

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Koráli v mořské akvaristice

Bakalářská práce

Ema Šimáčková

Akvakultura a péče o vodní ekosystémy

doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D., DiS.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Koráli v mořské akvaristice“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 28.4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala svému vedoucímu doc. Ing. Jiřímu Patokovi Ph.D., DiS. za odborné vedení práce a rady. Poděkování patří také mé rodině, převážně mé matce, která mě ve studiu podpořila a velice mi pomohla během psaní práce. Dále bych speciálně ráda poděkovala spolupracovníkům z oddělení mořské akvaristiky Petra-Aqua s.r.o., hlavně panu Josefu Petrákovi za vedení mé odborné praxe a sdílení odborných znalostí.

Koráli v mořské akvaristice

Souhrn

Koráli, tvořitelé mořských útesů, jsou zajímavou a krásnou skupinou bezobratlých živočichů. Tvoří stanoviště pro mořské korálové organizmy a podílejí se na tvorbě mořských ekosystémů. Práce popisuje a shrnuje základní biologii, morfologii, ekologii a přirozené chování těchto živočichů v mořském prostředí. Tyto obecné znalosti jsou propojeny s rizikovými faktory, které působí na korály a ovlivňují tak jejich současný i budoucí stav ve volné přírodě.

Další velkou kapitolou práce je téma mořské akvaristiky. Základní popis chovu korálů a používané techniky jsou popsány a doplněny o známé chované druhy. Jednoduše je také nastíněn postup při odlovu a transportu korálů do lidské péče. Konec práce je doplněn o kapitolu o legislativních opatřeních a základních metodách ochrany korálových útesů.

Klíčová slova: okrasná akvakultura; bezobratlí; bělení korálů; odchyt; degradace prostředí; ohrožení

Marine corals in ornamental aquaculture

Summary

Corals, the ecosystem engineers of marine reefs, are an interesting and beautiful group of invertebrates. They provide habitats for marine coral organisms and contribute to marine ecosystems. This thesis describes and summarises the basic biology and morphology, ecology and natural behaviour of these animals in the marine environment. This general knowledge is linked to the risk factors that affect corals negatively and thus influence their current and future status in the wild.

Another major chapter of the thesis is marine ornamental aquaculture. The basic description of coral husbandry and the techniques used are described and supplemented with the known species bred. The procedure for capturing and transporting corals for human care is also briefly outlined. A chapter on legislative measures and basic methods of coral reef conservation is added at the end of the work.

Keywords: ornamental aquaculture; invertebrates; coral bleaching; capture; environmental degradation; threats

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Biologie a morfologie korálů.....	3
3.1.1	Základní charakteristika a taxonomie.....	3
3.1.2	Anatomie těla korálů	9
3.1.3	Rozmnožování.....	12
3.2	Ekologie korálů	14
3.2.1	Mutualizmus s řasami.....	14
3.3	Ohrožení korálů	15
3.3.1	Antropogenní vliv.....	15
3.3.1.1	Mořská turistika.....	16
3.3.1.2	Vlečné sítě	18
3.3.1.3	Lov pro akvaristiku.....	18
3.3.1.4	Šperkařství.....	19
3.3.1.5	Znečištění	21
3.3.2	Klimatická změna.....	23
3.3.2.1	Bělení korálů	24
3.4	Chov v lidské péči	25
3.4.1	Dovoz a prodej korálů	26
3.4.2	Zařízení akvária.....	27
3.4.3	Chemizmus vody	30
3.4.4	Krmení.....	32
3.4.5	Koráli jako rezervoáry patogenů	33
3.5	Legislativní rámec.....	34
3.6	Záchranné programy.....	35
4	Závěr.....	36
5	Literatura	37
6	Seznam použitých obrázků.....	50
7	Zdroje použitých obrázků	50

1 Úvod

Korálové útesy jsou globálně vnímány jako jedny z nejzajímavějších ekosystémů podmořského světa. Jejich rozsáhlá druhová diverzita, barevnost a mnohé další aspekty lákají vědce i laickou veřejnost k jejich poznávání. Proto jsou předmětem mnoha studií a akademických prací po celém světě. Tito atraktivně zbarvení živočichové jsou tvořitelé útesů a poskytují tak útočiště mořským živočichům, známým příkladem jsou sasanky a ryby z čeledi sapínovitých (Alan Verde et al. 2015; Costa Leal et al. 2017).

Korály, stejně tak jako sladkovodní organizmy, lze chovat v lidské péči. Mořská akvaristika se v současné době stává více dostupnou a skýtá mnoho nových možností chovu mořských druhů. Její počátky spadají do konce minulého století (Ritvo 2007). Od této doby se toto odvětví stává stále populárnější a rozvíjí se novými směry. Existují tu ovšem jistá rizika, jež přináší chov náročnějších druhů či druhů s vysokými nároky na okolní prostředí. Proto je pro jejich péči a uchování výzkumný chov mořských druhů velmi důležitý.

Bohužel v současné době je životní prostředí vystavováno mnoha negativním vlivům, které jsou způsobovány lidskou činností. Globální změny, znečištění, nadměrný rybolov, invaze organismů a mnoho dalších zapříčiňují ztrátu živočišných a rostlinných druhů (Hoegh-Guldberg 2011). Proto se i tyto vlivy stávají předmětem studií a výzkumů, které si kladou za cíl zmírnit dopady zmíněných změn na korálové a jiné organizmy.

Tato práce shrnuje nejznámější změny životního a mořského prostředí, které jsou spojovány s dopady na korálové živočichy. Práce rovněž zahrnuje kapitoly popisující počátky a základy mořské akvaristiky právě ve spojení s chovem korálů. Mnoho příkladů a informací je čerpáno z vlastní osobní praxe v mořské akvaristice Petra-Aqua na pražském Břevnově, kde se uvedené poznatky a metody aktivně využívají.

2 Cíl práce

Tato práce měla za úkol popsat převážně dvě odvětví: vztah mezi korály a jejich přirozeným prostředím, a také jejich roli v mořské akvaristice. Základní biologie, systematika a ekologie byla propojena a zhodnocena se shrnutými nejprobíranějšími rizikovými faktory, které jsou pro korály a jejich přežívání hrozbou. Proto dalším z účelů této práce bylo čtenáře seznámit s těmito aktivitami a podnítit tak motivaci k jejich správnému provedení. Dále jsou shrnuty základní informace o chovu korálů v zajetí, výhody a nevýhody mořské akvaristiky, nejčastější překážky pro chovatele, základní chované druhy.

Značná část literatury byla čerpána z různých vědeckých databází a praktických průvodců. Pro doplnění byly využity mé osobní znalosti z odborné praxe na oddělení mořské akvaristiky firmy Petra-Aqua z pražského Břevnova.

3 Literární rešerše

3.1 Biologie a morfologie korálů

3.1.1 Základní charakteristika a taxonomie

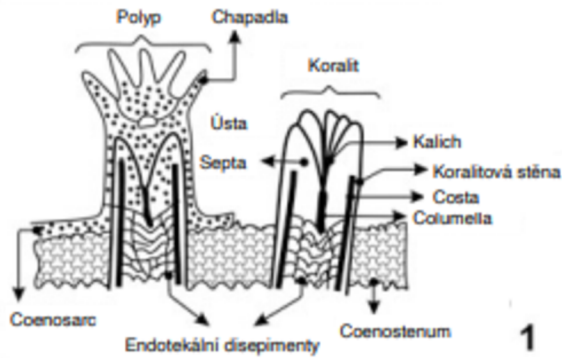
Korál je označení pro mořské živočichy, kteří spadají do třídy korálnatců (Anthozoa). Tito živočichové tvoří ekosystémy slanovodního světa nejčastěji v tropickém podnebném pásu (Sheppard et al. 2018). Žijí přisedlým způsobem života. Jejich těla se dělí na jednotlivé polypy, které jsou trvale přirostlé k pevnému podkladu, jako je například útes, skála nebo konstrukce nepřírozená pro mořský ekosystém, např. vrak lodi (Spalding et al. 2001). Většina korálů je schopná množit se dělením svého těla čili vyrůstáním nového dceřiného polypu z mateřského (Costa Leal et al. 2017). Koráli se vyskytují v rozmanitých velikostech, od několika centimetrů po několik metrů. Dalším důvodem jejich atraktivity je pestrost jejich barev (Dařbujan 2001).

Část druhů nalezneme v koloniích, některé samostatně na dně, další v příbojové zóně na vrcholku korálového útesu. Ten je tvořen zbytky schránek uhynulých korálů (Hopley 2010). Tvar těla jednotlivých skupin korálů se velmi různí. Od plochého tvaru, trubicovitého až po rozvětvený a keříčkovitý (Obr. 1). Právě odlišnost těla může napovědět při klasifikaci jednotlivých skupin (Jain 2017).

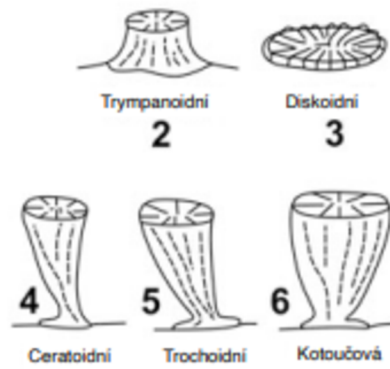
Korálnatci, jako i polypovci (Hydrozoa) a medúzovci (Scyphozoa), patří do kmene žahavců (Cnidaria). Z těchto tří skupin se korálnatci liší jako jediná. Na rozdíl od ostatních, kteří v životním cyklu vytváří druhé stadium medúzy, žijí pouze ve stadiu polypa. Třída korálnatci se podle počtu ramen a počtu sept (přepážky rozdělující tělní dutinu) dělí na tři podtřídy.

