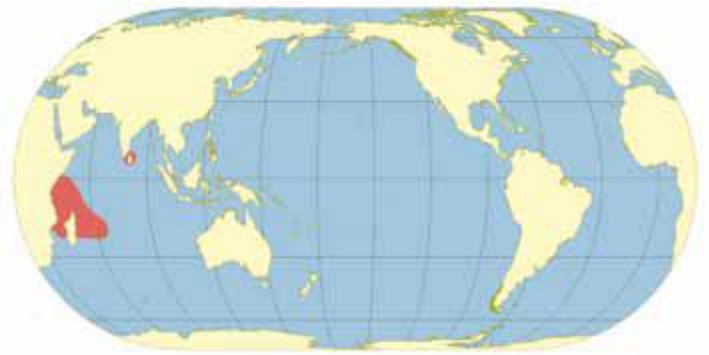
Slika 13. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Actinopyga sp. affn. Flammea* (Purcell i sur., 2012).

***Bohadschia argus* (Jaeger, 1833)** se nalazi na Šri Lanki, Benglaskom zaljevu, istočnom djelu Indije, sjeveru Australije, Filipinima, Kini i na južnom djelu Japana (Purcell i sur., 2012) (slika 14).



Slika 14. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Bohadschia argus* (Purcell i sur., 2012).

Bohadschia atra **(Massin, Rasolofonirina, Conand and Samyn 1999)** obitava na jugozapadnoj regiji indijskog oceana iako Conand (2008) navodi da se ova vrsta može naći samo na zapadnoj regiji indijskog oceana, očigledno nije snimljena sa Crvenog mora i Perzijskog zaljeva (Purcell i sur., 2012) (slika 15).



Slika 15. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Bohadschia atra* (Purcell i sur., 2012).

Bohadschia marmorata **(Jaeger, 1833)** obitava na otocima Mascarene, istoku Afrike, Madagaskaru, Crvenom moru, Šri Lanki, Benglaskom zaljevu, istočnoj Indiji, sjevernoj Australiji, Filipinima, Kini i sjevernom dijelu Japana. Nalazi se još i u jugozapadnoj Aziji i tihooceanskim otocima gdje doseže sve do Francuske Polonezije. Pojavljuje se i u čitavom indijskom oceanu te u istočnom djelu Afrike (Purcell i sur., 2012) (slika 16).



Slika 16. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Bohadschia marmorata* (Purcell i sur., 2012).

***Bohadschia subrubra* (Quoy and Gaimard, 1833)** se na nalazi u indijskom oceanu, Madagaskaru, Keniji, Sejšeli, Mayotte, Mauricijusu, Komoru i južnom dijelu Crvenog mora (Purcell i sur., 2012) (slika 17).



Slika 17. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Bohadschia subrubra* (Purcell i sur., 2012).

***Bohadschia vitiensis* (Semper, 1868)** se nalazi u Indo-pacifiku od istoka Francuske Polinezije do zapada Madagaskara i istočne Afrike (Purcell i sur., 2012) (slika 18).



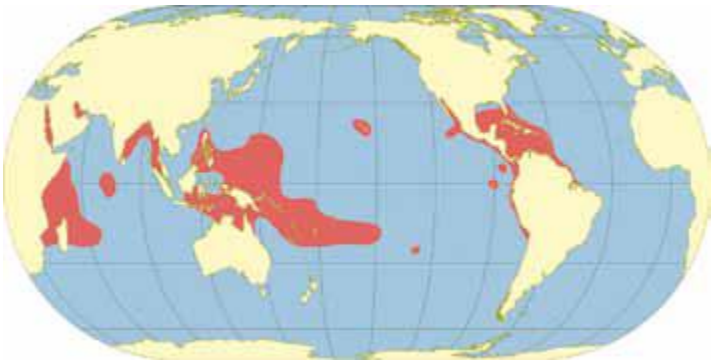
Slika 18. Prikaz raprostranjenosti vrste *Bohadschia vitiensis* (Purcell i sur., 2012).

***Pearsonothuria graeffei* (Semper, 1868)** je široko rasprostranjena u Indo-pacifiku uključujući Crveno more i zaljev Aqaba, Maldive, Indiju, Filipine i južne pacifičke otoke istočno od Fidžija (Purcell i sur., 2012) (slika 19).



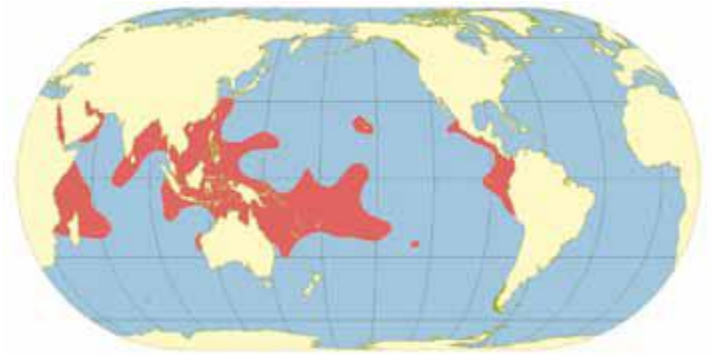
Slika 19. Prikaz rasprostanjenosti vrste *Pearsonothuria graeffei* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria arenicola* (Semper, 1868)** pronađena je na nekim lokacijama na zapadnom Pacifiku, dijelovima Azije i indijskog oceana uključujući Crveno more i Komore. Također ova vrsta je prijavljena da je pronađena i na Karibima i Brazilu ali moguće da je zamijenjena s drugom sličnom vrstom (Purcell i sur., 2012) (slika 20).



Slika 20. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria arenicola* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria atra* (Jaeger, 1833)** nalazi se u Indo-pacifiku, otocima Mascarene, istočnoj Africi, Madagaskaru, Crvenom moru, jugoistočnoj Arabiji, Perzijskom zaljevu, Maldivima, Šri Lanki, Bengalskom zaljevu, Indiji, sjevernoj Australiji, Filipinima, Kini, južnom Japanu, Havajskim otocima. Pronađena je još i na otocima u srednjem i istočnom djelu Tihog oceana uključujući Kokosov otok i Galapagos, Panamu, Clipperton te državu Meksiko (Purcell i sur., 2012) (slika 21).



Slika 21. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria atra* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria cinerascens* (Brandt, 1835)** nalazi se u istočnoj Africi i Indijskom oceanu uključujući Crveno more, Maldive, Indiju i Indoneziju. Nalazi se još i u Južnom kineskom moru, u filipinskom djelu mora te Tihom oceanu uključujući Kinu i Filipine, Guam, Australiju, Havaje, Japan, Novu Kaledoniju, te od otočja Cook sve do Uskršnjeg otoka (Purcell i sur., 2012) (slika 22).



Slika 22. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria cinerascens* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria coluber* (Semper, 1868)** se nalazi u južnom Pacifiku istočno do Tonga do sjevernog Pacifika do Pompeja i Kosrae u Mikroneziji. Rasprostranjena je i u jugoistočnoj Aziji uključujući Vijetnam, Indoneziju, Maleziju i Timorsko more. Ne može se pronaći u Indijskom oceanu no zabilježen je da obitava u zapadnoj Indoneziji i otoku Kokosa (Purcell i sur., 2012) (slika 23).



Slika 23. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria coluber* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria impatiens* (Forsskal, 1775)** obitava na istoku Afrike i Indijskom oceanu do zapadnog djela središnjeg Pacifika uključujući Havaje i Pitcairn otočje, te nastanjuje veliki dio pacifičke obale središnje Amerike (Purcell i sur., 2012) (slika 24).



Slika 24. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria impatiens* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria lessoni* (Massin, Uthicke, Purcell, Rowe and Samyn, 2009)** se nalazi u Indo-pacifiku, Madagaskaru, Komori, Indiji, Keniji, Mayottu, Sejšeli, Indoneziji, Filipinima, Papua, Novoj Gvineji, sjevernoj Australiji, Novoj Kaledoniji, Vanuatu, Fidžiju sve do istočnog Tonga (Purcell i sur., 2012) (slika 25).



Slika 25. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria lessoni* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria leucospilota* (Brandt, 1835)** ima jednu od najširih rasprostranjenosti svih vrsta holothuriana, može se naći u većini tropskih djelova u zapadnom djelu središnjeg Pacifika, Aziji te nastanjuje većinu dijelova Indijskog oceana (Purcell i sur., 2012) (slika 26).



Slika 26. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria leucospilota* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria mexicana* (Ludwig, 1875)** je rasprostranjena širom Floride, Keysa, Bahama, Kube, Portorika, Jamajke, Barbadosa, Tobaga, Arube, poluotoka Yucatan, Belize, Bonaire, Venezuele (Republika Bolivarian) i otocima izvan Kolumbije na dubinama od 0,5 do 20 m (Purcell i sur., 2012) (slika 27).



Slika 27. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria mexicana* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria nobilis* (Selenka, 1867)** obitava na lokacijama u zapadnom djelu Indijskog oceana od istočne Afrike vjerojatno do Indije i Maldiva. Može se također pronaći i u Crvenom i Arapskom moru (Purcell i sur., 2012) (slika 28).



Slika 28. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria nobilis* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria notabilis* (Ludwig, 1875)** obitava na velikom koraljnom grebenu Australije. Pronađena je i Indijskom oceanu uključujući Madagaskar, Mozambik, i istočna Indonezija (Purcell i sur., 2012) (slika 29).



Slika 29. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria notabilis* (Purcell i sur., 2012).

Holothuria sp. (tip Pentard) obitava u Komoru, otoku Nosy Be (Madagaskar), Sejšeli, Zanzibaru (Tanzanija), Maldivima i Šri Lanki (Purcell i sur., 2012) (slika 30).



Slika 30. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria sp.* (*tip Pentard*) (Purcell i sur.,2012).

***Holothuria pardalis* (Selenka, 1867)** nalazi se u rasponu od zapadnog središnjeg djela Tihog oceana, na Havajskim otocima, Aziji i Africi te Indijskom oceanu. Također je pronađena na pacifičkoj obali središnje Amerike (Purcell i sur., 2012) (slika 31).



Slika 31. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria pardalis* (Purcell i sur.,2012).

***Holothuria pervicax* (Selenka, 1867)** se nalazi na širokom području Indijskog oceana, te u jugoistočnoj Aziji i Pacifiku uključujući i Havaje (Purcell i sur., 2012) (slika 32).



Slika 32. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria pervicax* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria scabra* (Jaeger, 1833)** se nalazi na široko rasprostranjenom djelu u tropskom Indo-pacifiku isključujući Havaje. Između zemljopisne širine 30 ° N i 30 ° S nije pronađen dalje istočno od Fidžija (Purcell i sur., 2012) (slika 33).



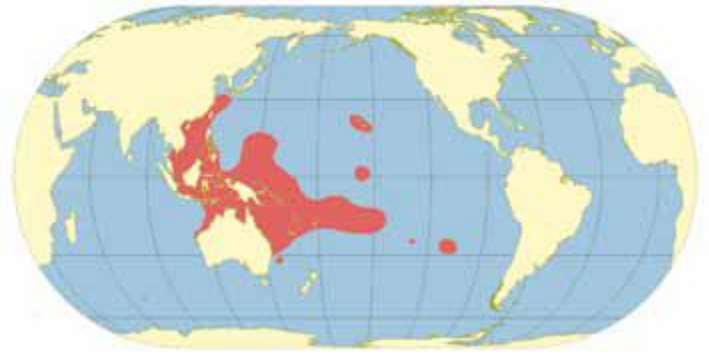
Slika 33. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria scabra* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria spinifera* (Théel, 1886)** obitava u Crvenom moru, Perzijskom zaljevu, Šri Lanki, sjevernoj Australiji, Filipinima. U Indiji nalazi se samo u zaljevu Mannar i Palk Bayu (Purcell i sur., 2012) (slika 34).



Slika 34. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria spinifera* (Purcell i sur., 2012).

***Holothuria whitmaei* (Bell, 1887)** se nalazi od zapadne Australije do istoka Havaja i Francuske Polinezije te od južne Kine južno prema Lord Howe otoka, 31 ° S (Australija) (Purcell i sur., 2012) (slika 35).



Slika 35. Prikaz rasprostranjenosti vrste *Holothuria whitmaei* (Purcell i sur., 2012).

5. HRANIDBENA VRIJEDNOST TRPOVA

5.1 Proteini, masti i ugljikohidrati

Trp s nutritivne točke gledišta idealna je tonična hrana s visokom prehrambenom vrijednošću jer sadrži višu razinu proteina i nižu razinu masti od većine drugih namirnica (Chen, 2004). Sastav svježih trpova može se razlikovati u širem smislu ovisno o vrsti, sezonskim varijacijama i režimu hranjenja. Prema studiji Mehmeta (2011) podaci za svježe trpove su: za sadržaj vode od 82,0-92,6%, proteina od 2.5-13,8%, masti 0,1-0.9%, pepela 1,5-4,3% i ugljikohidrata 0,2-2,0% (Mehmet i sur., 2011). Prerađeni (suhi) trpovi su bogati izvor sirovih bjelančevina u odnosu na većinu morskih plodova. Wen i sur., (2010) istražili su kemijski i nutritivni sastav osam (*Stichopus herrmanni, Thelenota ananas, Thelenota anax, Holothuriq fuscogilva, Holothuria fuscopunctata, Actinopyga mauritiana, Actinopyga caerulea i Bohadschia argus*)**,** komercijalno obrađenihvrsta trpova te su utvrdili da je sadržaj proteina unutar raspona od 40,7 do 63,3%. Korišteni trpovi u istraživanju, osim *Thelenota anax* i *Actinopyga caerulea*, imaju vrlo nisku razinu masti (0,3-1,9%), dok je sadržaj pepela osobito visok (15,4-39,6%) (Wen i sur., 2010). Prema Chenu (2003), potpuno suhi proizvodtrpa može sadržavati postotak proteina od čak 83%, a prodaje se kao dodatak prehrani u tabletama ili kapsulama (Chen, 2003).