Anatomie korálů

Podélný řez koloniálního korálu ukazující vztah dužnatého polypu (tečkovaná oblast) ke kostře



Solitérní formy



Inkrustující 7



Listovitá 8



Rozšířená 9



Trochoidní

Extracelulární pučení

22



Masivní nepravidelná 10



Subsloupcovitá 11



Sloupcovitá 12



Nizkokonvexní 13



Vysokokonvexní 14



Hemisférická 15



Sférická 16

Masivní formy



Stromovitá 17



Kartáčovitá 18



Trsnatá 19



Houbovitá 20



Houbovitě-stromovitá 21

Větvičkové formy

Způsob tvorby kolonií



Meandrický 23



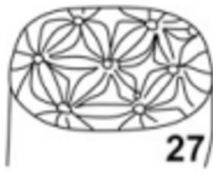
Hydrofhoroidní 24



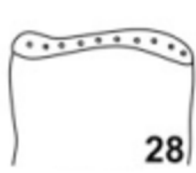
Placoidní 25



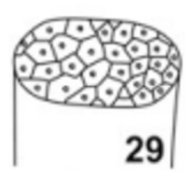
Phaceloidní 26



Thamnasteroidní 27



Vějířovitý 28



Cenoidní 29



Stromovitý 30

Intracelulární pučení

Extracelulární nebo intracelulární pučení

Obr. 1: Morfologie těla korálnatců (podle Jain 2017)

První skupinu představuje podtřída označovaná jako **osmičetní koráli** (Octocorallia). Do této třídy patří jedinci, kteří mají tělní dutinu dělenou na osm sept a osm ramen (nebo v násobku osmi). Osm sept rozděluje tělní dutinu na osm komor, které vedou do každého ramene korálu. Někteří osmičetní koráli mohou vytvářet vápenaté jehlice, které slouží jako opora a ochrana svého těla. Žijí v koloniích, kde se jednotliví polypi propojují mezi sebou (Ellis & Samson 1999). Každý polyp přitom plní svou specifickou funkci: vyživovací, rozmnožovací či stabilizační (Dařbujan 2021). Mezi nejznámější zástupce spadá korál červený (*Corallium rubrum*) nebo rohovitka (*Scleraxonia*) (Smrž 2015). Skupinu osmičetných lze rozdělit do následujících řádů: rohovitky (Telestacea), laločníci nebo také měkčí koráli (Alcyonacea), pérovníci (Pennatulacea), stoloni (Stolonifera) a Helioporacea (Stoskopf et al. 2022).

Laločníci zahrnují nejběžnější skupiny chovaných korálů, jako jsou rody *Sarcophyton* (Obr. 2), *Simularia* nebo *Lobophytum* (Dařbujan 2021). Za zvláštní zmínku stojí čeled' Xeniidae. Tato skupina se vyznačuje pohybem ramen, proto se také označuje jako pulzující koráli. Příkladem takového korálu je rod *Xenia* (Obr. 3).

Podle rychlejšího pulzování ramen lze poznat, jak moc dotyčnému jedinci vyhovují okolní podmínky (Ellis & Samson 1999).

Koráli rodu *Xenia* jsou velice rychlí ve vegetativním i generativním rozmnožování, tudíž je mnozí akvaristé vnímají negativně, protože utlačují ostatních korály v okolí.

Řád Telestacea je také známý jako mořské vějíře. Názvu napovídá tvar jejich těla, vějířový nebo keříčkový tvar, který se skládá z více polypů v kolonii (Stoskopf et al. 2022). Oporu těla tvoří středová kostra vytvářená z vápenitých nebo gorgoninových jehliček – jedná se o tzv. sklerity (Ehrlich et al. 2006).

Přirozeným stanovištěm jsou korálové útesy či skalní stěny ve vyšší hloubce.

Rohovitky mají vysoké nároky na kvalitu vody a potravu, proto nejsou příliš často chované v zajetí (Dařbujan 2001). Příkladem může být rod *Ellisella* (Obr. 4) (Glynn & Enochs 2011). Ve srovnání s výše uvedenými je řád Helioporacea vývojově mladší. Vyniká jediným tvrdým korálem v této



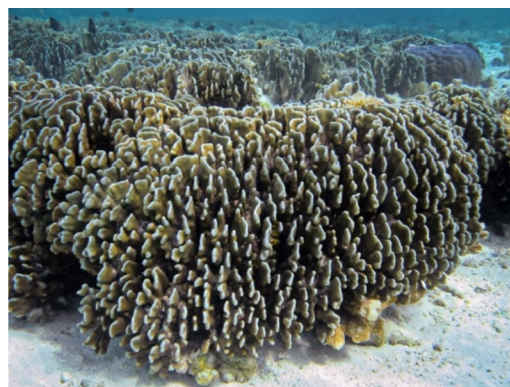
Obr. 2: *Sarcophyton* spp.
(Coralesmarinos.com 2023)



Obr. 3: *Xenia* spp. (Etsy.com 2023)



Obr. 4: *Ellisella* spp. (Wikipedia.org 2015)



Obr. 5: *Heliopora coreulea*
(Marinesavers.com 2023)

podtřídě, druhem *Heliopora coreulea* (Obr. 5) (Daly et al. 2006)

Dále se od řádu laločníků oddělila skupina Stoloniifera – rourkovití koráli stoloni. Ta se vyznačuje dvěma rody – *Clavularia* (Obr. 6) a *Anthelia*, které v mořské akvaristice zastávají oblíbené místo navzdory jejich vyšším nárokům (Dařbuján 2021). Poslední zástupce představuje řád pérovníků. I ty poznáme podle typického tvaru těla. Z centrálního polypu vyrůstají boční polypi, a vytváří tak tvar ptačího pera. V substrátu jsou ukotvené rozšířenou spodní částí centrálního polypa (Stoskopf et al. 2022). Jedním ze zástupců této skupiny je *Pennatula* (Obr. 7).

Druhou skupinu prezentuje podtřída **šestičetní koráli** (Hexacorallia). Tito živočichové mají tělní dutinu rozdělenou na šest sept. Žijí jak v koloniích, tak samostatně. Jejich hlavním znakem je pevná vápenatá schránka, ze které se po uhynutí korálu tvoří korálové útesy. Výjimkou je řád sasanek (Actiniaria), které nemají tvrdou kostru těla. Tato podtřída zahrnuje další tři řády zvané korálovnici (Corallimorpharia), větvníci / tvrdí koráli (Scleractinia) a sasankovci (Zoanthidea) (Dařbuján 2001). V současné době zahrnuje řád Scleractinia 31 čeledí, asi 240 rodů a více než 1500 druhů (Kitahara et al. 2016). Podle McEwanse (2008) jsou jedni z nejchovanějších z řádu Scleractinia druhy *Acropora* (Obr. 8), *Montipora* a *Euphyllia*. Podle Dařbujána (2021) patří mezi snadno chované druhy *Acanthastrea*, *Blastomussa* nebo *Alveopora*.

Živočichové v této skupině se kryjí uhličitanovo-vápenatou schránkou, kterou si sami vytvářejí (více viz kapitola 3.1.2). Jsou tedy náchylnější na vysoký obsah dusičnanů, fosforečnanů a na stabilní hodnoty rozpuštěného vápníku a hořčíku (Dařbuján 2021). Dále je třeba přihlédnout k jejich přirozenému stanovišti. Tvrdí koráli obývají teplé mělké vody s dostatkem slunečního záření a mírným prouděním. Nejlepším stanovištěm je čelo útesu. S přibývajícím hloubkou tvrdí koráli tolik nerostou, namísto nich najdeme rozvětvenější křehčí formy.

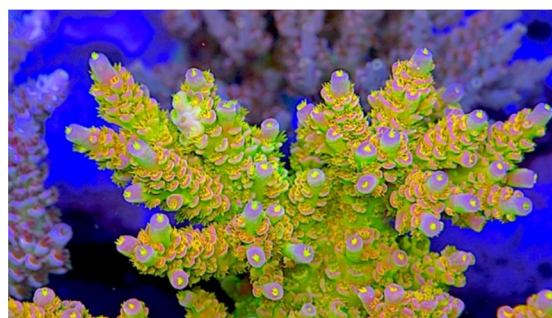
Sasanky, jak už je výše zmíněno, nekryjí své polypy pevnou strukturou. Skupina obsahuje 1200 druhů a 46 čeledí (Daly et al. 2006). Jedná se o přisedlé nebo pohyblivé se samostatně žijící jedince na dně oceánů, v blízkosti ústí řek nebo na korálových útesech v různých hloubkách po celém světě. Na vrcholu svalnaté nohy se nacházejí ramena rostoucí z disku či v kruzích (Spano et al. 2019). Ramena u mnoha druhů mohou být žahavá, sasanky své toxiny hojně používají při predaci (Frazão et



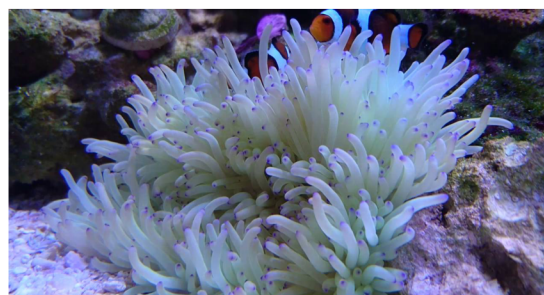
Obr. 6: *Clavularia* spp. (Laguiadelacuario.es 2023)



Obr. 7: *Pennatula* spp. (Wikipedia.org 2008)



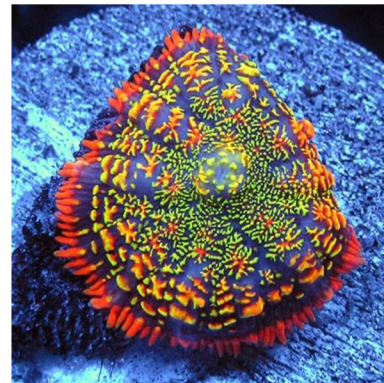
Obr. 8: *Acropora* spp. (Reefbuilders.com 2022)



Obr. 9: *Heteractis crispata* s *Amphiprion* (Windowtothereef.com 2023)

al. 2012). Jedním z nejznámějších oboustranně prospěšných vztahů z podmořského světa je mutualismus mezi sasankami (oblíbené druhy *Heteractis crisper* a *Entacmea quadricolor*) a mořskými rybami z čeledi sapínovitých (Pomacentridae), které využívají žahavosti ramen sasanky pro svou ochranu, a proto žijí v jejím blízkém okolí (Obr. 9) (Alan Verde et al. 2015). Podobnou taktiku zachovává také mořská krevetka *Thor amboinensis*, která sasanku *Hymanthus* s oblibou obývá (Glynn & Enochs 2011). Dále lze uvést vztah mezi sasankami a krabem poustevníčkem. Jde buď o samostatný přesun sasanky na kraba, nebo ji dotyčný jedinec sám oddělí a přesune na krunýř (Gusmão et al. 2020).

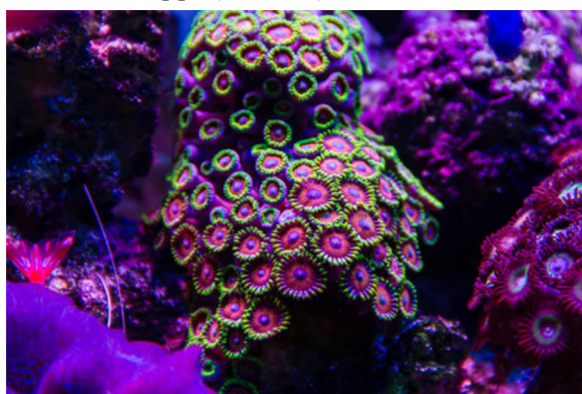
Řád Corallimorpharia – korálovníci neboli diskovité sasanky. Jak už název napovídá, jsou to živočichové diskovitěho tvaru. Nacházejí se v tropických vodách a obývají často mělčiny, kde jsou přisedlí. Jejich výhodou je možnost přesouvat se z místa na místo. V nevyhovujících podmínkách se odlepí od svého místa (skála, dno, útes) a nechají se proudem odnést na nové místo. Takto se mohou přesouvat, jak samotní jedinci, tak i části kolonií (Dařbujan 2001). V akváriu to může způsobit značné potíže. Vegetativním dělením se mohou rozmnožit, a tak obsadit nevhodná místa, jako je například potrubí nebo filtr. Jsou tím také nebezpeční pro ostatní organizmy v akváriu (Dařbujan 2021). Dorůstají poměrně velikých rozměrů, je tudíž nutné na ně brát ohled při tvorbě společenského akvária. Oblíbeným zástupcem je druhy z rodů *Discosoma* nebo *Rhodactis* spp. (Obr. 10).



Obr. 10: *Rhodactis* spp. (Madridreef.wordpress.com 2017)

Poslední řád zastupují kornatí sasankovci – *Zoantharia*. Vyskytují se jako jednotliví polypi, nicméně žijí ve vzájemné těsné blízkosti. Nejčastěji jsou propojeni v pevném podkladu. Jejich habitat je velmi pestrý. Vyhovuje jim mělčí stanoviště s dostatkem proudění nebo korálové útesy. Některé druhy preferují spíše hloubku zhruba do 30 metrů a více prostoru (Dařbujan 2001).

V mořské akvaristice jsou velmi oblíbení, avšak s jejich chovem je spojeno velké riziko. Např. právě sasankovci produkují velmi silný toxin – palytoxin. Vypouští ho při nebezpečí nebo při manipulaci s nimi v akváriu, proto není začínajícím chovatelům doporučován (Wood et al. 2018). Známým a hojně prodávaným druhem je *Zoanthus* spp. (Obr. 11).



Obr. 11: *Zoanthus* spp. (123reef.com 2023)

Také je třeba zmínit méně početnou podtřídu červnatců (Cerintharia).

Ti na první pohled vypadají jako sasanky, ale liší se délkou ramen a způsobem přichycení k substrátu. Některé druhy se nacházejí na mělčinách, doménou jsou však pro ně hloubky a písčité či bahnitě dno (Stoskopf et al. 2022). Žijí solitérně. Vytváří si okolo svého těla schránku, která je společně se slizem uchycuje do dna. Schránka pak dále pokračuje v substrátu jako chodbička. Proto je při chovu v zajetí třeba dopřát jim silnou vrstvu substrátu, zhruba 10 cm (Dařbujan 2021). Nejsou příliš vhodné do společenského akvária. Jako sasanky a sasankovci totiž disponují žahavými rameny, kterými loví drobné živočichy nebo mohou poranit okolní korálnatce. Příkladem zástupce je *Cerianthus membracenus* (Obr. 12).



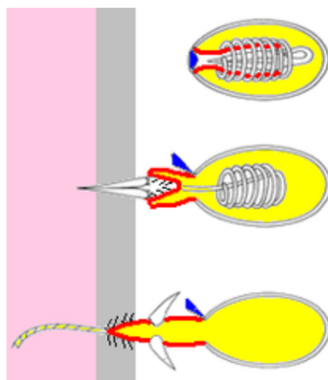
Obr. 12: červnatec *Cerianthus membracenus* (Monaco Nature Encyclopedia.com)

3.1.2 Anatomie těla korálů

Z anatomického hlediska je pro řád Anthozoa zásadní jejich rozdělení na korály tvrdé a měkké. Struktura těla je výrazně podmíněna prostředím, hloubkou, světelným zářením nebo potravní speciací. Obecně platí, že v mělčinách, kde dochází k většímu proudění, dorůstají koráli do vyšší velikosti a s větší korunou. Ve větších hloubkách se naopak koráli rozrůstají více do šířky a jsou celkově nižší (Prada et al. 2008).

Stavba korálu je následující: polypové válcovité tělo na nožním terči, sloužící k upevnění korálů v substrátu, tělo korálu s láčkou a centrální disk neboli kalich, kde se nachází ústní otvor, okolo něhož v kruzích vyrůstají ramena korálu – koruna (Jain 2017).

Tělo korálů je děleno septami, šesti nebo osmi (nebo jejich násobky), ze kterých vyrůstají sklerity. Zásadním orgánem jsou pro korály ramena, která vyrůstají z kalichu a tvoří korunu. Jsou dvojího typu: vnitřní a vnější. Vnitřní jsou menší a vyrůstají okolo ústního otvoru, vnější chapadla rostou v kruzích a dotváří korunu (Todd 2008). Celý povrch těla polypu pokrývá krycí tkáň, epidermis, která obsahuje pigmenty a žahavé buňky zvané knidocyty, běžně umístěné na koncích ramen. Typickým znakem korálů jsou žahavé buňky, propojené s buněčnou žlázou. Knidocyty jsou vymrštitelné části buňky, které obsahují stočené žahavé vlákno. Při podráždění těchto buněk dojde k vystřelení a zachycení vlákna do kořisti (Obr. 13). Do ní je vstříknut toxin, který ji ochromí. Knidocyty jsou používány nejen k predaci, ale zároveň také k obraně proti nim. Celou tuto reakci ovládá svalová soustava korálu (Jain 2017).



Obr. 13: Žahavá buňka zvaná knidocyt. A zatažené vlákno, B podráždění, C vystřelené žahavé vlákno

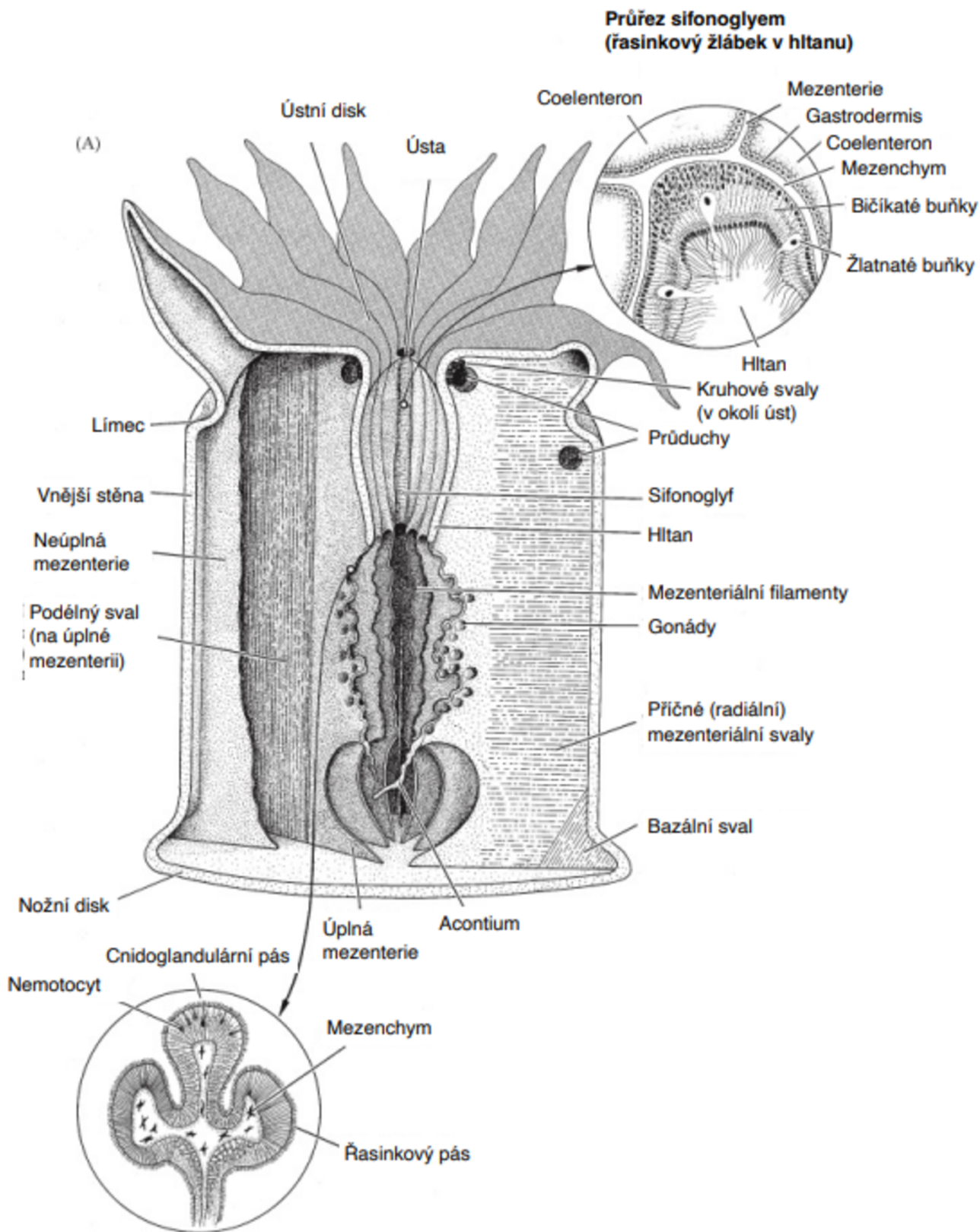
U měkkých korálů není tělo pokryto tvrdou schránkou, proto tvar těla vytváří vápenaté jehlice zvané sklerity, jež si korál sám vytváří. Počet skleritů, jejich tvar a délka závisí na jejich umístění: v těle a místě ukotvení v substrátu se jich tvoří více, naopak v kalichu a koruně korálu se jich nachází méně, protože jsou pohyblivé (Prada et al. 2008).

Na druhou stranu tvrdí koráli jsou zpevněni schránkou – odborně zvanou corallit (či koralit). Pevná struktura je tvořena bazálními deskami, ze kterých vznikají stěny – theca. Ty poté rozdělují tělní dutinu – lumen šesti nebo osmi septami. Tato schránka je tvořena živou tkání zvanou coenosarc. Tkáň je tvořena mezogleou obalenou dvěma vrstvami epidermis.