Tablica 1. Usporedba glavnih elemenata različitih vrsta trpova

1 = Acaudina molpadioides; 2 = Thelenota ananas; 3 = Apostichopus japonicus.(Izvor: Wang F. G., 1997. Izmjenjeno: ChenJ. X. (Chantal Conand i sur., 2004)

Artikal	Protein (%)	Mast (%)	Voda(%)	Ugljikohidrati(%)	Pepeo(%)
Svježi tjelesni zid AM[1]	11.52	0.03	87.83	0.38	0.99
Osušeni tjelesni zid AM	68.53	0.55	8.25	-	7.56
Svježi tjelesni zid TA[2]	16.64	0.27	76.97	2.47	1.60
Osušeni tjelesni zid TA	69.72	3.70	8.55	-	9.51
Osušeni tjelesni zid AJ[3]	55.51	1.85	21.55	-	21.09

5.2 Vitamini i minerali

Trpovi osim proteina, te niskog udjela masti imaju impresivan profil vrijednih hranjivih tvari poput vitamina A, vitamina B1 (tiamina), vitamina B2 (riboflavina), vitamina B3 (niacina) i minerala, osobito kalcija, magnezija, željeza i cinka (Bordbar i sur., 2011).

Tablica 2. Količina anorganskih elemenata sedam vrsta trpova

A: H. (*Metriatyla) scabra*; ***B:*** H. (*Microthele) nobilis*; ***C:*** H. (*Thymiosycia) impatiens*; ***D:*** H. (*Lessonothuria*) *insignis*; ***E:*** H. (*Lessonothuria) multipilula*; ***F:*** *Actinopyga echinites*; ***G:*** *Thelenota ananas* (Conand i sur., 2004)

Element	A	B	C	D	E	F	G
Ba	2.0	6.4	1.7	1	2.9	3.6	2
Co	0.4		0.2	0.4	1.7	0.7	0.4
Cr	10.1	12.9	15.3	9.3	4.4	11.5	10.1
Cu	6.1	1.3	5.9	2	2.5	1.8	6.1
Li	2.0	1.2	1.7	1	1.9	1.4	2
Mn	19.1	2.6	4.1	5.8	11.6	36.1	4.1
Ni	2.9	2.5	5	2.3	1.9	2.1	5
Si	110	12.9	170	11.5	77.6	65	46.6
Sr	616	181	119	57.8	874	64	162
V		0.51	0.51	0.34	0.97	0.72	1.01
Zn	28.6	*111*	40.9	10.4	9.71	26	70.9

5.3 Aminokiseline

Trpovi, osobito proizvodi iz stjenke tijela trpova, bogati su glicinom, glutaminskom kiselinom i argininom**.** Glicin je glavna komponenta (oko ca. 5.57-12.5 g / 100 g mokre težine) u gotovo svim identificiranim vrstama. Glicin može stimulirati proizvodnju i oslobađanje IL-2 i B-stanica (njihova primarna funkcija je stvaranje i sekrecija protutijela) te tako pridonose jačanju fagocitoze. Glicin i glutaminska kiselina su bitne komponente za staničnu sintezu glutationa koji može stimulirati aktivaciju i proliferaciju NK stanice (NK stanice imaju sličan mehanizam ubijanja poput citotoksičnih T (T_C) stanica, ali nemaju imunološku memoriju). Arginin može pojačati imunost stanica poticanjem aktivacije i

proliferacije T-stanice (nastaju od matičnih stanica u koštanoj srži i putuju u štitnjaču. Tri vrste T stanica su pomoćničke, regulacijske i citotoksične) (Qin i sur., 2008). Važna značajka aminokiselina trpova je njegov nizak omjer lizinai arginina, zajedno s visokim ocjenama esencijalnih aminokiselina zbog prisutnosti znatne količine treonina i fenilalanina, te neesencijalnih aminokiselina. Sadržaj ukupnih aminokiselina (33.32-54.13 g / 100 g mokre mase) (Wen J i sur., 2010), u odnosu na profil masnih kiselina nije toliko raznolik među vrstama, ali obje hranjive tvari kao polisaharidi i glikozidi su veći u crijevima i dišnom sustavu nego u stjenci tijela. Omjeri esencijalnih aminokiselina i ukupnih aminokiselina te omjeri esencijalnih aminokiselina i neesencijalnih aminokiselina crijeva i respiratornog sustava ukazuju na visoku hranidbenu vrijednost trpova (Yuan i sur., 2010). Glavni udio (oko 70 posto) proteina u tijelu trpa sastoji se od kolagena. Kolagen je prepoznat kao vrijedna komponenta u vezivnim tkivima zbog svoje korisnosti i specifične raspodjele (Saito i sur., 2002; Rafiuddin i sur., 2004). Kolagen se može, vrenjem, dalje prevesti u želatinu te djelovati kao funkcionalna bioaktivna tvar (Zhao i sur., 2007). Želatina iz trpa smatra se vrjednijom od ostalih želatina zbog svog karakterističnog sastava aminokiselina, osobito esencijalnih aminokiselina (Chen J, 2004).

Tablica 3. Usporedba razine aminokiselina u sedam vrsta trpova

A: H. *Metriatyla scabra*; ***B:*** H. *Microthele nobilis*; ***C:*** H. *Thymiosycia impatiens*; ***D:*** H. *Lessonothuria insignis*; ***E:*** H. *Lessonothuria multipilula*; ***F:*** *Actinopyga echinites*; ***G:*** *Thelenota ananas*(izvor: Conand i sur., 2004).

Aminokiseline	**A**	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
Neesencijalne aminokiseline							
Asp	3.69	6.59	5.20	3.26	3.50	4.84	5.78
Ser	1.31	2.91	2.53	1.33	1.48	2.16	2.07
Glu	6.43	11.13	9.82	5.72	6.75	8.30	7.86
Pro	3.08	3.32	4.57	2.40	3.35	4.11	1.03
Gly	8.09	17.08	10.02	4.50	7.32	8.43	10.03
Ala	4.10	8.41	5.54	2.69	4.10	4.80	5.02
Cys	0.46	-	0.49	0.52	-	1.17	-
Tyr	0.99	1.65	1.55	1.12	1.06	1.70	1.41
Phe	1.15	1.45	1.78	1.40	1.12	1.99	1.67
Međuzbroj	*29.30*	*52.54*	*41.50*	*22.94*	*28.68*	*37.50*	*34.87*
Esencijalne aminokiseline							
Lys	0.64	1.02	1.59	0.38	1.09	1.45	0.92
His	0.17	0.37	0.45	2.82	0.24	0.42	0.40
Arg	3.40	6.60	4.95	1.63	3.45	4.23	4.46
Val	1.59	2.64	2.23	1.09	1.78	2.50	2.43
Met	0.89	1.03	1.40	1.21	0.90	1.49	0.86
Ile	0.76	1.39	1.45	1.93	0.98	1.51	1.64
Leu	1.49	2.64	2.64	1.74	1.75	2.63	2.59
Thr	1.68	3.44	2.68	-	1.89	2.48	2.58
Međuzbroj	*10.62*	*19.13*	*17.39*	*10.80*	*12.08*	*16.75*	*15.88*
Zbroj							

5.4 Masne kiseline

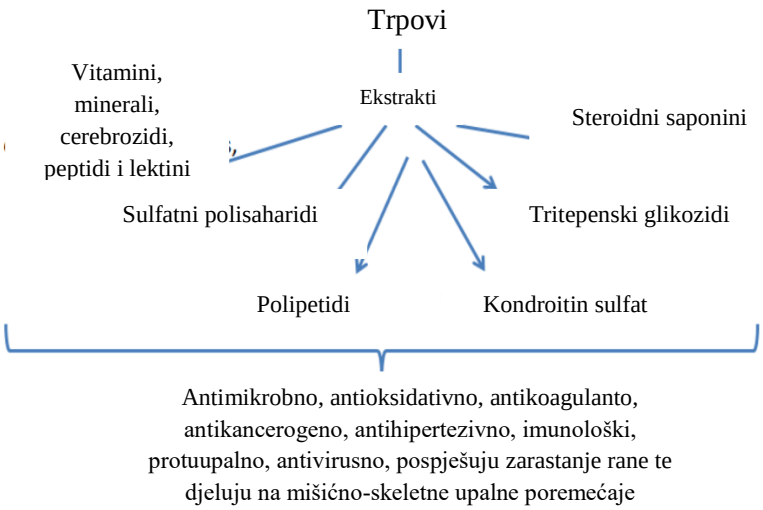
Masne kiseline lipidnih frakcija, ključne su komponente, odgovorne za svojstva zacjeljivanja rana ove morske životinje (Fredalina i sur., 1999). Trpovi imaju impresivne količine lektina (Himeshima i sur.,1994; Gowda, 2009), cerebrozida, (Ikeda i sur., 2009; Lu i sur., 2009), glikozaminoglikana (Kariya, 1997; Liu, 2002; Wu, 2010), sterola, omega-6 i omega-3 masnih kiselina (Goad, 1985; Findlay,1983; Findlay, 1984).

6. LJEKOVITOST TRPOVA

Sposobnost tijela u vrste *Stichopus herrmanni* da se podvrgne obnovi tkiva nakon što se razreže i vrati u more, ojačalo je ljudsko vjerovanje u ljekovitost tradicionalnog lijeka (Wen i sur., 2010). Pored visoke hranjive vrijednosti, trpovi su već dugo prepoznatljivi u sustavu narodne medicine u azijskim zemljama. Impresivan raspon ljekovitih funkcija, na primjer: toniziranje bubrega, vlaženje suhoće crijeva, liječenje čira na želucu, astme, hipertenzije, reumatizama i zacjeljivanje rana povezani su s trpovima (Wen i sur., 2010). Ono što je najvažnije, potencijalna ljekovita svojstva te višestruka bioaktivna svojstva trpova dobivaju priznanje u modernim biomedicinskim istraživanjima. Znanstvenici vjeruju da su ekstrakti trpova, korisni za ljudsko zdravlje na različite načine te također mogu pomoći u smanjenju rasta stanica raka (Althunibat i sur., 2009; Collin, 1999). Prema Mehmetu A. (2011) s obzirom na ljekoviti potencijal, predstavnici zdrave prehrane i farmaceutska industrija željno su zainteresirani za razvoj nekih funkcionalnih namirnica iz različitih dijelova trpova (Mehmet i sur., 2011). U Aziji i Americi koriste se tablete od sušenog trpa. U Maleziji, kuhani ekstrakti kože konzumiraju se kao tonik za liječenje astme, hipertenzije, reumatizma, rana i opekotina. Osim zdravstvene upotrebe, zanimljivo je da postoji velika potražnja za trpovima kao afrodizijacima (Fredalina i sur.,1999; Mehmet, 2011). Terapeutska i ljekovita svojstva trpa mogu se povezati s prisutnošću širokog spektra bioaktivnih tvari, osobito triterpenskih glikozida (saponina), kondrioitinskog sulfata, glikozaminoglikana (GAG), sulfatnog polisaharida, sterola (glikozida i sulfata), fenola, cerberozida, peptida, glikoproteina, glikosfingolipida i esencijalnih masnih kiselina (Bordbari sur., 2011). Također su učinkoviti u liječenju raznih vanjskih rana, kao što su posjekotine i opekline, te unutarnje rane, osobito nakon operacije, ozljede ili carskog reza te impotencije i konstipacije (Zhong i sur., 2007).

DJELOVANJE EKSTRAKTA TRPOVA

Brojne jedinstvene biološke i farmakološke aktivnosti, uključujući, antikancerogene, antikoagulanske, antihipertenzivne, protuupalne, antimikrobne, antioksidativne te pomoć u zacjeljivanju rana, pripisane su različitim vrstama trpova. Ekstrakti trpa mogu djelovati na način prikazan na slici. 36.



Slika 36. Ilustracija opisuje bioaktivne komponente ekstrakta trpova te njihova djelovanja (izvor: Janakiram i sur., 2015)

6.1 Antikancerogeno djelovanje

Antikancerogena aktivnost tri triterpenskog glikozidaimenom intercedensidi A, B i C izolirani su iz trpa *Mensamaria intercedens*. Izolirani triterpenski glikozidi strukturno su razrađeni pomoću kemijskih analiza spektroskopskih pristupa: NMR (Nuklearna magnetska rezonanca) i ESIMS (Elektrosprej ionizacije masene spektrometrije). Prema rezultatima ispitivanja, istraživani triterpenski spojevi pokazali su citotoksičnost protiv ljudskih tumorskih staničnih linija te takvi mogu poslužiti kao potencijalni antikancerozni agensi. Jedan od spojeva, intercedenzid A pokazao je dobru antineoplastično djelovanje protiv sarkoma i raka pluća kod miševa (Zou i sur., 2003). Silchenko i sur. (2007) također su proučavali antikancerogeno djelovanje triju novih triterpenskih oligoglikozida nazvani okhotozida B1, B2 i B3, izoliranih iz trpa *Cucumaria okhotensis*, uz spojeve triterpenoidni glikozida frondozid A, cucumariozid A2-5 i koreozid A. Oni su koristili: 2-D NMR i MS (masena spektometrija) kako bi proučili strukture okhotozida B1-3 na temelju utvrđenih spektroskopskih podataka. Njihov je rezultat pokazao da su spojevi B1-3 bili umjereno toksični prema HeLa tumorskim stanicama, ali Frondoside A pokazao je više citotoksičnih učinaka protiv THP-1 i HeLa tumorskim staničnim linijama (Silchenko i sur., 2007). Slično tome, objavljeno je u istraživanju Li i sur., (2008) da novi triterpenoid frondozid A, izveden iz

atlantskih trpova *Cucumaria frondosa*, pokazao je djelotvornu inhibicijsku funkciju rasta protiv stanica raka gušterače (Li i sur., 2008; Li i sur.,2008). Janakiram i sur., (2010) procjenjuju kemopreventivne efekte frondanola A, glikolipida izoliranog iz krupnog trpa *Cucumaria frondosa*, protiv karcinogeneze štakora uzrokovanih azoksimetanom (Janakiram i sur., 2010).