Coenosarc vylučuje pevnou kostěnou tkáň coenosterum, která se ve vrstvách podílí na struktuře těla (Martin-Garin & Montaggioni 2023). Coenosterum obsahuje aragonit a uhličitán vápenatý, který staví měchýřkovité útvary, ve kterých jednotliví polypi sídlí. Tento celý skelet je vytvořen tak, aby polypi byli spojováni sítí kanálků – solenia. Účelem je komunikace mezi polypy, sdílení živin a symbiotických

bakterií *Zooxanthellae* (Jain 2017). Tvrdí koráli však mají omezený růst koralitového skeletu. Pokud dorostou do dospělé fáze, začnou pod svým tělem shromažďovat koralit, čímž vytvářejí pevný podklad pod sebou. Dále se pak koráli pučením polypů rozšiřují do výšky nebo do stran (Martin-Garin & Montaggioni 2023).

Podstatnou část polypa tvoří svalová soustava propojená se soustavou trávicí, proto budou níže popsány obě soustavy dohromady (Obr. 14 – popis trávicí a svalové soustavy polypu). Svalová soustava je tvořena kruhovitými svaly, které se nacházejí v noze i v ramenech korálu. U různých tříd skupiny Cnidaria je využívána k mnohým účelům. Příkladem jsou sasanky, které se pohybují díky bublině na nožním terči, ohýbají své tělo, čímž se dostávají z místa na místo. Využívají také mořských proudů nebo soustavného pohybu svých chapadel a nohy. Současně se svaly podílejí na příjmu potravy. Ramena posunují potravu do ústního otvoru, který je ovládán svěrači. Následně usměřují proud vody do hltanu a trávicí dutiny sifonoglyfové rýhy, tvořené bičíkatými buňkami (Wallace 2008). Hltan, do kterého rýhy ústí, je vystlaný řasinkovými buňkami (Goldberg 2002). Buňky poté předají potravu do trávicí dutiny zvané láčka – coelenteron. Stěny láčky jsou pokryty vrstvou endodermis neboli gastrodermis, která obsahuje dva typy buněk: žláznaté buňky vylučující do dutiny trávicí sekrety pro trávení potravy a fagocytující trávicí buňky, které pohlcují natrávené části potravy (Bastida-Zavala 2005). Všechny tyto soustavy jsou propojeny nervovou sítí, která obsahuje nervová vlákna a uzliny rozptýlené po celém těle (tzv. difuzní nervová soustava).

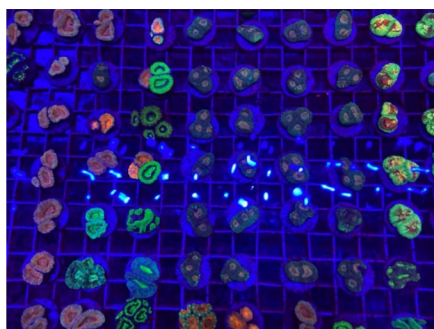


Obr. 14: Trávicí a svalová soustava polypa – ramena, ústní otvor, hltan a trávicí dutina (Brusca & Moore 2019)

3.1.3 Rozmnožování

Rozmnožování korálů je závislé na mnoha vlivech okolního prostředí. V důsledku klimatických změn, znečišťování, a především velkého zájmu o jejich chov se zvýšila úmrtnost celých korálových společenstev. Z tohoto důvodu skýtá mořská akvaristika velkou příležitost jejich znovuobnovení. Ačkoliv v umělém odchovu panuje stále nedostatek zkušeností a informací, jak přesně postupovat při pohlavním množení těchto živočichů v zajetí (Costa Leal et al. 2017). V posledních letech se však objevují případy, kdy se koráli v lidské péči rozmnožují jak častějším nepohlavním pučením, tak i pohlavním množením ((Borneman 2008).

U skupiny korálů jsou známy dva druhy rozmnožování. Primárně se v mořské akvaristice využívá vegetativní množení, kterým vznikají jak noví polypi, tak jejich kolonie. Tento proces probíhá ve třech krocích: odnožování, pučení a dělení. Jedinci se mohou v přirozeném prostředí odnožovat samostatně tím, že vytvoří uprostřed těla přepážku, která rozdělí korál na více částí (Costa Leal et al. 2017). Při rozvětveném tvaru jedince se jednotlivá ramena mohou odnožit v místě srůstu s mateřským polypem a odpojit se od něj. Poté se uchyť na novém podkladu a následuje pučení a dělení se do samostatného jedince (Harrison & Booth 2007). V lidské péči je možné tento proces simulovat mechanickým oddělením. V tomto případě záleží na tom, které druhy množíme, zda například druhy z rodů *Acropora*, či *Montipora*. Tato metoda množení se nazývá fragování. Nově vzniklí jedinci se označují fragy (Obr. 15) (Dařbujan 2021). Tvrdé korály oddělujeme přeříznutím kostry na jeden či více polypů, které upevníme na podklad či kus kamene speciálními lepidly (Costa Leal et al. 2014).



Obr. 15: Fragy různých druhů tvrdých korálů z mořského oddělení Petra-AQUA (Autorka 2022)

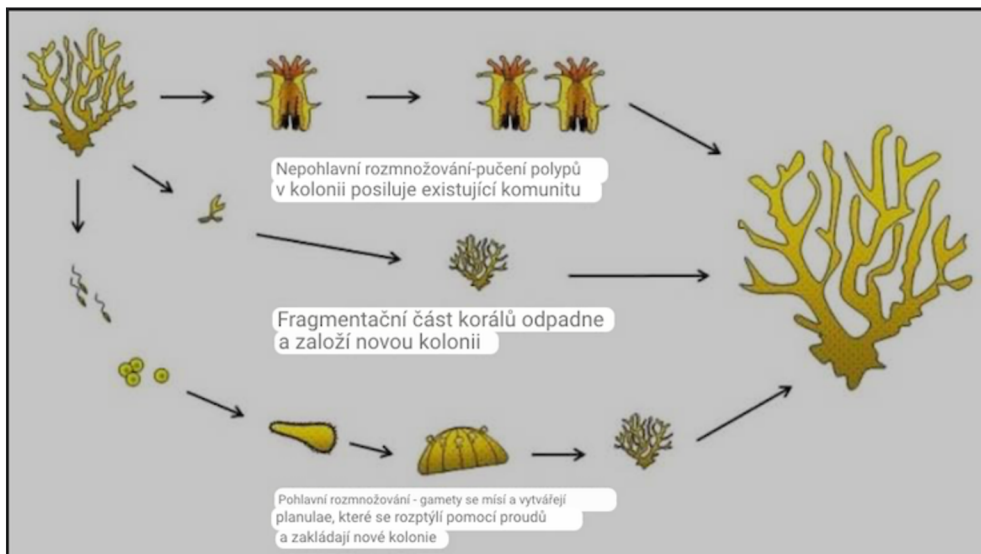
V případě měkkých korálů se odděluje jeden polyp či více, který se připevní gumičkou na pevný podklad (Kim et al. 2022). Kvalita fragů je ovlivněna mnoha faktory: základem je šetrná manipulace, vhodné vodní podmínky, kvalita mateřského korálu a jeho věk. Výsledek fragování může být klíčový pro potenciální sexuální rozmnožování (Rapuano et al. 2023).

Složitějším typem reprodukce je rozmnožování pohlavní. Existující hermafrodité (oboupohlavní jedinci) uvolňující samčí i samičí pohlavní buňky ve stejnou reprodukční dobu, naproti tomu gonochoristé mají pohlaví oddělená (Costa Leal et al. 2014).

K rozmnožování dochází u některých druhů ve volné vodě. Může dojít k uchování a oplodnění vajíček uvnitř těla (Costa Leal et al. 2017).

Mateřský jedinec vypouští do okolí oplodněná embrya, která se vyvíjí do planktonního stadia larvy – planulae (Shlesinger & Loya 2019). Larvy ve vhodných podmínkách přisedají na pevný substrát a metamorfují. Poté se z nich vyvíjí juvenilní koráli (Obr. 16 – schéma typů rozmnožování).

Zejména během této fáze jsou larvy nejvíce ohrožené klimatickými změnami, predátory nebo počasím (Petersen 2008). Výše popsany pohlavní vývoj probíhá v mořských akváriích a akvakulturách (Costa Leal et al. 2014).



Obr. 16: Vegetativní a pohlavní rozmnožování korálů (Global foudation for ocean exploration.org)

3.2 Ekologie korálů

Korálové ekosystémy jsou místem s vysokou diverzitou a zásadním ekologickým významem (Sheppard et al. 2018). Útesy zajišťují přírodní stanoviště, úkryty, potravní možnosti pro mnoho druhů. Mimo korály se na koloběhu útesu podílí i řada nejrůznějších živočichů ze skupin měkkýšů, korýšů, ryb, mořských savců, paryb a dalších (Reaka-Kudla et al. 1996). Oběh začíná od mikroskopických organizmů a jejich primární produkce, přes herbivory až k predátorům, mimo jiné až k lidem (Moberg & Folke 1999; Pawlik et al. 2016).

3.2.1 Mutualismus s řasami

Z hlediska symbiózy a mutualizmu jsou pro korály nejdůležitější dinoflagelátní řasy, zvané též zooxanthellae. Je to skupina mikroskopických řas, které jsou typické symbiózou s jinými organizmy. Druhy hostitelských korálů jsou poté označeny jako azooxanthellátní (Olson & Kellogg 2010). V těle polypů se tyto řasy vyskytují v gastrodermálním epitelu (Muller-Parker et al. 2015). Zooxanthelly se adaptují na hostitele v různých hloubkách, na různou intenzitu světla i teplotu, proto je můžeme najít u mnoha druhů korálů (Olson & Kellogg 2010).

Zooxanthelly se vyznačují fotoautotrofním přijímáním potravy, což znamená, že pro výrobu energie potřebují sluneční záření a že z anorganických látek vytváří látky organické. Charakteristická je pro ně žlutá až hnědá barva. Obsahují fotosyntetické barvivo chlorofyl *a* a *c*, také specifické dinoflagelátní barvivo perdinin a diadinoxanthin (Jeffrey & Haxo 1968). Díky těmto pigmentům probíhá fotosyntéza. Jejich sekundární metabolity se stávají primární výživou symbiotických korálů (Imbs & Dembitsky 2023).

Některé druhy symbiontů se mohou živit heterotrofně. To znamená, že energii získávají z organických látek vytvořených jinými organizmy (Muller-Parker et al. 2015). Jde především o jedince žijící ve větších hloubkách, kde není dostatek slunečního světla a kde naopak převažují organické živiny (Kahng et al. 2010).

3.3 Ohrožení korálů

V posledních desetiletích jsou korálové útesy devastovány čím dál víc, což je zjevné na první pohled. Poškození či jejich ztráta se totiž projevuje jejich zbělením. Děje se tak následkem mnoha vlivů, jakými jsou např. klimatická změna, teplotní šok nebo nedostatek potravy v důsledku ztráty symbiotických bakterií (McWilliams et al. 2005). Přírodní hrozby mohou být různé. V současné době je mnoho společenstev původních korálů pod tlakem nepůvodních invazních druhů, které se do nových stanovišť mohou dostat nejen působením člověka, ale také přirozenou cestou přes oceánské proudy (Coelho et al. 2022). Nesmíme opomenout také přirozenou predaci nebo počasí a s ním spojené bouře a hurikány, které mohou poškodit korálová těla mechanicky (Scoffin 1993).

Kromě přírodních změn se na degradaci korálových útesů podílí člověk. Útesy poskytují místo pro lov a slouží také jako zdroj organismů pro mořskou akvaristiku. Mimo to jsou korálové útesy vyhledávanými místy pro turistiku, těžbu korálů nebo zdrojem šperkařství. Zmíněné lidské činnosti spolu s klimatickými změnami a znečištěním výrazně ohrožují celé korálové ekosystémy (Mohale et al. 2023).

3.3.1 Antropogenní vliv

V současné době je ohroženo téměř 80 % korálových druhů. Antropogenní vliv nadále dominuje a je čím dál více podpořen klimatickými změnami, za které je ve velké míře zodpovědný také člověk. Ohrožení v takové míře by mohlo dosáhnout katastrofálních následků už v polovině tohoto století (Mohale et al. 2023). Jiné studie jsou nakloněny spíše hledání řešení než predikování doby vymření korálů. Bělení korálů totiž probíhá nerovnoměrně a může být ovlivněno jak globálními změnami klimatu, tak lokálními hrozbami (Riegl et al. 2009).

Neméně důležité riziko představuje biologická invaze různých mořských druhů, jako např. perutýn ohnivý (*Pterois volitans*) či dendrofyla šarlatová, jinak známá jako slunečný korál (*Tubastraea coccinea*). Jednou z příčin šíření nových druhů je nedbalé a nezodpovědné chování akvaristů, čímž se do nových stanovišť dostávají druhy s invazním potenciálem, jež mohou pro původní druhy znamenat vážnou hrozbu. Vliv na šíření nepůvodních druhů má také lodní doprava. Nákladní lodě vypouštějí balastní vodu, která může obsahovat larvy, gamety nebo juvenilní jedince mnoha druhů (Goldberg & Wilkinson 2004). Tyto nové nepůvodní druhy mohou představovat potravní a prostorovou konkurenci (Miranda et al. 2018). Rizikovým faktorem může být rovněž jejich toxicita pro ostatní druhy korálů.

3.3.1.1 Mořská turistika

Oceánské a mořské prostředí tvoří více než dvě třetiny planety Země a mořský turizmus je přirozenou součástí našich životů. Odborníky je definován jako využívání mořských ekosystémů pro různé lidské činnosti, čímž se míní především rekreace či poznávání nových prostředí. Těmto aktivitám se lidé věnují v různých vodních lokalitách, ať už při pobřeží, či ve volném oceánu (Papageorgiou 2016). Kvalita a zdraví využívaných ekosystémů logicky podmiňují další rozvoj a zkvalitňování mořské turistiky. Nicméně je to právě neohleduplné chování turistů, jež může zapříčinit narušení a degradaci korálových útesů a s nimi spojených mořských organismů (Rhodes & Naser 2021). Mořský cestovní ruch má ovšem poměrně velký hospodářský význam. Zahrnuje širokou škálu ekonomických aktivit, které poskytují pracovní uplatnění místním obyvatelům (Wong et al. 2019), ať už jednotlivcům, kteří provozují například půjčovny rybářských loděk, různé typy škol zabývajících se vodními či podvodními sporty, či větším podnikům zaměřeným na hromadnou komerci – provozovatelům výletních plaveb, rybářských lodí a jachet (Orams 2002).

Drtivá většina turistů míří do přímořských oblastí za účelem krátkodobé rekreace, tudíž se čím dál více zvyšuje poptávka po příbřežních destinacích, kde se turistům nabízí potápění, šnorchlování, plavby s pozorováním mořských živočichů nebo výletní cesty na odlehlé ostrovy (Van der Merwe et al. 2011).

Jedním z odvětví mořského cestovního ruchu je potápěčská turistika, jejíž obliba vzrostla v souvislosti s rozvojem techniky a snazší dostupností širším vrstvám zákazníků (Hasler & Ott 2008). Potápění je v mnoha oblastech velice intenzivní, čehož příkladem jsou lokality v Karibském moři (Tratalos & Austin 2001), Rudém moři (Zakai & Chadwick-Furman 2002) a v okolí Velkého bariérového útesu (Rouphael & Inglis 1997). Zde bylo také zaznamenáno větší poškození korálů ze strany turistů. Nezkušené potápěči je neúmyslně ničili kopem ploutví, opíráním se o útesy, přímým dotykem s korálem, jeho pošlapáním nebo přímým kontaktem s potápěčským vybavením (Liddle & Kay 1987; Hawkins et al. 1999).

Míra poškození korálového útesu je přitom závislá na druhu korálu a intenzitě rozmnožování. Druhy větvených korálů, které jsou křehčí, se přirozeně poškozují snáze. Navzdory tomu mají tyto druhy rychlejší regeneraci těla, díky níž dochází k rychlejšímu dorůstání jedince či znovuoobnovení celé kolonie (Rouphael & Inglis 1997). Bohužel i korálová těla, zvláště ta poškozená, může stejně jako ta lidská napadnout bakterie či vir, které mohou jedince nakazit infekcí. K té mohou přispět i další okolní vlivy, a tak způsobit úhyn korálu (Hawkins et al. 1999).

Dalším negativním antropogenním vlivem je hlukové zatížení. Zvuk je sice přirozenou součástí mořských ekosystémů – je způsobován pohybem zemských desek či seizmickou aktivitou, hukotem mořských vln, je nedílným prostředkem živočišné komunikace, krmení, obrany či rozmnožování (Lammers & Munger 2016), avšak nepřirozené je nadměrné hlukové znečištění. Nejvíce se na něm podílí lodní námořní doprava, používání člunů a skútrů, rybářských i rekreačních. Pro korály i další živočichy to může znamenat smyslové zmatení a další potíže, např. v rámci komunikace při reprodukčním chování, predaci nebo obraně (Ferrier-Pagès et al. 2021). Hlukové zatížení rovněž ovlivňuje korálové larvy. Studie některých druhů korálů ukazují, že larvy si vybírají lokality s nižší hlukovou zátěží (Lecchini et al. 2018). Tento fakt poukazuje na komplikace při osidlování takto znečištěných korálových oblastí (Ferrier-Pagès et al. 2021).

Pomineme-li hlukové znečištění, přináší lodní doprava další širokou škálu rizik. Vyjma výše zmíněné turistiky k ní neodmyslitelně patří komerční doprava ve velkém – trajekty, výletní lodě či průmyslová doprava, rybolov, transport zboží apod. (Burgin & Hardiman 2011).

Lodní doprava je rozsáhlý fenomén, který zahrnuje také infrastrukturu na pobřeží. Pobřežní letoviska musejí být spojena s okolními městy silnicemi, na březích se nacházejí mola, přístavy, kotviště, nákladní prostory a další (Byrnes & Dunn 2020). Ty jsou většinou vystavěné na skalnatém nebo písčitém pobřeží, které původně sloužilo jako stanoviště různým druhům organismů. Tak se nadměrnou výstavbou snižuje prostor pro život některých druhů živočichů (Davenport & Davenport 2006).

Mnoho studií pojednává v této souvislosti o problematice kotvení. Kotvy a řetězy, na kterých jsou spouštěny, mechanicky poškozují nebo přímo vytrhávají korály z pevného substrátu (Flynn & Forrester 2019; Byrnes & Dunn 2020; Idris et al. 2023).

Dalším problémem je vysoká míra sedimentů a nerozpuštěných látek ve vodě v okolí přístavů a kotvišť. V důsledku odlesňování, bagrování, splachů ze zemědělských půd, vypouštění průmyslové a odpadní vody se tyto látky dále dostávají do vodního prostředí (Risk & Edinger 2011). Následně se mohou usadit na různých konstrukcích přístavišť, na dnech moří, vracích a řadě dalších míst (Risk 2014). Poté jsou tyto sedimenty roznášeny lodní dopravou dále do moře, kde se usadí na korálových útesech. Takové působení se označuje vůči společenstvům korálů za stresové (Risk & Edinger 2011). Sedimenty rovněž obsahují živiny, které podněcují vyšší míru eutrofizace (Lesser 2021) nebo vytváří vrstvu sedimentu na povrchu korálů, přes kterou neprochází dostatečné světelné záření pro zooxantellární symbionty (Risk & Edinger 2011). Mimo dospělé korálové jedince představují sedimenty problém i pro larvy korálů, kterým se zhoršují podmínky pro usazení na pevný podklad (Risk 2014).

V neposlední řadě se z lodní dopravy do moří a oceánů dostává nemalé množství odpadu. Ten může působit řadu různých problémů jak korálům, tak mořským živočichům (viz kapitola 3.3.1.5.) (Wilson & Verlis 2017).