Dva sulfatirana triterpenska glikozida, holoturin A (HA) i 24-dehidroekinozid A (DHEA), identificirani su u vrstitrpa *Pearsonothuria graeffei*. Oba ova glikozida pokazala su značajan utjecaj na metastaze in vitro i in vivo. Prema podacima Western blot analiza, HA i DHEA uvelike su suzili ekspresiju VEGF (vaskularni endotelni faktor rasta). HA i DHEA tretman znatno su smanjili adheziju ljudskih hepatocelularnih stanica jetrenih karcinoma (HepG2) na matrigel i ljudske endotelne stanice (ECV-304) te također inhibiralo migraciju HepG2 stanica i invaziju u ovisnom modu. Osim toga, liječenje s HA reguliralo je razinu ekspresije NF-κB (nuklearni faktor kappa-light-chain enhancer aktiviranih B stanica), koja bi mogla biti povezana s antimetastatskom aktivnošću triterpenskih glikozida izvedenih iz *Pearsonothuria graeffei* (Zhao i sur., 2010).

Drugo istraživanje otkrilo je izolaciju sfingoidnih baza cerberozida trpa *Stichopus variegatus* zajedno s njihovim citotoksičnim učincima na stanične linije raka debelog crijeva kod ljudi. Sfingoidne baze trpa pokazale su snažnu citotoksičnu aktivnost protiv stanica raka (DLD-1, WiDr i Caco-2 stanice), čime je smanjena njihova održivost ovisno o koncentraciji DLD-1, WiDr i Caco-2 stanica. Predlaže se da biološki aktivni sfingolipidi izvedeni iz trpa mogu poslužiti kao funkcionalne dijetetske komponente kako bi se smanjila incidencija raka debelog crijeva (Sugawara i sur., 2006).

Ekstrakti tople vode iz trpa *Stichopus japonicas* ispitani su za njihov učinak na proliferaciju i osjetljivost ljudskih kolonskih Caco-2 stanica adenokarcinoma na H_2O_2 (Hidrogen peroksid). Rast Caco-2 stanica bio je značajno inhibiran tretmanima ekstrakta. Testirani ekstrakti pokazali su citotoksičnost ovisnu o koncentraciji na Caco-2 stanice. Oštećenje stanica po ekstraktu trpa vidljivo je iznad 1 mg / mL. Osim toga, suprimjena ekstrakta trpa pojačala je citotoksičnost H_2O_2 (Ogushi i sur., 2005).

Althunibat i sur. (2009) ispitali su učinke vodenih i organskih ekstrakata iz tri vrste trpa (*Holothuria leucospilota, Holothuria scabra, Stichopus chloronotus*), na rast dvije ljudske stanice raka: A549 (ljudski (srednje veličine) karcinom pluća) i C33A (stanice raka grlića maternice) pomoću MTT testa (kolorimetrijski test za procjenu stanične metaboličke aktivnosti). Od testiranih ekstrakata, samo izvedeni ekstrakt iz *S. chloronotus* pokazao je antiproliferativnu aktivnost protiv testiranih stanica karcinoma. Obrnuto, vodeni ekstrakt (AE) iz *S. chloronotus* pokazao je veću toksičnost prema C33A stanicama od A549, dok vodeni ekstrakt proizveden iz *H. leucospilota* i *H. scabra* nije otkrio značajne aktivnosti na rast stanica karcinoma unutar granica koncentracije. S druge strane, ekstrakti trpa proizvedeni organskim otapalima inhibirali su rast obje linije stanica (A549 i C33A) u različitim stupnjevima. Organski ekstrakt (OE) iz *H. scabra* vrste pokazao je veću antiproliferativnu aktivnost prema stanicama A549 i C33A. Nadalje, organski ekstrakt iz *S. chloronotus* pokazao je veću citotoksičnost prema C33A stanicama, ali malo djelovanje protiv A549 stanica (Althunibat i sur., 2009).

6.2 Antikoagulantno djelovanje

Antikoagulacijska svojstva trpa *Ludwigothurea grisea* vezana su uz prisutnost fukoziliranog kondroitinskog sulfata u stjenci tijela trpa. Tijekom aktiviranog parcijalnog tromboplasta u vremenskim testovima (APTT), dani spoj pokazao je izvrsnu antikoagulantnu aktivnost koja bi se mogla pripisati njegovoj sposobnosti iniciranja inhibicije trombina sa heparinskim kofaktorom II i antitrombinom. Usporedba rezultata kemijski modificiranih (desulfatiranih, karboksilno reduciranih i parcijalno defukoziliranih) i originalnih polisaharida ukazuje da sulfatne granule fukoze imaju važnu ulogu u davanju boljih antikoagulantnih svojstava fukoziliranom kondroitin sulfatu. Osim toga, jaka antikoagulantna aktivnost kondroitin sulfat, zajedno s eventualnim nuspojavama, čini ovaj polisaharid fascinantnom molekulom za potencijalne primjene u testiranju eksperimentalne tromboze na kliničkoj razini (Mourao i sur., 1996).

Istraživači su istraživali antikoagulantno/antitrombozno djelovanje fukoliziranog kondroitnog sulfata izvedenog iz matičnih trpova i kemijskih derivata istog polisaharida, uz

korištenje modela tromboze kod zečeva. Pronađeno je da i djelomična defukozilacija i desulfatacija polisaharida potiskuju antikoagulantno djelovanje (Mourao i sur., 1998).

6.3 Djelovanje na imune funkcije

Fu i sur,. (2007) te Wang i sur., (2007) istraživali su kako polipetidi izoliranih iz trpa djeluju na imune funkcije u miševa. Rezultati su pokazali da su ekstrakti polipeptida izlučenih iz trpa produljili vrijeme napornog treninga, smanjili sadržaj dušika te povećali sastav jetrenog glikogena u miševa tokom vježbanja. Ekstrakti nisu pokazali vidljiv učinak na tjelesnu težinu u miševa (Fu X i sur., 2007; Wang i sur., 2007). Liu i sur. (2009) su istražili otpornost i imune funkcije izlučivši usnu tekućinu trpa te potom odredili vrijeme napornog plivanja te količinu mliječne kiseline u krvi i jetrenog glikogena u miševa. Njihova otkrića pokazala su da je vrijeme plivanja u miševa s uzimanjem usne tekućine, u usporedbi s kontrolnom grupom, bilo znatno duže te se tako povećao sadržaj glikogena u miševa. Također, u testnoj grupi nakon plivanja s visokom dozom usne tekućine, mliječna kiselina u krvi znatno se smanjila. Rezultati su pokazali da usna tekućina u trpa ima značajan učinak na otpornost i imunost (Liu i sur., 2009).

Bing i sur. (2010) istražili su da je tjelesna stjenka *S. Japonicus* bogata s kiselim mukopolisaharodima, kolagenom, bioaktivnim aminokiselinama i mastima. U usporedbi s kontrolnom grupom, obrada na *S. Japonicus*, trideset dana u nizu, produljila je trajanje napornog plivanja u miševa, potaknula sintezu jetrenog glikogena i hemoglobina te održala razinu hemoglobina nakon plivanja, sličnu kao prije plivanja. Također se značajno smanjilo stvaranje mliječne kiseline u krvi i dušika u krvi u miševa nakon plivanja, poboljšavajući tako izdržljivost vježbanja u miševa (Bing i sur., 2010).

6.4 Antihipertenzivno djelovanje

Zhao i sur. (2007) istražili su antihipertenzivni učinakte pročišćeni ACE inhibirajući peptid iz želatine trpa *Acaudina molpadioidea* (Zhao i sur., 2007). ACE (Angiotenzin-konverzijski enzim) ima ključnu ulogu u regulaciji krvnog tlaka u sustavu renin-angiotenzina.

To je hormonski sustav koji prilagođava krvni tlak, kao i ravnotežu tekućine, te obavlja bitnu funkciju u patofiziologiji kardiovaskularnih bolesti, kao što su hipertenzija i zatajenje srca (Brunner, 2001). Zabilježeno je da hidrolizat (GH-III) proizveden od želatine trpa ima snažnu ACE inhibitorsku aktivnost (in vitro) i anti-hipertenzivne (in vivo) učinke koji su mogli nastati zbog prisutnosti visoko bioaktivnog ACE inhibirajućeg peptida (Zhao i sur., 2009). Antihipertenzivne i antioksidativne aktivnosti (in-vitro) dva različito obrađena tkiva islandskog trpa ocijenjene su i uspoređene. Koža, mišići, probavni trakt i respiratorni trakt trpa *Cucumaria frondosa* obrađeni su na različite načine dajući vodeni ekstrakt i hidrolizate. Prema rezultatima, vodeni ekstrakti pokazali su veću inhibiciju ACE u usporedbi s hidrolizatima. Različiti dijelovi testiranog trpa pokazali su različite veličine aktivnosti. S druge strane, hidrolizati, pokazali su veću ORAC (kapacitet apsorpcije radikala kisika) nego vodeni ekstrakti (Hamaguchi i sur., 2010).

6.5 Protuupalno djelovanje

Istraživanja zaključuju da trpovi posjeduju moćnu protuupalnu aktivnost.Postoji i nekoliko istraživanja koji otkrivaju da se dijelovi tkiva trpa mogu iskoristiti kao izvor sredstava za liječenje upale (Collin, 1998; Collin, 1999; Collin, 2004). U in vivo istraživanju, Whitehouse i Fairlie (1994) hranili su štakore oba spola sa SeaCareom (humanim dodatkom hrane) sastavljenim od suhih ekstrakata odabranih vrsta holothuria: 95% w / w (udio određene tvari unutar smjese), *Holothuria nobilis, Holothuria axiologa i Stichopus variegatus* i 5% m / m (otopina mase/ukupna otopina mase nakon miješanja) morske biljke *Sargassum pallidum*. Njihovi rezultati ukazuju da testirani dodatak pokazuje protuupalno djelovanje u oba spola štakora (Whitehouse i Fairlie, 1994).

6.6 Antimikrobno djelovanje

Ekstrakti trpova dokazani su kao potencijalni antimikrobni agensi u nekoliko istraživanja. Antibakterijska i antifungalna aktivnost alkoholnih ekstrakata *Actinopyga echinita*, *Actinopyga miliaris, Holothuria atra* i *Holothuria scabra* proučavali su Jawahar i

sur., (2002), te su utvrdili da su *Escherichia coli, Aeromonas hydrophila, Enterococcus sp., Pseudomonas aeruginosa, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus, Salmonella typhi* i *Vibrio harveyi,* te *Aspergillus sp*. osim *Bacillus sp*. bili su osjetljivi na testirane ekstrakte trpova. Antimikrobni potencijal ovih ekstrakata može se pripisati prisutnosti antimikrobnih sredstava, najvjerojatnije steroidnih saponini (Jawahar i sur., 2002). U drugom istraživanju, Ridzwan i sur., (1995), procijenili su antibakterijsku aktivnost ekstrakata iz trpova sakupljenih iz obalnih područja Sabah (Malezija) upotrebom in vitro testova. Prema njihovim rezultatima ekstrakti lipidnih frakcija i frakcija metanola, dobiveni od trpova *Holothuriascabra, Holothuria atra* i *Bohadshia argus* nisu pokazali značajne antibakterijske učinke. Međutim, PBS (fosfatno puferirana fiziološka otopina) izvedena iz *B. argusa* i *H. atra* pokazala je značajnu antimikrobnu aktivnost i inhibirala rast svih testiranih gram-negativnih i gram-pozitivnih bakterija. Ekstrakti dobiveni iz vanjskog dijela *Holothuria atra*, u usporedbi s unutarnjim dijelovima, pokazali su slabu antimikrobnu aktivnost (Ridzwan i sur., 1995). Antimikrobno djelovanje, ekstrakata iz različitih dijelova tijela trpa *Cucumaria frondosa*, uobičajenih zvijezda *Asterias rubens* i zelenog morskog lava *Strongylocentrotus droebachiensis*ispitali su Haug i sur., (2002). Jaja iz *Cucumaria frondosa* pokazala su relativno veću antibakterijsku aktivnost. Posebno, stjenka tijela ima snažnije ekstrakte. Velika varijacija bioaktivnosti među ekstraktima sugerira da su različite tvari sposobne za antimikrobne funkcionalnosti. Stoga, morski bodljikaši mogu se istražiti kao održivi prirodni izvor za otkriće novih antibiotskih spojeva (Haug i sur., 2002).

6.7 Antioksidativno djelovanje

Antioksidacijski potencijal svježeg i rehidriranog trpa *Cucumaria frondosa* sa ili bez unutarnjih organa je procijenio Zhong i sur., (2007). Rehidrirani uzorci, osobito oni s unutarnjim organima, posjedovali su veću antioksidativnu aktivnost od njihovih svježih homologa (Zhong i sur., 2007). Zeng i sur., (2007) istražili su o antioksidativnoj aktivnosti želatinskih hidroliza iz trpa *Paracaudina chilensis*. U ovom istraživanji želatina je hidrolizirana bromelainom, a zatim pomoću ultrafiltracijske membrane razdvojene u dvije glavne frakcije molekulske mase. Testirani hidrolizati uklanjaju superoksidne anionske radikale na značajnu razinu (Zeng i sur., 2007). Antioksidacijsko djelovanje peptida

izvedenih iz trpa potvrdio je Chenghui i sur., (2007). Odvojili su hidrolizu trpa u različite frakcije molekulske mase metodama ultrafiltracije i liofilizacije. Rezultati su pokazali da peptidi pokazuju veći antioksidans i učinkovito uklanjanje DPPH (2,2-difenil-I-pikirlhidrazil), čak i snažnije od vitamina E (Chenghui i sur., 2007).

Ukupni sadržaji fenola i ukupnih flavonoida te antioksidativna aktivnost ekstrakata iz različitih dijelova atlantskog trpa *Cucumaria frondosa* procijenili su Mamelona i sur., (2007). Od testiranih ekstrakata, komponente ekstrakta etil acetata, koje pripadaju probavnom traktu, pokazale su relativno veću antioksidativnu aktivnost, dok su vodeni ekstrakti izvedeni iz probavnog trakta i respiratornih oragana pokazali manju. Rezultati ovog istraživanja pokazali su da tkiva *C. frondosa* sadrže relativno veće razine prirodnih antioksidansa i mogu se koristiti za sprečavanje reakcija oksidacije lipida, posebno onih koje iniciraju slobodni radikali i reaktivne vrste kisika. Dakle, trpovi mogu biti korisni prirodni izvor prehrambenih antioksidansa (Mamelona i sur.,2007). Polipeptid izoliran iz trpa kroz ultrafiltracijske i liofilizacijske metode pokazao je djelotvornu antioksidativnu aktivnost kada je testiran na hidroksilnim i superoksidnim anionskim radikalima (Su i sur., 2009). Prema istraživanju Wang i sur., (2010) želatinozni hidrolizat molekularne mase, pripremljen iz stijenke tijela trpa *Stichopus japonicus*, uklonio je superoksid i hidroksilne radikale (Wang i sur.,2010). Osim ovih, postoje i druga istraživanja koje pokazuju da je koelomska tekućina iz trpa dobar izvor antioksidansa (Hawa i sur., 1999; Dolmatova i sur., 2004).