3.3.1.2 Vlečné sítě

Problematika poškozování mořských korálů a jejich ochrany se dotýká i otázky rybolovu. Mezi nejběžnější metody mořského rybolovu patří používání vlečných sítí (tzv. tralování). Pomocí rybářských trawlerů – tažných lodí jsou sítě taženy po dně nebo po volné vodě (Ragnarsson et al. 2016). Avšak lov u dna je velmi ničivý. Síť je připevněna k zádi lodi a ve vodě je zatížena dvěma a více těžkými závažími (Stiles et al. 2010). Jak je síť tažena po dně, chytí se do ní vše, co jí přijde do cesty. Proto vzniká tzv. vedlejší úlovek složený z různých mořských organismů – příkladem jsou ryby, korýši, žraloci, mořské želvy a další (Dias et al. 2020). Jde tedy o velice neselektivní metodu rybolovu (Hall–Spencer et al. 2002; Buhl-Mortensen 2017; Stiles et al. 2010). Navíc závaží svou tíhou narušuje povrch dna a ničí těla korálů a jiných organismů (Thomas et al. 2017). V oblastech, kde je takovýto rybolov intenzivnější, zaznamenala řada studií vyšší výskyt poškozených, vyvrácených a zlámaných korálových struktur (Hall–Spencer et al. 2002; Buhl-Mortensen 2017; Stiles et al. 2010). Ani hlubokomořské útesy nejsou tohoto poškození ušetřeny. Mnoho druhů studenovodních korálů se vyznačuje pomalým růstem či pozdní pohlavní dospělostí, proto je jejich zotavení obtížnější než pro rychle rostoucí druhy (Dias et al. 2020).

Dalším typem rybolovu ohrožujícího korály je lovná šňůra. Na hlavním laně jsou navázána kratší lanka s lovnými háčky a návnadou. Lano je taženo lodí ve volné vodě, ale i v blízkosti dna (Mytilineou et al. 2014). Lov je cílen na mořské druhy ryb, bohužel vedlejší úlovek tvoří také koráli (Dias et al. 2020).

3.3.1.3 Lov pro akvaristiku

Obchod s mořskými druhy živočichů se začal rozvíjet od poloviny 20. století. Okolo dvou milionů lidí po celém světě vlastní mořské akvárium (Wabnitz et al. 2003). Jednou z prvních zemí, která začala vyvážet mořské organizmy, se stala Srí Lanka. Od 50. letech 20. století se postupně přidávala k obchodování i řada dalších přímořských zemí z Atlantiku a Indo-Pacifiku (Lango-Reynoso et al. 2012). Tato oblast se ke konci minulého století nejvíce proslavila vývozem korálových druhů. Nový trend způsobil, že v roce 2001 se na trhu pohybovalo více než jeden milion živých korálů (Bruckner 2005). Za posledních 20 let se s vývojem akvaristické techniky chov korálů výrazně zvýšil. A v současné době se celosvětově počet korálů na trhu pohybuje kolem 12 milionů kusů tvrdých korálů za rok, k tomu zhruba 400 000 kusů měkkých korálů za rok (Wabnitz et al. 2003). Z těchto čísel plyne, že poptávka po mořských druzích je opravdu vysoká, což pro korálové ekosystémy představuje enormní zátěž (Green & Shirley 1999).

Lov mořských živočichů výše zmíněnými metodami se liší podle toho, jaký druh je právě cílem lovu. V ekosystému korálových útesů žijí různé druhy, které jsou různě loveny. Například při lovu ryb se používají neselektivní způsoby, tj. lov sítěmi nebo vlasci, při němž může dojít k poškození korálů (Stiles et al. 2010).

Dříve se na Srí Lance používal ještě jeden způsob lovu, při němž lovec zavěšoval přes korál malou síť. Poté jednoduše v jeho okolí tloukl holí do substrátu, čímž plašil živočicha do sítě. Tento způsob lovu však byl velice destruktivní, proto je v dnešní době zakázán. Jiným příkladem jsou lovci, kteří pro získání živočicha ukrytého v korálech, korály přímo lámou (Wabnitz et al. 2003). S těmito metodami se úzce pojí lov při potápění. Sběrači jsou schopni vyhledat i odlehlejší a méně dostupná místa, což s sebou nese další negativní důsledky. Připusťme, že se aspoň jedná o selektivní metodu, která je méně ničivá (Tsounis et al. 2013). Někteří potápěči se však nějakou udržitelností útesů vůbec nezabývají. K oddělení jedinců a kolonií používají nevhodné nástroje, jako jsou kladiva, páčidla, dláta, nářadí a další (Thornhill 2012).

Zcela destruktivně působí na mořské dno bagrování, jež dno rozbíjí a přisedlé jedince vyvrací. Tento způsob těžby patří mezi vysoce neselektivní metody, protože ničí všechny jedince bez ohledu na jejich přínosnost. Rozvrácením dna se také degradují vhodné podmínky pro uchycení larev korálů, čímž jsou ohroženy jejich budoucí generace (Bruckner 2016).

V 60. letech 20. století byl pro paralyzování korálových ryb a jejich následný sběr poprvé použit kyanid sodný. Tento jed v organizmu přetrvává, a tak způsobuje vysokou úmrtnost korálů při jejich převozu a další manipulaci (Murray et al. 2020). Podle některých studií může být kyanid sodný ve větších koncentracích pro korály fatální. Otravou střední dávkou dochází ke ztrátě pigmentu u symbiotických sinic a k následnému bělení. Při nízkých hodnotách jedu odumře zooxanthell pouze malé množství (Jones 1997; Jones & Steven 1997; Jones & Hoegh-Guldberg 1999).

3.3.1.4 Šperkařství

Šperkařství a dekorativní umění provozují lidé od nepaměti (Obr. 17). Stejně jako drahokamy, vzácné kovy a minerály byly a jsou některé korálové druhy využívány pro tvorbu ozdob, talismanů, amuletů, dekorací nebo i platidel (Nonaka & Muzik 2015). Pro tyto účely jsou populární koráli rodu *Corallidae*, kteří jsou typičtí tvrdou schránkou těla. Při zpracování a leštění se jejich kostra vyznačuje lesklým voskovým povrchem. Proto je tento druh označován jako vzácní koráli (Duque & Camacho 2018). Do této skupiny převážně spadají jedinci růžově, červeně až bíle zbarvení. Typickými druhy jsou: *Corallium rubrum* nejčastěji se vyskytující ve Středozevní moři, *Corallium secundum* v Tichém oceánu v blízkosti Havaje a *Paracoralium japonicum* při pobřeží Japonska (Nonaka & Muzik 2015; Duque & Camacho 2018).

Mimo červené korály můžeme do této skupiny zahrnout jedince z řádu *Zoantharia* rod *Gerardia*, typický žlutým zbarvením. Je také nazýván zlatým korálem a pochází z oblasti Havajských ostrovů (Grigg 2002). Jako zlaté jsou také označovány některé aljašské druhy z čeledi *Primnoidae* (Nonaka & Muzik 2015). Méně používanými druh je *Heliopora coreolea*, jinak přezdíváný modrý korál. Výjimečný je svou schopností extrahovat železo z mořské vody a tvořit z něj modré soli, díky kterým získává modré zbarvení (Bruckner 2016; Hongo et al. 2017).

Zajímavé jsou také druhy černých korálů z podtřídy *Cerintharia*. Nejvíce používanými druhy jsou *Antipathes grandis* a *Antipathes griggi* (Gress et al. 2020). Ve šperkařství jsou využívány pro tmavou barvu jejich tvrdé kostry (tmavě hnědou až černou). Po vyleštění vypadají jako tmavé dřevo (Tsounis et al. 2010).

Vzácní koráli se vyskytují od mělčinných útesů, podvodních jeskyní až po hluboké zóny blížící se k 1500 m (Bruckner 2016). Proto, jak už bylo výše zmíněno (viz kapitola 3.3.1.3), se potápěčům a sběračům nabízí mnoho míst, kam se vydat. Lov pro šperkařství funguje na principu „rozmach a pokles“, tedy objevení nové populace vzácných druhů a jejich naprosté vyčerpání. Schopnost těchto korálů stavět útesy a ekosystémy tímto principem ubývá na síle, čímž se omezuje možnost ostatním mořským živočichům najít dobré stanoviště k životu, které jim koráli poskytují. Z těchto důvodů není zatím lov korálů pro šperkařství dlouhodobě udržitelný (Tsounis et al. 2010).

K zabránění nadměrného rybolovu přispívá úmluva CITES (Úmluva o mezinárodním obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, která reguluje obchod s ohroženými druhy rostlin a živočichů) a zákony jednotlivých zemí, které například povolují jen určité

množství úlovku, stanovují minimální velikost lovených jedinců nebo zavádějí sledování lodí a další opatření. To vše může napomoci k znovuobnovení a zachování vzácných populací (de Carvalho & Rui Galopim 2018).



Obr. 17: Portugalský relikviář z počátku 15. století s fragmentem svatého kříže obsahuje červený korál Corallium (Karampelas et al. 2009)

3.3.1.5 Znečištění

Mořské prostředí je stejně jako jiná místa zasaženo znečišťujícími látkami (polutanty). Na vině jsou jednak klimatické změny, a také antropogenní činnost (Zhao et al. 2021). Korálové útesy se potýkají nejen s globálními hrozbami, ale navíc i lokálními katastrofami, jako jsou například havárie ropných plošin a tankerů (Haapkylä et al. 2007). Mezi hlavní zdroje znečištění patří průmysl a zemědělství, splachy odpadních vod, přítomnost mikroplastů, emise z lodní dopravy či akvakulturní chov (Zhao et al. 2021). Znečišťujících látek je celá řada, od základních prvků po složitější sloučeniny. Řada z nich se ve vodním prostředí nachází přirozeně, ovšem některé z nich působí na organizmy toxicky. Toxicita je závislá na množství látky, které je ve vodě obsaženo. Příkladem takových látek jsou těžké kovy (Furness 2018), které mají perzistentní a bioakumulační vlastnosti. Pro korály jsou nebezpečné ve dvou formách. První z nich je přítomnost těžkých kovů v planktonních organizmech, které polypi zachycují a vstřebávají. Druhým typem je příjem rozpuštěných kovů přímo z vody (Ali et al. 2011). Těžké kovy mohou pro korály znamenat řadu problémů začínajících od inhibice rozmnožování až po biologické procesy larev. Pro dospělce mohou mít vysoké koncentrace letální účinky, jako je snížený růst, fyziologický stres, zhoršené dýchání nebo ztráta zooxanthell. Vylučování symbiontů je podle řady studií jedním ze způsobů, jak koráli snižují koncentrace těžkých kovů v tělech (Shah 2021).

Mnoho antropogenních činností zvyšuje míru živin. Jsou to především splachy ze zemědělských půd, nadměrné použití hnojiv nebo také vypouštění průmyslových a městských odpadních vod. Výraznou roli hraje také přirozený povrchový odtok a déšť, který chemikálie splachuje do řek a potoků a následně do moří a oceánů (Fouzia 2019). Tyto aktivity zvyšují přítomnost dvou prvků – dusíku a fosforu. Ve vodním prostředí se vyskytují přirozeně, avšak při vyšších koncentracích mohou zapříčinit řadu potíží vodních organismů. Hlavním problémem představuje proces zvaný eutrofizace, při němž řasy a sinice využijí nadměrnou koncentraci fosforu a dusíku ke svému přemnožení. Tím zastíní vodní sloupec a vytvoří anoxické prostředí. Řasy a sinice navíc produkují toxické látky, které mohou způsobit odumření řady organismů (van Beusekom 2018). Eutrofizace může mít přímé účinky na fyziologii korálů, např. tím, že snižuje tepelnou toleranci nebo kalcifikaci kostry. Mimo to nepřímo podporuje viry a bakterie, které korály snáze napadnou. A také stimuluje růst řas a dalších organismů, které tak zvýší prostorovou a potravní konkurenci (Zhao et al. 2021).

Z mnoha lidských zdrojů se do vodního prostředí dostává mnoho chemických látek. Pocházejí převážně z chemického, lékařského průmyslu a městského prostředí. Mohou vykazovat perzistenci a bioakumulaci v organizmech různých trofických úrovní.

Hojně se vyskytujícím polutantem jsou rovněž pesticidy a herbicidy, které odtékají spolu s povrchovou vodou přes zemědělské půdy do moří a oceánů. Z průmyslových a důlních zón se vypouštěním, odpařováním a spalováním fosilních paliv do vod dostávají toxické sloučeniny – dioxiny, polychlorované bifenylly či polyaromatické uhlovodíky (Mann 2011). Významným zdrojem těchto polutantů je ropný průmysl. (Menezes et al. 2023). Ropné uhlovodíky jsou vzhledem ke své hydrofobní povaze toxické, tj. nerozpustné ve vodě. Tím snáze přilnou k pevným částicím, které se dostávají do těl organismů, kde způsobují akutní nebo chronickou toxicitu. Následkem toho došlo ke snížení růstu kolonií a plodnosti korálů, jejich zvýšená mortalita a jiné (Turner & Renegar 2017). Mnoho prováděných studií se rovněž zaměřilo na pozorování rozdílných reakce korálů na přítomnost uhlovodíků ve vodě.

Bylo zjištěno, že masivní druhy jsou více odolné vysokým koncentracím toxinů než větvení koráli, což opět ovlivňuje rozmanitost korálového pokryvu (Turner & Renegar 2017; Menezes et al. 2023).

V posledních letech se také hojně diskutuje o endokrinních disruptorech a jejich působení na vodní organizmy. Jsou to látky, které ovlivňují hormonální a endokrinní soustavu. Patří mezi ně výše zmíněné polycyklické uhlovodíky či pesticidy. Bohužel jsou do této skupiny řazeny i estrogény, látky z léčiv pro osobní potřebu, změkčovadla, detergenty a mnoho jiných (Wear & Thurber 2015). Koráli tyto látky metabolizují a začleňují je do svého těla. Jejich účinky jsou převážně pozorovány na pohlavní soustavě, kde snižují počet vajíček a spermií. Také byla ovlivněna rychlost růstu těla (Tarrant et al. 2004).

Mezi mořské polutanty spadají dále mikroplasty a nanoplasty. Celosvětová produkce plastů je stále vysoká a kvůli plýtvání a nadměrnému používání jejich množství stále roste. Zdrojem mikroplastů nemusí být nutně jen odpad, ale i běžné užívání rybářských sítí, ze kterých jsou odírána drobná vlákna. Během lodní dopravy se do vodního prostředí uvolňují rovněž kusy laku a materiálů, které se dále rozpadají na menší a menší části (John et al. 2022). Mikroplasty jsou definovány jako plastové fragmenty menší než 5 mm vyskytující se v mnohých podobách, např. jsou to vlákna, úlomky nebo vločky (Huang et al. 2020). Nanoplasty jsou fragmenty menší než 100 nm (Ripken et al. 2020). Plastový odpad je postupně degradován na mikroskopické části, které vodní organizmy mohou přijímat společně s potravou a filtrováním mořské vody. Díky perzistentním vlastnostem jsou mikroplasty akumulovány v polypech a kostrách těl korálů. Toxické účinky mikroplastů snižují růst korálů, mění jejich potravní chování, a tím přispívají k jejich fyziologickému stresu (Hall et al. 2015). Nebezpečná je také přilnavost těchto fragmentů. Částice plastů mohou na povrchu korálů a dalších organismů vytvářet neprostupnou vrstvu zvanou biofilm, znemožňující průběh fyziologických procesů, jako je např. dýchání (Huang et al. 2020). Mikroplasty jsou taktéž nosiči chemických kontaminantů (například těžkých kovů, složek plastů – PVC a dalších) a patogenních organismů, které mohou mít toxické účinky jak na samotné korálové jedince, tak i na jejich vztah se symbionty (Ripken et al. 2020). U řady druhů korálů byly při vyšších koncentracích pozorovány změny v přijímání potravy, zvýšení mortality a bělení či snížení kalcifikace korálů. Mimo mikroskopické části odpadu, velké kusy plastů a dalších zbytků mohou poškodit a odřít části korálových těl, a tak podpořit tvorbu infekce patogeny (Huang et al. 2020).

3.3.2 Klimatická změna

Klimatická změna, jíž jsme očitými svědky v posledních letech, je zapříčiněna širokou škálou faktorů. Vlivem lidské činnosti se výrazně zvýšil obsah skleníkových plynů v atmosféře, hlavně metanu a oxidu uhličitého (Hoegh-Guldberg 2011), což podporuje skleníkový efekt, kvůli kterému se oceány oteplují a okyselují. Přebytkový CO₂ reaguje s vodou a za vzniku kyseliny uhličitě snižuje pH, které dále způsobuje nižší obsah uhličitanových minerálů (Zeebe et al. 2008). Vedlejším účinkem je přitom také stále nižší a nižší množství kyslíku ve vodě, který je limitním faktorem pro téměř veškerý podmořský život. Jakékoliv změny v těchto podmínkách vyvolávají ve vodních organizmech stres či smrtící účinky, a proto se stávají předmětem mnoha studií a výzkumů (Cocco et al. 2012).

Koráli vyžadují pro dobrý růst a prosperitu naplnění tří podmínek: dostatek slunečního záření, dostatek uhličitanových iontů a optimální teplotu. Sluneční energie je stěžejní pro symbiotické organizmy, které využívají anorganické látky korálu a zprostředkovávají fotosyntetickou energii pro kalcifikaci koster korálů (Hoey et al. 2016). Vysoká hladina rozpuštěného oxidu uhličitého, který se rozpouští v oceánské vodě, snižuje pH a koncentraci uhličitanových iontů. Tento proces se nazývá okyselování (Kawahata et al. 2019). V takových podmínkách se snižuje rychlost tvorby korálových koster. Okyselování má katastrofální dopady především na útesotvorné druhy korálů, čímž se snižuje diverzita a růst korálových útesů (Doney et al. 2009).

Řada druhů korálů, především Scleractinia čili tvrdí koráli, žijí na své tepelné hranici. Proto oteplování oceánů, byť jen o desetiny stupňů, může být pro mnoho citlivých druhů život ohrožující. Mimo to se stává, že při vysokých teplotách symbiotické organizmy opouštějí hostitelské druhy korálů (viz kapitola 3.3.2.1) (Kawahata et al. 2019). Zvýšený stres živočichů a jejich následné rozsáhlé bělení je způsobeno jak globální změnou teploty, tak i mnoha dalšími stresory, z nichž jmenujme např. zvýšenou salinitu a sedimentaci či patogeny (McWilliams et al. 2005). Měkké druhy korálů, které netvoří pevnou schránku těla, tudíž nepodléhají takové devastaci vlivem okyselování. Některé studie predikují posun společenstva útesů od tvrdých útesotvorných korálů k měkkým, více odolným druhům (Inoue et al. 2013).

Dalším faktorem pro přežití během klimatické změny je rychlost růstu. Rychle rostoucí druhy, např. *Acropora*, jsou schopny po tepelném stresu rychlejší rekonvalescence (Coles & Riegl 2013). Z hlediska invazní biologie jsou některé druhy zvýhodněné vyšší tolerancí k odchylkám v jejich životním prostředí, např. teplotním limitům (Lages et al. 2006; Miranda et al. 2018). Podle mnoha studií lze předpokládat, že odolnost na změněné podmínky lze podpořit odstraněním lokálních stresových faktorů (Eakin et al. 2008; Hoegh-Guldberg 2011).

3.3.2.1 Bělení korálů

Výše popsané vlivy mají za následek bělení korálových živočichů. Je to proces ztráty pigmentu u symbiotických bakterií, který vede k vypuzení těchto symbiontů z korálového těla a následnému vyhladovění živočicha (Ainsworth & Brown 2021). Důsledkem je zpomalení růstu a ztráta symbiocy (van Oppen & Lough 2018). Bělící koráli ztrácejí přirozenou barvu a postupně se odhaluje jejich bílá uhličitanová kostra (Page et al. 2019). Uhybnulé tělesné tkáně jsou posléze degradovány mikrobiálními organizmy (Ainsworth & Brown 2021). V některých případech nemusí být bělení smrtelné. Řada studií diskutuje o bělení jako o mechanismu adaptujícím korály na sezónní stresy. Bělení může být přechodné a může také sloužit k rychlé obměně symbiotického společenstva, které může napomoci k jejich přizpůsobení měnícím se podmínkám (Obura 2008). Bělení je vyvoláno mnoha vlivy – jak už výše zmíněnými antropogenními a environmentálními, tak mnoha přírodními (Rosenberg et al. 2009; Vítner et al. 2022). Jako příklad poslouží studie zkoumající bakteriální infekci způsobenou bakterií *Vibrio shiloi*, která je původcem bělení druhu *Oculina patagonica*. Tato bakterie působí likvidačně na jedince uvedeného rodu pouze v teplotách nad 25 °C (Munn 2015).

Náchylnost druhů korálů k bělení je nerovnoměrná a je ovlivněna více činiteli. Liší se podle genetické variability symbiontů. Dinoflagelátní organizmy tvoří velice širokou skupinu obsahující více různých druhů s odlišnými limity a nároky na prostředí. Některé zooxanthelly tudíž mohou vykazovat vyšší náchylnost k fyzikálním a biologickým změnám prostředí než jiné (Douglas 2003). Také velice záleží na způsobu získávání potravy. Obecně lze říci, že koráli s vyšší úrovní heterotrofie jsou odolnější než druhy s čistou či částečnou autotrofií (Morgan et al. 2017). Odolnost vůči bělení závisí také na morfologických znacích jednotlivých druhů. Rozvětvené druhy korálů podle studií podléhají bělení snáze než druhy s mohutným tvarem (Swain et al. 2018). To by naznačovalo, že takové masové bělení druhů, jako se děje kupříkladu u *Acropora* spp., *Millepora* spp. či *Simularia* spp., by mohlo být pro lov a obchod s akvarijními druhy rizikové.