6.8 Antivirusno djelovanje

Postoje dokazi da biološki aktivni sastojci trpova imaju antivirusnu aktivnost. Antivirusna aktivnost Liouvillosides A i B, koji su trisulfatirani triterpenski glikozidi, izolirani iz antarktičkog trpa *Staurocucumis liouvillei*, ispitali su Maier i sur., (2001) Na temelju rezultata bioloških testova, oba glikozida pokazala su dobru antivirusnu aktivnost protiv herpes simplex virusa tipa 1 (HSV-1) (Maier i sur., 2001). Fukozilirani kondroitin sulfati (FCS) dobiveni iz trpova, priznati kao tip: sulfatnih polisaharida (Mourao i sur., 1998; Mulloy i sur., 2000), mogu inhibirati infekciju virusom humane imunodeficijencije (HIV), što upućuje na potencijalno korištenje ovih vrijednih morskih beskralježnjaka kao prirodnu

terapiju protiv virusa HIV-a i AIDS-a (Sindrom stečene imunodeficijencije) (McClure i sur.,1992; Beutler i sur., 1993).

6.9 Djelovanje na mišićno-skeletne upalne poremećaje

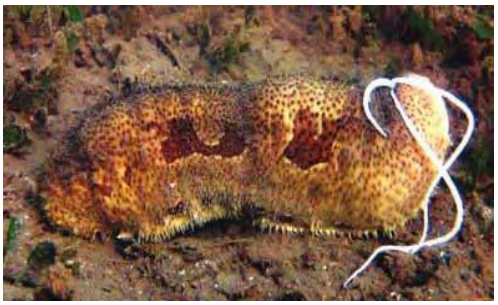
Kondroitin sulfat, mukopolisaharidi i glukozamin, odnosno kemijski spojevi u trpovima, blagotvorno djeluju na poremećaje artritisa. Istraživači su pokazali da uporaba trpova je korisna u održavanju ravnoteže prostaglandina, čime se pomaže u liječenju mišićno-skeletnih upalnih poremećaja kao što su osteoartritis, reumatoidni artritis i artritis kralježnice (Kariya.,2004; Yamanda.,2008; Chen i sur., 2010). Dva tipa fukan sulfata koja su izolirana iz tijela trpa *Stichopus japonicus* koristeći kloroform / metanol kao sustav otapala dokazale su da obje te vrste testiranih fukan sulfata inhibirale su osteoklastogenezu u in vitro testu. To objašnjava da su ovi spojevi izvedeni iz trpova jaki inhibitori osteoklastogeneze (Kariya i sur., 2004). Stoga, kondroitin sulfat iz trpa i drugi srodni spojevi mogu biti lijek za liječenje artritisa i zglobova (Yamada., 2008; Kariya i sur., 2004; Chen i sur., 2010).

6.10 Djelovanje na svojstva koja pospješuju zarastanje rana

Vjeruje se da izravna upotreba trpova može smanjiti vrijeme oporavka rane te pomoći regeneraciji tkiva čovjeka baš kao i sama sposobnost trpa da brzo regenerira vlastito tkivo tijela kada je oštećeno (Ridzwan, 2007; Yaacob i sur., 1994; Menton i Eisen , 1973). Masna kiselina trpa *Stichopus chloronotus*, uključujući arahidonsku kiselinu (AA C20: 4), eikozapentaenska kiselina (EPA C20: 5) i dokozaheksenska kiselina (DHA C22: 6) mogu imati potencijalnu ulogu u poboljšanju i iscjeljenju rane (Mehmet i sur., 2011; Fredalina i sur.,1999). Značajna količina EPA u trpovima mogla bi biti povezana s sposobnošću ovih ehinodermova da iniciraju popravak tkiva (Mehmet i sur., 2011; Wen J i sur., 2010; Fredalina BD i sur.,1999). Poznato je da je EPA glavni aktivni spoj u ribljim uljima i da djeluje putem inhibicije prostaglandina i anti-trombnog svojstva. Osim toga, EPA također ima potencijalnu ulogu u mehanizmu zgrušavanja krvi (Fredalina i sur.,1999).

Najpoznatiji proizvod trpa (*beche the mer*)

Kao morska hrana, trpovi se obično suše, te se nakon sušenja dobije se proizvod poznat kao *beche de mer* (slika 38) (Wen i sur., 2010) još se naziva *trepang* ili *balate*. Trpovi, obično obrađeni u suhi proizvod poznat kao *beche de mer*, cijenjeni su kao važni plodovi mora, osobito u azijskim zemljama. Komercijalno, proizvod *beche de mer* može se svrstati u nisku, srednju ili visoku ekonomsku vrijednost, ovisno o nekoliko aspekata kao što su: vrsta, izgled, abundancija, boja, miris, debljina stjenke tijela, tržišni trendovi i zahtjevi. Cijenjeni su među aboridžinskim stanovnicima jugoistočne Azije (Bordbar i sur., 2011). Jestivi trpovi, stjenke tijela ili proizvode od unutarnjih organa (gonade i crijeva), obično se prodaju izravno u restorane ili se prerađuju u konzerviranim oblicima kao što su dimljeni i suhi proizvodi. Suhi trpovi pripremaju se za kuhanje tako što se rehidriraju. Međutim, obrada dehidratacije i rehidracije može potencijalno utjecati na nutritivnu vrijednost trpa uzrokujući promjene u kemijskom sastavu, kao i bioaktivnosti, kao što je antioksidacijska aktivnost (Zhong i sur., 2007).



Slika 37. *Bohadschia marmorata* u moru (Purcell i sur., 2012)



Slika 38. *Bohadschia marmorata* kao gotov proizvod *beche de mer* (Purcell i sur., 2012)

***Beche de mer* trgovine**

Većina suhih trpova koji se izvoze s Pacifičkog otočja odlaze u kineske trgovine sušenih morskih plodova (slika 39). Glavno odredište je Hong Kong, ali većina proizvoda prenosi se na tržište u unutrašnjost Kine. Ostala izvozna odredišta za trpove su: Pacifičko otočje, Tajvan, Koreja i Sjedinjene Američke Države. Azijski potrošači cijene suhe trpove koji su ravni, bez oštećenja kože, imaju tamnu boju (za tamne vrste), blag miris i nemaju tragova soli. Cijene su visoke ako proizvodi imaju gore navedene karakteristike (Purcell, 2014).



Slika 39. Trgovina s proizvodima *beche de mer-a* u Kini (Purcell,2014)

7. AKVAKULTURA

7.1 Lov trpa

Trpovi se smatraju važnom hranom u Indo- pacifičkoj regiji uključujući Filipine, Maleziju, Japan, Koreju i Kinu. Kina je najveći proizvođač trpova u svijetu. Uzgoj trpova ključan je dio njihove akvakulture (Zhong i sur., 2007). Globalnu trgovinu trpovima namijenjenu prehrambenom tržištu kontrolira Kina, Hong Kong, Singapur i kineska provincija Tajvan (Toral-Granda i sur., 2008). Trpovi imaju visoku komercijalnu vrijednost

zajedno s rastućom globalnom proizvodnjom i trgovinom (Bordbar i sur., 2011). Trpovi se iskorištavaju u industrijaliziranom, poluindustrijaliziranom i zanatskom lovu u polarnim regijama, umjerenim zonama i cijelim tropima (Purcell i sur., 2012). Također oni su nedovoljno korišteni ribolovni resursi u ostatku svijeta poput Sjedinjenih Američkih Država i Kanade. Prema Lovatelliu (2004), znanstveni dokazi koji podupiru njihov značaj kao nutricionističke i funkcionalne hrane privukla su rastući interes od nutricionista i farmakologa, kao i šire javnosti (Lovatelli i sur., 2004).

Prema Purcellu, (2010b) lovom trpa prikuplja se približno 80 000 tona svježeg trpa svake godine u južnom Pacifiku i Aziji zbog proizvodnje *beche de mera*. Lov je većinom usredotočen na oko 60 vrsta, a za lov se upotrebljavaju različite ribarske tehnike se utemeljene na lokanoj i kulturnoj tradiciji (Purcell, 2010b). U sjevernoj hemisferi, lov trpa se većinom odvija u četiri zemlje: Kanadi, Sjedinjenim Američkim državama (Bradbury, 1994), Rusiji i Islandu. Njihov lov usredotočen je uglavnom na četiri vrste *Parastichopus calfornicus, P. parvimensis, Cucumaria frondosa* i *C. japonica* (Hamel i sur., 2008a, b). U sjevernom Atlantiku, ograničeni lov trpa *Stichopus tremulus* započeo je u Norveškoj (Therkildsen i Petersen, 2006). Montserrat i sur., (2010) su uočili veliki interes za kraljevske trpove *Stichopus regalis* u Španjolskoj gdje se trpovi smatraju delikatesom. Prema istraživanju Monteserrat i surad. (2010) u 2001. godini uvoz trpa i ostalih beskralješnjaka u Francusku i Španjolsku dosegao je 13 000 tona (Montserrat i sur.,2010). U Italiji, početni pokušaji da se potrošači zainteresiraju za proizvode trpa nisu imali veliki uspjeh (Sella 1940; Tortonese, 1965) no, od Drugog svjetskog rata, trpovi se počinju konzumirati u Apuliji i ostalim regijama južne Italije. Najučestalije vrste trpa u Mediteranskom moru su *Holothuria tubolosa, H. forskali*, i *H. poli* (Ocana i Sanchez Tocino, 2005).U Italiji, komercijalni ribari su započeli lov i obradu trpa na malo za izvoz u Kinu a najviše u grad Hong Kong (Lovatelli, 2004). Turska je glavna mediteranska zemlja koja se aktivno bavi lovom tih i drugih vrsta te izvozom trpova u Aziju, uglavnom u Singapur, Hong Kong i Japan (Aydin, 2008; Chakly i sur., 2004).

7.2 Uzgoj trpa

Trpovi se u Kini uzgajaju od sredine 1980-ih (Chen, 2004). U azijskim i pacifičkim regijama, farme trpova su utemeljene na ekstenzivnom uzgoju, uglavnom u jezerima. Glavnina proizvodnje se primarno izvozi za potrebe kineskog tržišta s Hong Kongom i Singapurom, kao glavnim ulaznim točkama. Kina je najveći svjetski proizvođač trpova. U Kini je najveći proizvođač provincija Lianoning, gdje je ukupna površina uzgoja trpa procijenjena u 2004. godini na 51 000 ha, a ukupna proizvodnja bila je između 135 000 i 202 500 tona zajedno s vodom, uglavnom kroz ribolov utemeljen na kulturi (tj. mlađi se proizvode u velikim mrjestilištima, a zatim se puštaju u more da rastu) (Chen, 2004). Dalian je glavno područje proizvodnje *trepanga* u sjevernoj Kini, a njegova proizvodnja dosegla je 25 000 tona u 2007. godini koja pokriva 50 % kineske ukupne proizvodnje (Chen, 2004). U periodu od 1983-1990, veliki porast u potražnji *trepanga* povećao je interes za uzgoj trpa (Morgan i Archer, 1999). Nastojanje kineskog ministarstva poljoprivrede da ohrabri industrijski uspjeh doveo je do razvoja mrjestilišta i poboljšao tehnike za uzgoj *Apostichopus japonicusa*. Kako je porasla potražnja za trpovima, kultiviranje novih vrsta je u razmatranju (Conand, 2004), uključujući umjerene vrste koje polagano vraćaju popularnost na tržište. Uzgoj trpova se istražuje kao potencijalna aktivnost akvakulture u Tanzaniji, Papua, Novoj Gvineji, sjevernom djelu Australije, Madagaskaru, Filipinima (Gamboa i sur., 2004) te u Indoneziji (Conand, 2008). Luke Hong Konga, Singapura i Tajvana su glavna tržišta s kojih se uvoze obrađeni trpovi iz zemalja proizvodnje (Ferdouse, 2004). Visoke cijene trpa npr. 370 $ po kilogramu u Kini (Chen, 2003) stimulirale su razvoj uzgoja trpa, a naročito vrste *A. japonicus*, koja se smatra vrlo cijenjenom vrstom (Ferdouse, 2004). Prema Chenu, (2004), čak je i kineski investicijski kapital bio privučen u ovaj sektor akvakulture (Chen, 2004).

U Japanu, proizvodnja mladih vrste *A. japonicus* započeta je prije 70 godina (Inaba, 1937), a mladi su odgojeni u kavezu (Imai i sur., 1950). Kasnije, ova vrsta je uspješno kultivirana u Kini (Shuxu i Gengeheo 1981; Li 1987). Prema Battaglene, (1999), među svim tropskim holothurianima, *Holothuria scabra* je visoko cijenjena vrsta i smatra se jednom od najboljih vrsta za uzgoj u akvakulturi (Battaglene 1999, 2000; Battaglene i Bell, 1999). Ova vrsta je bila uspješno masovno proizvođena u Indiji (James i sur., 1988; James, 1996a), Madagaskaru (Jangoux i sur., 2001), Vjetnamu (Pitt i Duy, 2004) te Australiji (Giraspy, 2005).

7.3 Lov i uzgoj trpa u Mediteranu i Hrvatskoj

Velika prirodna abundantnost trpa u mediteranskoj regiji nudi potencijal za razvoj akvakulture trpa u mediteranskoj regiji, iako se najprije treba razmotriti ekonomska isplativost. Vrste trpova na Mediteranu, ipak, se ne smatraju trenutno primarnim ciljem za azijsko tržište, koje pokreće globalnu prodaju trpa. Razvoj uspješnog potrošačkog proizvoda zahtijeva ogromno istraživanje reproduktivnih strategija, optimalne tehnike rasta, i nastojanje da se poboljša kvaliteta tržišta. Ekonomska vrijednost trpa u Turskoj i južnoj Španjolskoj odražava potencijalnu vrijednost obalnih područja na Mediteranu. Ipak, ulovi prirodnih zaliha od strane komercijalnih ribara mogli bi dovesti do brze prekomjerne eksploatacije trpa. Ako prirodne zalihe mogu biti zaštićene, uzgoj trpova na Mediteranu bi mogao zadovoljiti potrebe tržišta, a te bi se vrste potencijalno mogle razviti u budućnost Mediteranske akvakulture (Sicuro i Levine, 2011).

1998. godine posebnim Pravilnikom o zaštiti trpova (NN 76/98) zabranjen lov svih 36 vrsta od kojih 8 (Holothuriidae) trpova koji se nalaze u Jadranu, za preradu i prodaju zaštićenim životinjskim vrstama proglašavaju se vrste trpova:

Porodica *Holothuriidae*: *Holothuria forskali*, *Holothuria helleri*, *Holothuria impatiens* *Holothuria mammata*, *Holothuria polii*, *Holothuria sanctori*, *Holothuria stellati*, *Holothuria tubulosa* (Narodne novine, 1998).

7.4 Tehnike uzgoja trpa

Postoji više od 134 jestive vrste trpa duž kineske obale koje su od komercijalnog interesa. *Apostichopus japonicus* je glavna vrsta pod kultivacijom, ali više od 30 vrsta (23 Holothuridae: 6 Stichopodidae) koje se trenutno ne uzgajaju komercijalno su potencijalni kandidati za budući uzgoj. U sjevernoj Kini trpovi dosižu tržišnu veličinu između 10 i 18 mjeseci. Preživljavanje kultiviranih vrsta varira između 10 i 90% npr. optimalna kultivirana gustoća trpa *A. japonicus* je 100-150 000 životinja po hektaru (Yaqing i Changging, 2004).

Dodatno istraživanje je potrebno da bi se odredila optimalna gustoća pohranjivanja za ostale vrste. Zajedničke karakteristike vrsta izabranih za akvakulturu uključuju: rast, abundantnosti u plitkoj vodi, veličinu životinja, gustoću i krutinu sjemene opne što olakšava tehnike obrade. Tri glavne metode kultivacije se već uspješno upotrebljavaju od strane uzgajivača trpa; kultivacija u jezeru, kultivacija u ograđenom prostoru (tor) i podna kultivacija (Chen 2003; Xilin, 2004). U pogledu manje investicije i većeg profita, podna kultivacija pokriva 75% ukupne površine uzgoja u Kini. Tehnike i investicijski manje intenzivne podne kultivacije bile bi dobar izbor za početne pokušaje uzgoja trpa u mediteranskom moru (Sicuro i Levine 2011).

8. UČINCI TEMPERATURE, SLANOĆE, PH VRIJEDNOSTI NA RAST I RAZVOJ LIČINKI RAZLIČITIH VRSTA TRPOVA

8.1 Učinci temperature

Prema Renbu i Yuanu (2004) te Xiyinu i sur. (2004) koji su prvo dali zaključiti da temperatura vode ne utječe na opstanak endobentičnih mladih *Holothuria scabra* ipak, daljnjim istraživanjem zaključili su da temperatura vode ima važan učinak na rast. Općenito, visoke temperature (iznad 30ºC) poticale su veći rast. Ipak, rast i biološke aktivnosti holothuriana bi se mogle smanjiti pod prevelikim temperaturama (Renbo i Yuan 2004; Xyin i sur., 2004). Eksperimet izveden u MHSA (Madagascar Holothurie Societe Anonyme) farmi u prosincu 2008.godine pokazalo se je da su mladi *H. scabra* preživjeli na temperaturi vode od 39°C, a na temperaturi od 41°C postajali su slabi te umirali (neobjavljeni podaci). Tako, za vrijeme toplog godišnjeg doba, strogo se preporučuje prikriti jezera za uzgoj (Renbo i Yuan 2004; Xyin i sur., 2004; Lavitra, 2008) te upotrebljavati sustav za grijanje u hladnom godišnjem dobu (Lavitra i sur., 2010).

Druge studije dale su povezati te potom i zaključiti da učinak temperature vode na rast mlađih vrsta *H. Scabra* povezan s ponašanjem životinja za vrijeme hranjenja. Navode da kad je temperatura vode bila povećana na više od 30°C, *H. scabra* bi promijenile svoj uobičajeni ciklus zakapanja i ostale na površini (Mercier i sur., 2000), a kada je temperatura vode bila

smanjena, trpovi bi se zakopali u sediment na duže vrijeme (Purcell i Kirby, 2005), što bi smanjilo vrijeme koje je životinja provela jedući (Wolkenhauer, 2008). Efekt temperature vode na ponašanje za vrijeme hranjenja uočen je u nekim vrstama trpova i u nekih ehinodermnih vrsta (Thompson i Riddle, 2005). Osim ponašanja za vrijeme hranjenja, brzi rast mladih *H. scabra* na visokim temperaturama može se također objasniti obiljem fitobentona u jezerima za uzgoj za vrijeme tog perioda, obzirom da oni sačinjavaju njihovu glavnu hranu (Uthicke 1999; Uthicke 2001; Pitt i Duy 2004; Taddei, 2006). James i sur., (1994), Battaglene, (1999), Chen i Chian, (1990) i Ramofafia i sur., (1995) tvrde da su temperature između 27°C i 30°C optimalne za ličinke tropskih trpova *H. scabra, A. echinites i H. atra* (Chen i Chian, 1990; Ramofafia i sur., 1995). Hamel i Mercier, (1996) te Ito i Kitamura (1998) također su potvrdili brži razvoj ličinke *C. frondosa* i *I. japonicus* na višim temperaturama vode, nego u prevladavajućim prirodnim uvjetima okoliša (Hamel i Mercier, 1996; Ito i Kitamura, 1998).

8.2 Učinci slanoće

Pregledom istraživanja o utjecaju slanoće na rast i razvoj rezultati istraživanja su pokazali da slanoća od 35‰ je optimalna za rast i razvoj ličinki *H. spinifera*. Primjeri Asha i Muthiah, (2002), te Chen i Chian, (1990) su to zaključili nakon istraživanja o normalnom razvoju ličinke *H. spinifera* i *A. ehinites* na 35-36‰. Slabiji opstanak auricularie u slanoći 15-25‰ i naredna pojava deformiranih ličinki koja je dovela je do dezintegracije 8.dan istraživanja, prepisuje se nesposobnosti srednje auricularie da brzo reagira na oštre promjene u okolini. Kao što Kashenko, (2002), ističe za ličinke *A. japonicus* koje postaju ranjive i nestaju na 20 ‰ **(**Kashenko, 2002).

8.3 Učinci pH vrijednosti

U eksperimentu s pH vrijednostima jedino ličinke u normalnim pH vrijednostima morske vode (7,8) pokazale su visoki opstanak i rast, pokazujući da auricularia *H. spinifera* su bile vrlo osjetljive na promjene u pH (Asha i Muthiah, 2005). Slično, Hamel i Mercier, (1996) uočili su da razvoj pentaktule u *C. frondosa* traje duže na pH vrijednost 9 nego na pH

vrijednost 8. Stoga najveća stopa opstanka i najbrži razvoj aurikularie nalaže da su temperatura vode između 28 i 32C, salinitet od 35‰ i pH vrijednosti 7,8 optimalni uvjeti za uzgoj ličinki *H. shpinifera* (Hamel i Mercier, 1996).

8.4 Učinci dostupnosti hrane na rani rast, razvoj i opstanak trpa *Holothuria scabra*

U istraživanju prema Morganu, (2001), optimalne razine algi za održavanje kvaliteta ličinki u uzgoju bile su 1 i 2 x 10^4 stanice/ml ili 2 do 4x10^4 stanice/ličinke/dan. Povećavanje koncentracije algi na 4 do 8 x10^4 stanice/ml nije rezultiralo rastom i razvojem već je kompromitiralo kvalitetu ličinki i okoline (Morgan, 2001). James i sur.,(1994) navode da će održavanje viška koncentracije algi prekinuti proces filtracije, ingestije i digestije u ličinki *H. scabra*. Prilikom opservacije stanja želuca ličinki *H. scabra*, također su uzeli u obzir koncentraciju algi od 2 do 3x10^4 stanice/ml za optimalni rast i razvoj (James i sur., 1994). Ito, (1995) izjavljuje da u ranom razvoju ličinki trpa *Stichopus japonicus*, koncentracija od 0.5x10^4 stanice/ml je adekvatna, ali da se to povećalo na oko 3x10^4 stanice/ml kasnije u ličinkinom ciklusu. Također navodi u svom istraživanju da je vjerojatno da su ličinke *H. scabra* preživjele u odsutnosti algi na temelju upotrebe pohranjenih nutrijenata. Također Archer, (1996) je otkrio da su se ličinke trpa *S. mollis* naposljetku prestale hraniti kada je koncentracija algi kontinuirano prelazila 0.6x10^4 stanice/ml budući da su stope ingestije dosegle vrhunac na 18.2 stanice/ml na toj razini (Archer, 1996). Ito (1995) je pokazao da rast u duljinu i širinu trbuha može biti važan pokazatelj kvalitete ličinki, a naročito kasnije u razvoju. U njegovom istraživanju oblik želuca većine ličinki u umjerenim količinama algi bio je sferičan, ali u povećanim količinama algi to je bilo promjenjivo i želudac je često bio stisnut duž lateralne osi. Također navodi da asimetrija u razvoju lateralnih nabora ličinki bila je očita u velikim količinama algi. Ako se ličinke nisu razvijale normalno, postojala je veća mogućnost greške promatrača u zapisu razvojnih faza kao rane, srednje i kasne auricularie. Nedostatak skeletne strukture u ličinki holothuriana otežao je raspoznavanje prijelaza u druge faze ličinke. U njegovom radu veliki broj nenormalno razvijenih ličinki ostale su u vodi za vrijeme eksperimenta i u nekim instancama pokazale su normalne razvojne karakteristike ali su stisnule lateralne nabore. U kulturama koje su sadržavale višak hrane, kvaliteta lateralnih nabora, simetrija oblika, rast u potpunu duljinu i oblik želuca najbolje su pokazali reakciju

ličinki na okolinu (Ito, 1995). Opservacija i zapis razvoja lijeve i desne želučane šupljine bili su teški u kultura koje su sadržavale višak hrane. U ranoj auriculari vodena želučana šupljina za vrijeme razvoja ličinke povezana je s lijevom želučanom šupljinom, koja izbija iz vodene želučane šupljine te se dijeli na desnu i lijevu želučanu šupljinu. Vrijeme izbijanja lijeve želučane šupljine iz vodene šupljine i desne želučane šupljine iz lijeve želučane šupljine može ukazivati na prijelaz ličinki u sljedeće faze razvoja auricularie (Balser i sur., 1993).

8.5. Funkcioniranje farmi za uzgoj

Izlov trpova na Madagaskaru je raširena aktivnost (Laroche i Ramananarivo, 1995; Conand i sur., 1997), a prirodne populacije se trenutno previše iskorištavaju (Conand, 1998). U godini 1999, projekt marikulture trpa započet je u Madagaskaru (Jangoux i sur., 2001). Mrjestilište je bilo funkcionalno 2003.g. a danas proizvodi desetke tisuća mlađih trpova *Holothuria scabra*. Početak rada uključivao je izgradnju mrjestilišta. Glavna sekcija sastoji se od prostorija za rast morskih algi, uzgajanje ličinki, brigu za genitore i provođenje mikroskopskih i kompjutorskih analiza. Bazeni za mrještenje povezani su s pumpom za slanu vodu, čiji se rezervoari pune za vrijeme plime i čija se voda izlijeva u ribnjak veličine 30m3.

Druga faza projekta sastojala se u podizanju farme trpova kako bi se ugojili mladi dok ne dosegnu tržišnu veličinu. Ovo okruženje koje graniči sa šumom mangrova ispunja ekološke uvjete za uzgoj *H. scabre* i posjeduje prirodni izvor vode koji omogućuje optimalno funkcioniranje u laboratorijima i kavezima. Farma uzgaja mlade trpove uzgojene u mrjestilištu do tržišne veličine i težine (više od 20cm i 300g) u 10-12 mjeseci.

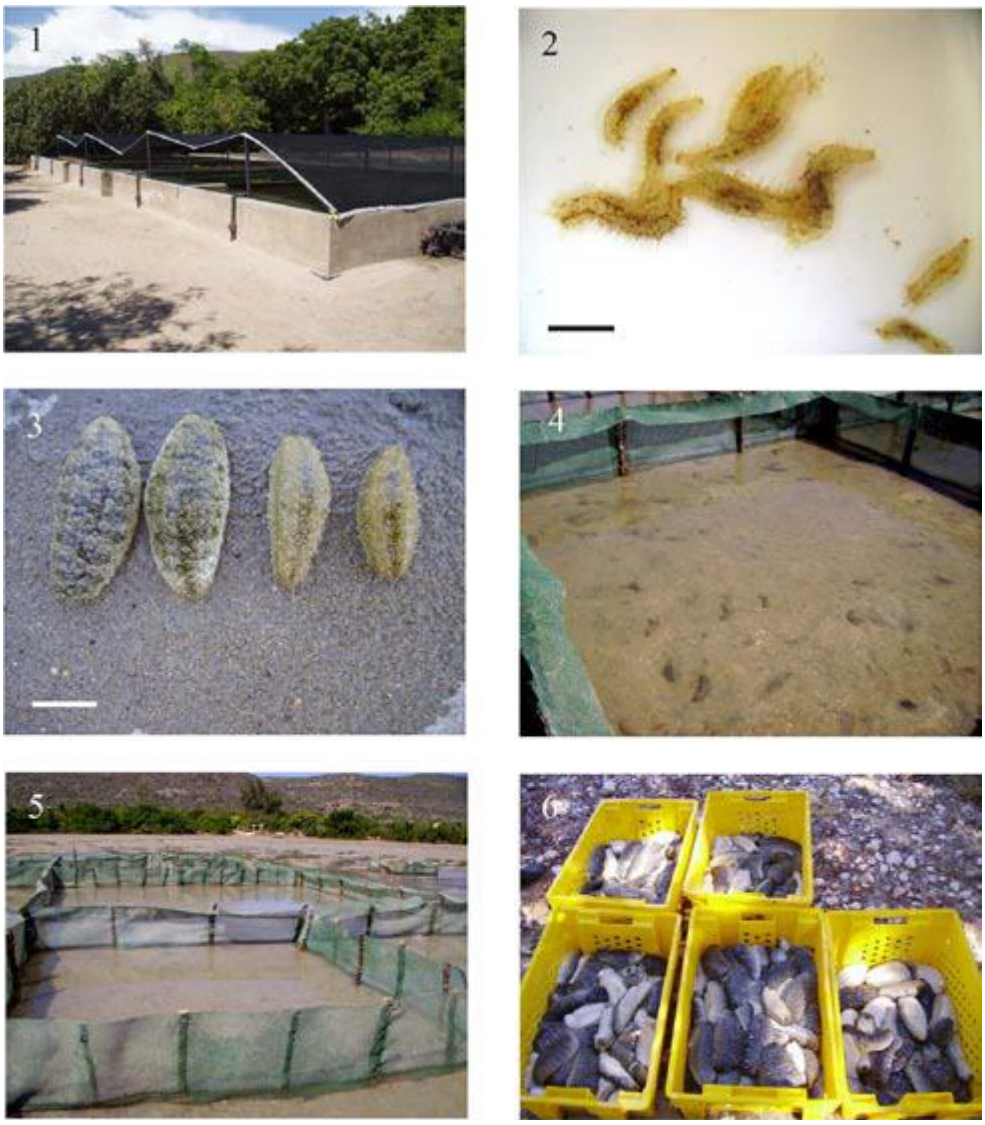
Metoda uzgoja trpova uključuje tri sukcesivne faze, a svaka od njih zahtijeva specijalizirane infrastrukture (unutarnji akvarij, vanjske spremnike i morske ograde) u skladu s veličinom životinja. Akvariji u kojima su uzgojeni mali mladi smješteni su u mrjestilištu. Svaki akvarij sadrži oko 200 litara filtrirane morske vode u kojoj mladi narastu do 2-6cm (slika 40). Trpovi se tada prenose na pješčano muljevite supstrate u 25000 litara vanjskih spremnika gdje se zadržavaju dok ne dosegnu veličinu 6-8cm. Morska voda se mijenja dvaput tjedno, a novi supstrati se dodaju prije svakog niza. Optimalna gustoća je 20 jedinki na metar kvadratni. Kada jedinke dosegnu 6-8cm, stavljaju se u morske ograde (kaveze) (slika 40), no kada su manji od ove veličine, mogu ih napasti predatori kao što su rakovi i ribe, stoga trebaju narasti

dovoljno dugo tj. 6-8 cm da se mogu prebaciti u morske kaveze. Morski kavezi su veličine oko 600m2 a napravljene su od drvenih štapova i plastičnih mreža s veličinom rupa oko 1cm. Ograde/kavezi (slika 40) su izgrađene u unutar plimnih zona gdje su uronjeni trpovi čak i za vrijeme oseke. Maksimalna gustoća u područjima ograde su tri jedinke na metar kvadratni (Eeckhaut i sur., 2008).

8.6. Mrijest u kavezima

Termalni stres je praksa koja se iskorištava za stimulaciju mrještenja u trpova. Pritisak na trpove povezan je sa sakupljanjem i prijevozom, snažni vodeni jet i dodatci sušenih algi također potiču mrještenje. Eeckhaut i sur., (2008) istraživali su mrijest u kavezima te zaključili da su se mužjaci mrijestili prvi, otpuštajući spermu 30 minuta. Ženke su reagirale kasnije otpuštajući jaja, što je u većini slučajeva trajalo manje od minutu. To se slaže s ostalim istraživanjima, navode Eeckhaut i sur., (2008) koja pokazuju da se općenito muški trpovi mrijeste prvi i da ih je zato lakše potaknuti na mrještenje, a da su ženke stimulirane prisustvom sperme u vodi (Eeckhaut i sur., 2008).

Grisilda i Giraspy, (2006) istražili su da odrasli trpovi, vrsta *Holothuria scabra*, su izazvali mrjest povećanjem temperature vode. Više od 46 milijuna jajnih stanica proizvedeno je iz 18 ženki tijekom 2004. i 2005. godine. Ličinke od 9 milijuna jaja uzgajani su u mrjestilištima, te su proizvedeni više od 300 000 mladih trpova u razdoblju kulture iz 2004. i 2005. godine. Mladi trpovi koji dostižu od 3 do 5 cm dužine tri mjeseca nakon naseljavanja, pogodni su za oslobađanje u divljini. Podaci prikupljeni tijekom dvogodišnjeg probnog razdoblja upućuju na to da je stopa preživljavanja znatno porasla tijekom druge godine, nakon modificiranja tehnika uzgoja. Dobiveni rezultati dosta su obećavajući i s obzirom na tržišni potencijal, industrijsku korist i tehničku izvedivost te prema njihovom stavu ova vrsta čini se najprikladnijom za uzgoj (Grisilda i Giraspy, 2006).



Slika 40. 1) Vanjski spremnici u kojima su mladi krastavci *H. Scabra* uzgajani dok ne dostignu duljinu 2-6 cm. 2) Juvelini oblik *H. Scabra* dugačak 2 cm koji dolazi iz mrijestlišta, u toj veličini mogu se sakriti u podlogu bazena za uzgoj tijekom dana. U ovoj veličini prenose se u vanjske spremnike 3) Juvenilni oblik *H. scabra* (6-8 cm dugačka) nakon prethodnog uzgoja u vanjskim spremnicima. Pri dostizanju ove veličine, prenose se u prirodne morske ograde. 4 i 5) Morske ograde postavljene su ispred farme.

6) Trpovi vrste *H. scabra* spremni za prodaju na lokalnom trgovačkom tržištu ili da se tretira kao trepang, te izvozi u azijske zemlje (Eeckhaut i sur., 2008)

9. ZAKLJUČAK

Zbog svog kvalitetnog nutritivnog sastava i izrazite ljekovitosti, od trpa ljudi mogu imati višestruke koristi, a to potvrđuju mnoge studije i znanstveni dokazi. Iako se najviše uzgaja u Aziji nema razloga da cijeli svijet ne uživa benefite uzgoja trpa. Olakotna okolnost je jednostavna tehnologija uzgoja. U budućnosti kroz marketing i upoznavanje potrošača s benefitima trpa ne sumnjivo trp može „zavladati“ tržištem. Za sada je nažalost ne iskorišten potencijal u velikom dijelu svijeta osim u Aziji.

10. PREGLED LITERATURE

Althunibat O. Y., Ridzwan B. H., Taher M., Jamaludin M. D., Ikeda M. A., Zali B. I. (2009). In vitro antioxidant and antiproliferative activities of three Malaysian sea cucumber species. Eur. J. Sci. Res.37: 376–387.

Arakawa K. Y. (1990). A handbook on the japanese sea cucumber: its biology, propagation and utilisation. MidoriDhabo, Tokyo, Japan.

Archer J. E. (1996). Aspects of the reproductive and larval biology and ecology of the temperate holothurian *Stichopus mollis* (Hutton). MSc thesis, University of Auckland, Ph.D. thesis. School of Biological Sciences. New Zealand, 189 pp.

Asha P. S., Muthiah P. (2002). Spawning and larval rearing of the sea cucumber *Holothuria (Theelothuria) spinifera* Theel. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull. 16: 11– 15.

Asha P. S., 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.

Aydin M. (2008). The commercial sea cucumber fishery in Turkey. SPC *Beche de Mer* Inf. Bull. 28: 40–41.

Balser E. J., Ruppert E. E., Jaeckle W. B. (1993). Ultrastructure of the coeloms of auricularia larvae (Holothuroidea: Echinodermata): Evidence for the presence of an axocoel. Biol. Bull. 185:86–96.

Bassa D. (2014). Krioprezervacija spermatozoida običnog trpa, *Holothuria tubulosa (*Gmelin, 1791). Diplomski rad. Dubrovnik. Sveučilište u Dubrovniku. Odjel za akvakulturu.

Battaglene S. C. (1999). Culture of the tropical sea cucumbers for the purpose of stock restoration and enhancement. In: The conservation of sea cucumbers in Malaysia: Their taxonomy, ecology and trade (M. Baine,ed),Proceedings of an International Conference. Department of Agriculture Kuala Lumpur Malaysia. 11-25.

Battaglene S. C. (2000). Culture of tropical sea cucumbers for the purposes of stock restoration and enhancement. Naga iclarm Publication. 22:4–11.

Battaglene S.C., Bell J.D. (1999). Potential of the tropical Indo-Pacific sea cucumber, *Holothuria scabra*, for stock enhancement.. In:. Stock enhancement and sea ranching(B.R. Howell, E. Moskness, E. Svasand, eds), Blackwell Science.Oxford, UK. 478–490.

Beutler J. A., McKee T. C., Fuller R. W., Tischler M., Cardellina J. H., Snader K. M., McCloud T. G., Boyd M. R. (1993). Frequent occurrence of HIV-inhibitory sulphated polysaccharides in marine invertebrates. Antivir. Chem. Chemother. 4: 167–172.

Bing L., Jing-Feng W., Jia F., Xiao-Lin L., Hui L., Qin Z., Chang-Hu X. (2010). Antifatigue effect of sea cucumber *Stichopus japonicus* in mice. Food Sci. 31: 244–247.

Bordbar S., Anwar F., Saari N. (2011). High-Value Components and Bioactives from Sea Cucumbers for Functional Foods. Mar. Drugs. 9(10): 1761–1805.

Botting J.P., Muir L.A. (2012). Fauna and ecology of the holothurian bed, Llandrindod, Wales, (Darriwilian, Middle Ordovician), and the oldest articulated holothurian. Palaeontologia Electronica.UK 15 (9A): 1–28.

Bradbury A. (1994). Sea cucumber dive fishery in Washington State: An update. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull. 6: 15–16 .

Bruckner A. W. (2006). Proceedings of the cites workshop on the conservation of seacucumbers in the families Holothuriidae and Stichopodidae. NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR 34, Silver Spring, MD 244: 33.

Brunner H. (2001). Experimental and clinical evidence that angiotensin II is an independent risk factor for cardiovascular disease. The American Journal of Cardiology. Vol. 87. Issue 8. Suplement 1.

Chakly S., Cadun A., Kisla D., Dicer T. (2004). Determination of quality characteristics of *Holothuria tubulosa* (Gmelin 1788) in Turkish sea (Aegean region) depending on sun drying process step used in Turkey. Int. J. Food Sci. Tech., 13: 3–16.

Chen C. P., Chian C. S. (1990). Short note on the larval development of the sea cucumber *Actinopyga echinites* (Echinodermata:Holothuroidea). Bull. Inst. Zool. Acad. Sin. 29: 127– 133.

Chen J. (2003). Overview of sea cucumber farming and sea ranching practices in China. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull.18: 18–23.

Chen J. (2004). Present status and prospects of sea cucumber industry in China. In Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management (A. Lovatelli, C. Chantal, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel, A. Mercier, eds). Food and agriculture organization of the united nations, Rome, Italy. 25-38.

Chen S. G., Li G. Y., Yin L. A., Huang W. C., Dong P, Xu J, Chang Y. G., Xue C. H. (2010). Identification of eight species of sea cucumber chondroitin sulfates by high temperature ~1H NMR. J. Instrum. Anal. 29:8.

Chenghui L., Beiwei Z., Xiuping D., Liguo C. (2007). Study on the separation and antioxidant activity of enzymatic hydrolysates from sea cucumber. Food Ferment. Ind. 33: 50–53.

Choe S. (1963). Biology of the Japanese Common Sea Cucumber *Stichopus japonicus*, Selenka. Pusan National University, Pusan. 226.

Collin P. D. (1998). Tissue fraction of sea cucumber for the treatment of inflammation. 5,770,205. United State Patent.

Collin P. D. (1999). Process for obtaining medically active fractions from sea cucumber. 5,876,762. United State Patent.

Collin P. D. (2004). Peptides having anti-cancer and anti-inflammatory activity. 6,767,890. United State Patent.

Conand C. (1998). Overexploitation in the present sea cucumber fisheries and perspectives in mariculture. In: Echinoderms. (R. Mooi, M. Telford, eds), San Francisco, Balkema. 449–454

Conand C. (2004). Present status of world sea cucumber resources and utilisation: an international overview. p. 13–23 In: Advances in sea cucumber aquaculture and management(A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F. Hamel, A. Mercier, eds.). FAO Fisheries Technical Paper No. 463: 425.

Conand C., Galet-Lalande N., Randriamiarana H., Razafintseheno G., De San M. (1997). Sea cucumbers in Madagascar: Difficulties in the fish ery and sustainable management. SPC *Beche de mer* Information Bulletin 9: 4–5.

Conand, C. (2008). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in Africa and the Indian Ocean. In: Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade (V. Toral-Granda, A. Lovatelli, M. Vasconcellos, Eds.). 143–193. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 516. Rome. (online) 319, 153-205 < http://www.fao.org/docrep/011/i0375e/i0375e00.htm>. Pristupljeno: 15. travnja 2011.

Dolmatova L. S., Eliseikina M. G., Romashina V. V. (2004). Antioxidant enzymatic activity of coelomocytes of the Far East sea cucumber *Eupentacta fraudatrix*. J. Evol. Biochem. Phys. 40: 126–135.

Eeckhaut I., Lavitra T., Rasoforinina R., Rabenevanana M. W., Gildas P., Jangoux M. (2008). Madagascar *Holothurie SA:* The first trade company based on sea cucumber aquaculture in Madagascar. *Beche de mer* Information Bulletin #28.

Ferdouse F. (2004). World market sand trade flows of sea cucumber/*beche de mer*. In: Advances in sea cucumber aquaculture and management (A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F. Hamel, A. Mercier, eds.), FAO FisheriesTechnical Paper Rome. 463: 101–114.

Findlay J. A, Daljeet A., Moharir Y. E. (1983). Some constituents of the sea cucumber *Cucumaria frondosa*. Mar. Chem. 12: 228.

Findlay J. A., Daljeet A. (1984). A New Aglycone from the Sea Cucumber *Cucumaria Frondosa*. J. Nat. Prod. 47: 320–324.

Fredalina B. D., Ridzwan B. H., Zainal A. A., Kaswandi M. A., Zaiton H., Zali I., Kittakoop P., Jais A. M. (1999). Fatty acid compositions in local sea cucumber, *Stichopus chloronotus* for wound healing. Gen. Pharmacol. 33: 337–340.

Fu X., Cui Z. (2007). Anti-fatigue effects of lower polypeptide from sea cucumber on mice. FoodSci.Technol.(online)<http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTALSSPJ200704086.htm. Pristupljeno 18. svibnja. 2011.

Gamboa R., Luzviminda Gomez A., Nievales M.F. (2004). The status of sea cucumber fishery and mariculture in the Philippines.. In: Advances in sea cucumber aquaculture and management (A.Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel, A. Mercier, eds.), FAO Fisheries Technical Paper.Rome. 463: 69–84.

Gilliland P.M. (1993). The skeletal morphology, systematics and evolutionary history of holothurians. Special Papers in Palaeontology 47: 1–147.

Giraspy D.A.B., Ivy W. (2005). Australia's first commercial sea cucumber culture and sea ranching project in Hervey Bay, Queensland, Australia. SPC *Beche-de-Mer* Information Bulletin 21:29–31.

Goad L. J., Garneau F. X., Simard J. L., ApSimon J. W., Girard M. (1985). Isolation of Δ9(11)-sterols from the sea cucumber. Implications for holothurin biosynthesis. Tetrahedron Lett. 26: 3513–3516.

Gowda N. M., Goswami U., Islam Khan M. (2009). Purification and characterization of a T-antigen specific lectin from the coelomic fluid of a marine invertebrate, sea cucumber (*Holothuria scabra*) Fish Shellfish Immunol.24: 450–458.

Grisilda I., Giraspy D. A. B. (2006). Development of large-scale hatchery production techniques for the commercially important sea cucumber *Holothuria scabra var.versicolor (Conand,1986)* in Queensland, Australia. *Beche-de-mer* Information Bulletin #24.

Hair C., Pickering T., Meo S., Vereivalu T., Hunter J., Cavakiqali L. (2011). Sandfish culture in Fiji Islands. SPC *Beche-de-mer* Information Bulletin 31:3–11.

Hamaguchi P., Geirsdottir M., Vrac A., Kristinsson H. G., Sveinsdottir H., Fridjonsson O. H., Hreggvidsson G. O. (2010). In vitro antioxidant and antihypertensive properties of Icelandic sea cucumber (*Cucumaria frondosa*). Presented at IFT 10 Annual Meeting & Food Expo; Chicago, IL, USA. 17–20 presentation no. 282–04.

Hamel J.F., Mercier A. (1996). Early development, settlement, growth and spatial distribution of the sea cucumber *Cucumaria frondosa* (Echinodermata: Holothuroidea). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 53: 253–271.

Hamel J. F., Mercier A. (2008a). Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in temperate areas of the Northern Hemisphere. In: Sea cucumbers. A global review of fisheries and trade (V. Toral-Granda, A. Lovatelli, and M. Vasconcellos, eds.). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome. 516: 257–291

Hamel J.F., Mercier A. (2008b). Precautionary management of *Cucumaria frondosa* in Newfoundland and Labrador, Canada. In: Sea cucumbers a global review offi sheries and trade (V. Toral-Granda, A. Lovatelli, M. Vasconcellos eds.). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper. Rome.516: 293–306.

Harper C. R., Jacobson T. A. (2005). Usefulness of omega-3 fatty acids and the prevention of coronary heart disease. Am. J. Anat. 96: 1521–1529.

Haude R. (1995). Die Holothurien-Konstruktion: Evolutionsmodell und ältester Fossilbericht. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen 195: 181–198.

Haug T., Kjuul A. K., Styrvold O.B., Sandsdalen E., Olsen O. M., Stensvag K. (2002). Antibacterial activity in *Strongylocentrotus droebachiensis* (Echinoidea), *Cucumaria frondosa* (Holothuroidea), and *Asterias rubens* (Asteroidea) J. Invertebr. Pathol. 8: 94–102.

Hawa I., Zulaikah M., Jamaludin M., Zainal Abidin A. A., Kaswandi M. A., Ridzwan B. H. (1999). The potential of the coelomic fluid of sea cucumber as an antioxidant. Mal. J. Nutr. 15: 55–59.

Himeshima T., Hatakeyama T., Yamasaki N. (1994). Amino acid sequence of a lectin from the sea cucumber, *Stichopus japonicus*, and its structural relationship to the C-type animal lectin family. J. Biochem.115: 689–692.

Hongsheng Y., Hamel J. F., Mercier A**.** (2015).The sea cucumber *Apostichopus japonicus*: history, biology and aquaculture. Academic Press.

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. 7(3): 1-2.

Hyman L. H.(1955). The Invertebrates: Echinodermata, The coelomata Bilateria. McGraw-Hill Book Company Inc.,763.

Ikeda Y., Inagaki M., Yamada K., Miyamoto T., Higuchi R., Shibata O. (2009). Langmur monolayers of cerebroside with different head groups originated from sea cucumber: Binary systems with dipalmitoylphosphatidylcholine (DPPC) Colloids Surf B Biointerfaces. 72: 272–283.

Imai I., Inaba D., Sato R., Hatanaka M., (1950). The artificial rearing of the transparent of flagellate larvae of *Stichopus japonicus*. Tohoku Daigaku Nogakubu Kenkyo Iho, 2(2):269-277. Advances in sea cucumber aquaculture and managment, 463.

Inaba D. (1937). Artificial rearing of sea cucumbers. Suisen Kenkyushi, 35(2):241-246. Advances in sea cucumber aquaculture and managment, 463.

Ito S. (1995). Studies on the technological development of the mass production for sea cucumber juvenile, *Stichopus japonicus*. Saga Prefectural Sea Farming Center, Japan. 87.

Ito S., Kitamura H. (1998). Technical development in seed production of the sea cucumber *Stichopus japonicus*. *Beche-de-mer* Information Bulletin10: 24-28.

James D. B. (1994). A review of the hatchery and culture practices in Japan and China with special reference to possibilities of culturing holothurians in India. Central Marine Fisheries Research Institute Bulletin 46:63–65

James D.B. (1996a). Culture of sea cucumber.. In: Artificial reefs and seafarming technologies (K. Rengarajan, ed.). Bulletin of the Central Marine Fisheries Research Institute, vol. 48: 120–126

James D.B., GandhiA. D., Palaniswamy N., RodrigoJ. X. (1994). Hatchery techniques and culture of the sea cucumber *Holothuria scabra*. CMFRI (Central Marine Fisheries Research Institute, Cochin, India) special publication. 57.

James D.B., Rajapandian M.E., Baskar B. K. Gopinathan C.P. (1988). Successful induced spawning and rearing of holothurian, *Holothuria (Metriatyla) scabra*, Jaegar at Tuticorin. Marine Fisheries Information Service, Technical and Extension Service 87: 30–33.

Janakiram N. B., Mohammed A., Zhang Y., Choi C. I., Woodward C., Collin P., Steele V. E, Rao C. V. (2010). Chemopreventive effects of frondanol A5, a *Cucumaria frondosa* extract, against rat colon carcinogenesis and inhibition of human colon cancer cell growth. Cancer Prev. Res. 3: 82–91.

Jangoux M., Rasolofonirina R., Vaitilingon D., Ouin J. M., Seghers G., Mara E., Conand C. (2001). A sea cucumber hatchery and mariculture project in Tulear, Madagascar. SPC *Beche-de-Mer* Information Bulletin 14:2–5.

Jangoux M., Rasolonofirina R., Vaitilingon D., Ouin J. M., Seghers G., Mara E., Conand C. (2001). A sea cucumber hatchery and mariculture project in Tulear, Madagascar. SPC *Beche-de- mer* Information Bulletin 14: 2–5.

Janies D. (2001). Phylogenetic relationships of extant echinoderm classes. Canadian Journal of Zoology 79: 1232– 1250.

Jawahar A. T., Nagarajan J., Shanmugam S. A. (2002). Antimicrobial substances of potential biomedical importance from holothurian species. Indian J. Mar. Sci. 31: 161–164.

Jing W., Chaoqun H., Sigang F. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. Wiley Online Library.

Kariya Y., Mulloy B., Imai K., Tominaga A., Kaneko T., Asari A., Suzuki K., Masuda H., Kyogashima M., Ishii T. (2004). Isolation and partial characterization of fucan sulfates from the body wall of sea cucumber *Stichopus japonicus* and their ability to inhibit osteoclastogenesis. Carbohydr. Res. 339: 1339–1346.

Kariya Y., Watabe S., Kyogashima M., Ishihara M., Ishii T. (1997). Structure of fucose branches in the glycosaminoglycan from the body wall of the sea cucumber *Stichopus japonicus*. Carbohydr. Res.297:273–279.

Kashenko S. D. (2002). Reactions of the larvae of the sea cucumber *Apostichopus japonicus* to sharp desalination of surface water. A laboratory study. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull. 16: 11-15.

Laroche J., Ramananarivo N. (1995). A preliminary survey of the artisanal fishery on coral reefs of the Tulear region (southwest Madagascar). Coral Reefs 14: 193.

Lavitra T. (2008). Caracterisation, controle et optimalisation des processus impliques dans le developpement post-metamorphique de l holothurie comestible *Holothuria scabra* (Jaeger, 1833) (Holothuroidea : Echinodermata) [These], Universite de Mons-Hainaut, Belgique. 166.

Lavitra T., Fohy N., Gestin P. G., Rasolofonirina R., Eeckhaut I. (2010). Effect of water temperature on the survival and growth of endobenthic *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) juveniles reared in outdoor ponds. SPC *Beche-de-mer* Information Bulletin #30.

Li F. (1987). The artificial breeding and cultivation of *Apostichopus japonicus* (Selenka). Zoological Marine Drugs 6(2):103–106.

Li X., Roginsky A., Ding X., Woodward C., Collin P., Newman R. A., Bell R. H., Adrian T. (2008). E. Review of the Apoptosis Pathways in Pancreatic Cancer and the Anti-apoptotic Effects of the Novel Sea Cucumber Compound, Frondoside A. Ann. N. Y. Acad. Sci. 1138:181–198.

Li X., Roginsky A., Ding X., Woodward C., Collin P., Talamonti M. S., Bell R. H., Adrian T. E. (2008). The triterpenoid frondoside A from the sea cucumber *Cucumaria*

frondosa inhibits proliferation of human pancreatic cancer cells *in vivo* and *in vitro*. J. Nutr. 35: 135–196.

Littlewood D. T. J., Smith A. B., Clough K. H., Emson R. H. (1997). The interrelationships of the echinoderm classes: morphological and molecular evidence. Biological Journal of the Linnean Society 61: 409–438.

Liu C., Wang X., Yuan W., Meng X., Xia X., Zhang M., Tang J., Hu W., Sun Y., Liu J. (2009). Anti-fatigue and immune functions of sea cucumber oral liquid. Mod. Food Sci. Technol.25: 1115–1119.

Liu H. H., Ko W. C., Hu M. L. (2002). Hypolipidemic effect of glycosaminoglycans from the sea cucumber *Metriatyla scabra* in rats fed a cholesterol-supplemented diet. J. Agric. Food Chem.50:3602–3606.

Lovatelli A., Conand C., Purcell S., Uthicke S., Hamel J. F,. Mercier A. (2004). Advances in sea cucumber aquaculture and management. FAO Fisheries Technical Paper No. T463.

Lu Y., Kang C., Xue C.. (2009). Separation and purification of cerebrosides from sea cucumbers. FoodSci.(online)<http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTALSPKX200911006.htm. Pristupljeno: 18. travnja. 2011.

Lui A. (1994). Zoologija , Školska knjiga, Zagreb.

Maier M. S., Roccatagliata A. J., Kuriss A., Chludil H., Seldes A. M., Pujol C.A., Damonte E. B. (2001). Two new cytotoxic and virucidal trisulfated triterpene glycosides from the Antarctic sea cucumber *Staurocucumis liouvillei*. J. Nat. Prod. 64: 732–736.

Mallatt J., Winchell C. J. (2007). Ribosomal RNA genes and deuterostome phylogeny revisited. More cyclostomes, elasmobranchs, reptiles, and a brittle star. Molecular Phylogenetics and Evolution 43: 1005–1022.

Mamelona J., Pelletier E. M., Lalancette K. G., Legault J., Karboune S., Kermasha S. (2007). Quantification of phenolic contents and antioxidant capacity of Atlantic sea cucumber, *Cucumaria frondosa*. Food Chem.104: 1040–1047.

McClure M. O., Moore J. P., Blanc D. F., Scotting P., Cook G. M. W., Keynes R. J., Weber J. N., Davies D., Weiss R. A. (1992). Investigations into the mechanism by which sulfated polysaccharides inhibit HIV infection *in vitro*. AIDS Res. Hum. Retroviruses.8: 19–26.

Mehmet A., Hüseyin S., Bekir T., Yilmaz E., Sevim K. (2011). Proximate composition and fatty acid profile of three different fresh and dried commercial sea cucumbers from Turkey. Int. J. Food Sci. Technol. 46: 500–508.

Menton D. N., Eisen A. Z. (1973). Cutaneous wound healing in the sea cucumber, *Thyone briareus*. J. Morphol. 141: 185–203.

Montserrat R., Jordi L., Massuti E. (2010). Royal cucumber (Stichopus regalis) in the north western Mediterranean: Distribution pattern and fishery. Fish. Res. 105: 21–27 .

Morgan A. D., (2001). The effect of food availability on early growth, development and survival of the sea cucumber *Holothuria scabra* (Echinodermata:Holothuroidea). SPC *Beche-de-mer* Information Bulletin. 14.

Morgan A., Archer J. (1999). Over view: A spects of sea cucumber industry research and development in the South Pacific. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull. 12: 15–20.

Mourao P. A. S., Guimaraes B., Mulloy B., Thomas S., Gray E. (1998). Antithrombotic activity of a fucosylated chondroitin sulphate from echinoderm: Sulphated fucose branches on the polysaccharide account for its antithrombotic action. Br. J. Haematol.101: 647–652.

Mourao P. A. S., Pereira M. S., Pavão M. S., Mulloy B., Tollefsen D. M., Mowinckel M. C., Abildgaard U. (1996). Structure and anticoagulant activity of a fucosylated chondroitin sulphate from echinoderm. Sulphated fucose branches on the polysaccharide account for its high anticoagulant action. J. Biol. Chem. 271: 23973–23984.

Mulloy B., Mourão P. A. S., Gray E. (2000). Structure/function studies of anticoagulant sulphated polysaccharides using NMR. J. Biotechnol. 77: 123–135.

Mušin D., Marukić M. (2007). Iz morskih dubina, vlast. Nakl., Korčula.

Narodne novine (1998), Zakon o zaštiti prirode. Zagreb: Narodne novine d.d., br.76/98 str 1028.

Naveena B. J., Altaf M., Chinthalapally V. R. (2015). Sea Cucumbers Metabolites as Potent Anti-Cancer Agents. Mar. Drugs *13*(5): 2909-2923.

Ocana A., Sanchez Tocino L. (2005). Spawning of *Holothuria tubulosa* (Holothurioidea,Echinodermata) in the Alboran Sea (Mediterranean Sea). Zool. Baetica, 16: 147–150.

Ogushi M., Yoshie-stark M., Suzuki T. (2005). Cytostatic activity of hot water extracts from the sea cucumber in Caco-2. Food Sci. Technol. Res. 11: 202–206.

Perseke M., Bernhard D., Fritzsch G., Brümmer F., Stadler P. F., Schlegel M. (2010). Mitochondrial genome evolution in Ophiuroidea, Echinoidea, and Holothuroidea: insights in phylogenetic relationships of Echinodermata. Molecular Phylogenetics and Evolution 56: 201–211.

Pisani D., Feuda R., Peterson K. J., Smith A. B. (2012). Resolving phylogenetic signal from noise when divergence is rapid: a new approach to the old problem of echinoderm class relationships. Molecular Phylogenetics and Evolution 62: 27–34.

Pitt R., Duy N.D.Q. (2004). Breeding and rearing of the sea cucumber *Holothuria scabra* in Viet Nam.. In: Advances in sea cucumber aquaculture and management (A. Lovatelli, C. Conand , S. Purcell, S. Uthicke, Hamel J. F. Mercier A, eds). FAO Fisheries Technical Paper No. FAO, Rome.463: 333–346.

Purcell S. W. Kirby D.S. (2005). Restocking the sea cucumber *Holothuria scabra*: Sizing no-take zones through individual-based movement modelling. Fisheries Research 80:53–61.

Purcell S. W., Samyn Y., Conand C. (2012). Commercially important sea cucumbers of the world. food and Agriculture organization of the united nations, Rome, 1-84.

Purcell S.W. (2010). Putting into practice an ecosystem approach to managing sea cucumber fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, Rome: FAO. 81.

Purcell S.W. (2014). Processing sea cucumbers into *beche-de-mer*: A manual for Pacific Island fishers. Southern Cross University, Lismore, and the Secretariat of the Pacific Community, Noumea. 44.

Qin Z., Jing-feng W., Yong X., Yi W., Sen G., Min L., Chang-hu X. (2008). Comparative study on the bioactive components and immune function of three species of sea cucumber. J. Fish. Sci. China. (online) < http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-ZSCK200801022.htm. Pristupljeno: 3. travnja.2011.

Rafiuddin A. M., Venkateshwarlu U., Jayakumar R. (2004). Multilayered peptide incorporated collagen tubules for peripheral nerve repair. Biomaterials 25: 85–94.

Ramofafia C., Gervis M., Bell J., (1995). Spawning and early larval rearing of *Holothuria atra*. SPC *Beche-de-mer* Inf. Bull.7: 2– 7.

Reich M., Lefebvre B., David B., Nardin E., Poty E. (2006). Tracing the evolution of holothurian body plan through stem- group fossils. Journees Georges Ubaghs. Dion. France. Universite de Bourgogne. 36-37

Renbo W., Yuan C. (2004). Breeding and culture of the sea cucumber *Apostichopus japonicus*, Liao.. In:. Advances in sea cucumber aquaculture and management(A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F Hamel, Mercier A. eds) Fisheries Technical Paper No. Rome.463: 277–286

Richard A. B. (1966). Physiology of Echinodermata. New York–London–Sydney: Interscience Publishers, John Wiley & Sons, Ltd. 360: 822

Ridzwan B. H. (2007). Sea Cucumbers, A Malaysian Heritage. 1st ed. Research Centre of International Islamic University Malaysia (IIUM); Kuala Lumpur Wilayah Persekutuan, Malaysia. 1–15.

Ridzwan B. H., Kaswandi M. A., Azman Y., Fuad M. (1995). Screening for antibacterial agents in three species of sea cucumbers from coastal areas of Sabah. Gen. Pharmacol.26: 1539–1543.

Saito M., Kunisaki N., Urano N. (2002). Collagen as the major edible component of sea cucumber. J. Food Sci.67: 1319–1322.

Seilacher A. (1961). Holothurien im Hunsrückshiefer (Unter-Devon). Notizblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung zu Wiesbaden 89: 66–72.

Sella A. (1940). L'idustria del trepang. Thalassia, 4: 5–19.

Shuxu X., Gongehao G. (1981). Experiments on southward transportation and artificial breeding of sea cucumber, *Stichopus japonicus*. Journal of Fisheries, China 5(2):147–155.

Sicuro B., Levine J. (2011). Sea Cucumber in the Mediterranean: A Potential Species for Aquaculture in the Mediterranean. Fisheries Science. 19(3):299–304.

Silchenko A. S., Avilov S. A., Kalinin V.I., Kalinovsky A. I., Dmitrenok P. S., Fedorov S. N., Stepanov V. G., Dong Z., Stonik V. A. (2007). Constituents of the sea cucumber *Cucumaria okhotensis*. Structures of okhotosides B1–B3 and cytotoxic activities of some glycosides from this species. J. Nat. Prod. 71: 351–356.

Smith A. B., Peterson K. J., Wray G., Littlewood D. T. J. (2004). From bilateral symmetry to pentaradiality: the phylogeny of hemichordates and echinoderms. Chapter 22 In: Assembling the tree of life.(J. Cracraft, M. J Donoghue, eds), New York, NY: Oxford University Press, 365–383.

Smith A.B., Reich M. (2013). Tracing the evolution of the holothurian body plan through stem-group fossils. The Linnean Society of London. Biological Journal of the Linnean Society.109 (3): 670-681.

Su Y., Liu S., Wu C. (2009). Optimization of the preparation procedure and the antioxidant activity of polypeptide from sea cucumber. J. Fujian Fish. (online) <http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-FJSC200902001.htm. Pristupljeno: 28. svibnja. 2011.

Sugawara T., Zaima N., Yamamoto A., Sakai S., Noguchi R., Hirata T. (2006). Isolation of sphingoid bases of sea cucumber cerberosides and their cytotoxicity against human colon cancer cells. Biosci. Biotechnol. Biochem.70: 2906–2912.

Taddei D. (2006). Transfert de matiere et d'energie dans les sediments d'un complexe recifal anthropise (Ile de la reunion, Ocean Indien). [These] Universite de la Reunion, U.F.R. Sciences et Technologies. 229.

Therkildsen N. O., Petersen C. W. (2006). A review of the emerging fishery for the sea cucumber *Cucumaria frondosa*: Biology, policy and future prospects. SPC *Beche-de-mer* Inf.Bull. 23:16–25.

Thompson B.A. W., Riddle M.J. (2005). Bioturbation behaviour of the spatangoid urchin Abatus ingens in Antarctic marine sediments. Marine Ecology Progress Series 290:135–143.

Toral-Granda V., Lovatelli A., Vasconcellos M. (2008). Sea cucumbers: A global review of fisheries and trade. Food and agriculture organization of the united nations, Rome.

Tortonese E. (1965). Fauna d'Italia, Echinodermata [Italian fauna, Echinodermata]. Bologna: Ed. Calderini. 169 .

Turk T. (2011). Pod površinom mediterana, Školska knjiga.

Uthicke S. (1999). Sediment bioturbation and impact of feeding activity of *Holothuria* (Halodeima) *atra* and *Stichopus chloronotus*, two sediment feeding holothurians, at Lizard Island, Great Barrier Reef. Bulletin of Marine Science 64:129–141.

Uthicke S. (2001). Interactions between sedimentfeeders and microalgae on coral reefs: grazing losses versus production enhancement. Marine Ecology Progress Series 210:125–138.

Wang F.G. (1997). Nutrient analysis of frozen sea cucumber (*Acaudina molpadioides*). East China Sea Marine Science, 15 (4): 65-67.

Wang H., Yin H., Jin H., Ha J.. (2007).The study of anti-fatigue effects of sea cucumber polypeptide on mice. Food Mach. .

Wang J., Wang Y., Tang Q., Wang Y., Chang Y., Zhao Q., Xue C. (2010). Antioxidation activities of low-molecular-weight gelatin hydrolysate isolated from the sea cucumber *Stichopus japonicas*. J. Ocean Univ. China. 9: 94–98.

Wen J., Hu C., Fan S. (2010). Chemical composition and nutritional quality of sea cucumbers. J. Sci. Food Agric.90: 2469–2474.

Whitehouse M. W, Fairlie D. P. (1994). Anti-inflammatory activity of a holothurian (sea cucumber) food supplement in rats. Inflammopharmacology.9: 23–28.

Wolkenhauer S.M. (2008). Burying and feeding activity of adult *Holothuria scabra* (Echinodermata: Holothuroidea) in a controlled environment. SPC *Beche-de-mer* Information Bulletin 27:25–28.

Wu M., Xu S., Zhao J., Kang H., Ding H. (2010). Free-radical depolymerization of glycosaminoglycan from sea cucumber *Thelenata ananas* by hydrogen peroxide and copper ions. Carbohydr. Poly. 8:1116–1124.

Xilin S. (2004). The progress and prospects of studies on artificial propagation and culture of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. In: Advances in sea cucumber aquaculture and management (A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J.F. Hamel, A. Mercier, eds.). FAO Fisheries Technical Paper Rome. 463: 273–281.

Xiyin L., Guanghui Z., Qiang Z., Liang W., Benxue G. (2004). Studies on hatchery techniques of the sea cucumber, *Apostichopus japonicus*. p. 287–295. In:. Advances in sea cucumber aquaculture and management. (A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F Hamel, A. Mercier, eds). Fisheries Technical Paper No.. Rome.463.

Yaacob H. B., Kim K. H., Shahimi M. M., Jamalulail S. M. S. (1994). Water extract of *Stichopus* sp. 1 improves wound healing. J. Perubatan Univ. Kebangsaan Malays.16: 19–29.

Yamada S., Sugahara K. (2008). Potential therapeutic application of chondroitin sulfate/dermatan sulfate. Curr. Drug Discov. Technol.5: 289–301.

Yaqing C., Changqing Y. (2004). Pond culture of sea cucumbers, *Apostichopus japonicus*, in Dalian.. In: Advances in sea cucumber aquaculture and management (A. Lovatelli, C. Conand, S. Purcell, S. Uthicke, J. F. Hamel, A. Mercier, eds.). FAO Fisheries Technical Paper Rome.463: 269–274

Yuan W. P., Liu C. H., Wang X. J., Meng X. M., Xia X. K., Zhang M. S., Hu W. (2010). Evaluation and analysis of nutritional composition of different parts of sea cucumber *Apostichopusjoponicus*Sci.Technol.FoodInd.(online): http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-SPKJ201005091.htm. Pristupljeno 9. travnja. 2010

Zavodnik D., Šimunović A. (1997). Beskralježnjaci morskog dna Jadrana, Svjetlost Sarajevo.

Zeng M., Xiao F., Li B., Zhao Y., Liu Z., Dong S. (2007). Study on free radical scavenging activity of sea cucumber (*Paracaudina chinens var*.) gelatin hydrolysate. J. Ocean Univ. China. 6: 255–258.

Zhao Q., Xue Y., Liu Z., Li H., Wang J., Li Z., Wang Y., Dong P., Xue C. (2010). Differential effects of sulfated triterpene glycosides, holothurin A1, and 24-Dehydroechinoside A, on antimetastasic activity via regulation of the MMP-9 signal pathway. J. Food Sci. 75: 280–288.

Zhao Y., Li B., Liu Z., Dong S., Zhao X., Zeng M. (2007). Antihypertensive effect and purification of an ACE inhibitory peptide from sea cucumber gelatin hydrolysate. Process Biochem.42: 1586–1591.

Zhao Y., Li B., Zeng M., Dong S., Liu Z. (2009). Study on antihypertensive activity of a lower-value sea cucumber protein hydrolysate. Fish. Mod. 30: 1028- 1033.

Zhong Y., Khan M. A., Shahidi F. (2007). Compositional Characteristics and Antioxidant Properties of Fresh and Processed Sea Cucumber (*Cucumaria frondosa*). J. Agric. Food Chem. 1188-1192.

Zou Z., Yi Y., Wu H., Wu J., Liaw C., Lee K. (2003). Intercedensides A–C, three new cytotoxic triterpene glycosides from the sea cucumber *Mensamaria intercedens* Lampert. J. Nat. Prod. 66: 1055–1060.

ŽIVOTOPIS

Osobni podatci

IME I PREZIME Ante Luka Guzić

ADRESA Virska 19 Zadar

E-MAIL lukazd93@gmail.com

DATUM ROĐENJA 19.08.1993

Obrazovanje Srednja strukovna škola „Stanka Ožanića“, Zadar

2012. godine upisao Agronomski fakultet u Zagreba, smjer Animalne Znanosti. Po završetku i stjecanju titule bacc.ing.agr nastavlja obrazovanje na istom fakultetu 2015. Upisuje diplomski studij Ribarstva i lovstva.

Dodatna znanja Strani jezik (engleski)