Některé vlastnosti prostředí a změny v něm nutí korály aklimatizovat se na nové podmínky, například změna proudění vody, dlouhodobější zvýšené teploty nebo výměna druhového spektra symbiotických organizmů (Page et al. 2019).

Tyto skutečnosti vedly ke vzniku mnohých studií věnovaných experimentům v mořských akváriích. Výše byl zmíněn vztah mezi *Vibrio shiloi* a korálem *Oculina patagonica*, který byl zkoumán v simulovaných podmínkách. Bylo zjištěno, že změna teploty a následná ztráta mikroflóry probíhá i v akváriích (Mills et al. 2013). Na tomto základě lze předpokládat, že i další změny v osvětlení a kvalitě vody či špatná manipulace mohou mít za následek bělení akvarijských druhů korálů (Obr. 18).



Obr. 18: Viditelné bělení korálového jedince v lidské péči (Autorka 2022)

3.4 Chov v lidské péči

Akvaristika přináší mnoho možností, jak ji pozitivně využít. Vedle estetické funkce a zábavy plní neméně důležitou funkci vzdělávací. Mořská akvária poskytují také využití pro vědecké účely (Hughes 1993) a mimo to mohou sloužit pro chov ohrožených druhů a jejich udržení.

Historie akvaristiky sahá daleko do minulých století. Avšak největší rozvoj přišel ve druhé polovině 20. století, kdy se začala rozvíjet potápěčská a akvarijská technika. Vlastnit mořské akvárium bylo najednou mnohem dostupnější i pro obyčejné amatéry, kterým jde především o estetickou funkci nádrží (Delbeek 2001). Mořské akvarijské druhy začaly být loveny ve větších počtech. S lepší technikou lidé objevují nové druhy živočichů a nové hlubokomořské prostředí. Vědci a průzkumníci tak nadále prohlubují znalosti a informace nutné k vhodné a kvalitní péči o tyto organizmy.

Toto odvětví je závislé především na dovozu a obchodu s akvarijskými druhy. Je třeba mít na paměti, že dovoz a prodej čerpá z biologické diverzity útesů. Bohužel vysoká poptávka po živočišných je dalším velkým tlakem na produkci ekosystémů. Proto je nutné dbát v celém procesu, od odchytu až po mořská akvária, na udržitelnost (Rhyne et al. 2014).

Obchod s akvarijskými druhy nese výhody i nevýhody. Mezi pozitiva patří socioekonomické dopady. Obchod a prodej totiž přináší pracovní místa nejchudším vrstvám obyvatelstva v rozvojových dodavatelských zemích, navíc se sběrači a rybáři často stávají ochránci korálových útesů. Brání destruktivním metodám a snaží se tak udržet zdraví korálů a jejich vysokou produktivitu (Cato & Brown 2008). Oproti tomu negativem sběru akvarijských druhů je nadměrný rybolov, resp. intenzivní odběr druhů, který může způsobit kolaps populací. Mezi dodavatelské země náleží především Filipíny a Indonéská republika (Akmal et al. 2020).

3.4.1 Dovoz a prodej korálů

Celá cesta živočichů z moří až do nádrží je poměrně náročná a nebezpečná, zejména pro korály. Na začátku je potřeba jedince nejprve odlovit, což se v mnohých případech děje dost nešetrně (McManus et al. 1997), například kyanid nebo užití kompresorů (Reksodihardjo & Lilley 2007).

Po odlovu následuje nakládání a skladování úlovku. Ulovení jedinci jsou přepravováni v nádobách nebo pytlích na břeh (Wabnitz et al. 2003). Tam se skladují v krytých nádržích jen krátkou dobu a připravují se na transport (Ellis & Samson 1999). Pro přepravu jsou zabaleni do dvojitého polyethylenových sáčků, naplněných vodou ze dvou třetin. Některé druhy náchylné na poškození, jak tvrdé křehké koráli, tak i měkké s citlivými rameny, mohou být obaleny jednotlivě v další plastové vrstvě. Často jsou koráli připevněni na polystyrenové kusy tak, aby ramena směřovala směrem ke dnu (Dařbujan 2021). Sáčky s úlovky jsou uloženy v polystyrenové krabici s víkem a jsou tak připraveny na převoz (Wabnitz et al. 2003). Transport zajišťují většinou velkoobchody nebo vývozci, pokud nejsou živočichové prodáváni přímo v místě lovu. Celková doba transportu by neměla přesáhnout dva dny (Wabnitz et al. 2003). Skladování živočichů bývá velmi nákladné, a proto je v zájmu dodavatelů odeslat živočichy ještě týž den (Reksodihardjo & Lilley 2007).

Další převoz zprostředkovávají nákladní auta a letadla. Pro co nejlepší podmínky přepravy slouží klimatizovaná auta, která udržují stálou teplotu a cirkulaci vzduchu. Bohužel v řadě případů se kvůli vysokým nákladům tyto podmínky nedodrží (Wabnitz et al. 2003). Letadlová doprava rovněž nezachovává vhodné podmínky. Prostory letadla nejsou klimatizované a hrozí časté změny teploty. Některé přepravní společnosti nabízejí klimatizované kontejnery, přestože jsou mnohem nákladnější. Konečné ceny akvarijních živočichů se proto ve výsledku vyšplhají výrazně vysoko (Delbeek 2008).

V cílové zemi by měla být provedena veterinární kontrola, avšak často není prováděna odborně. Následuje konečný převoz do velkoobchodního skladu, kde jsou živočichové vybaleni a aklimatizováni na nové podmínky. Některé studie a články připouští skutečnost, kdy není nutné korály plně aklimatizovat a je vhodné je po vybalení přímo umístit do nádrže. Vždy je ale dobré zkontrolovat parametry vody a upravit je co nejlépe původním podmínkám (Delbeek 2008). Během všech fází převozu jsou živočichové přepravováni ve stresových podmínkách, a proto jsou přirozeně citlivější na jakékoliv negativní vlivy. Kupříkladu při jejich vybalování je vhodné užít nízké osvětlení. Důležitá je přitom také dobrá kvalita vody a šetrná manipulace při jejich umístění do nádrží (Wabnitz et al. 2003).

Po celém procesu by mělo následovat karanténní období. Noví jedinci mohou do nového akvária potenciálně zavléct škůdce, viry nebo bakterie a ohrožovat životy ostatních organismů (Delbeek 2008).

V cílové destinaci jsou živočichové prodáváni buď dalším velkoobchodníkům či maloobchodníkům, nebo místo slouží jen jako překladiště, po němž následuje přeprava do další destinace (Wabnitz et al. 2003). Posléze jsou jedinci prodáváni a putují do soukromých či veřejných nádrží.

Kromě prodeje živých korálů se do mořských akvaristik dodávají tzv. „živé kameny“. Jsou to těžené kusy podložního materiálu korálových útesů, které tvoří těla odumřelých útesotvorných korálů. Tyto kameny obsahují různé druhy řas a bakterií, které v akváriích zprostředkovávají biologickou filtraci, a mimo to se nabízejí jako úkryty a dekorace v nádržích (Green & Shirley 1999).

3.4.2 Zařízení akvária

Akvárium je uzavřený systém, který má za úkol simulovat přirozené podmínky prostředí pro chované druhy. Ke kvalitnímu chovu je potřeba porozumět přirozeným cyklům, které se ve vodním prostředí dějí. Předpoklady pro dobrý chod akvária závisí jak na technickém vybavení a nádrži, tak i na dobrém osazení společenstva, a především na lidské péči.

Mořští tvorové, tak jako sladkovodní i suchozemští, vykazují pět základních potřeb: dostatečný prostor, dostatek kyslíku, světla, potravy a slané vody (Crenshaw 1979). Mořská voda obsahuje vysoké množství solí a anorganických látek, proto se velice liší od sladkovodního světa. Mořské prostředí je stabilní a všechny děje v něm probíhají pomaleji a pozvolna. Čím větší akvárium je, tím lépe a stále se udržuje ideální prostředí (Dařbujan 2021). Dobrý chod akvária závisí na mnoha faktorech. Jedním z nich je samotná nádrž, která se vyrábí ze skla a v níž jsou jednotlivé stěny k sobě lepené. Ideální velikost nádrže je větší, okolo 150–500 litrů. Avšak pro popularizaci akvaristiky se vyrábí i nízkoobjemové nádrže, které však nejsou doporučovány začátečníkům. Velké nádrže také poskytují dostatek prostoru pro chované organizmy a zaručují stabilitu podmínek. Při větších velikostech nejsou problémy a změny podmínek tak intenzivní, naopak jsou pozvolné a skýtají čas pro adaptaci (Crenshaw 1979; Dařbujan 2021). Jakékoliv nádrže by měly být umístěny na dostatečně pevném podkladu s vyšší nosností proto, aby udržely tíhu plně napuštěného akvária s dekoracemi i živočichy. Umístění nádrže může být různé, nicméně řada akvaristů doporučuje polohu domácího akvária na méně frekventovaném místě. Na druhou stranu ve veřejných akváriích, zoologických zahradách, hotelech apod. je akvárium určeno k pozorování a bývá tedy nevyhnutelně umístěno do centra dění. Nádrže by také neměly být situovány k oknům kvůli velkému množství světla, které by mohlo vést k přemnožení řas, nebo kvůli kolísání teplot (Spotte 1993).

K samotné nádrži neodmyslitelně patří vnitřní výbava. Na dně akvária běžně bývá různě hrubý korálový písek. A jak už bylo výše zmíněno, k tomu účelu se používají buď živé kameny těžené z korálových útesů, anebo je možné zakoupit přírodní či umělé kameny a skály. Dekorace nemají pouze estetickou funkci, ale také poskytují úkryty a pevný podklad pro umístění korálů (Green & Shirley 1999). Vedle toho jsou domovem mnoha mikrobů, které se podílejí na biologické filtraci akvária a jsou nedílnou součástí koloběhu živin ve vodě (Lehmann 2022).

Kromě dekorací se v nádrži nachází široká škála živých organizmů – od mikrobů, přes mořské řasy, bezobratlé až k rybám a parybám. Veškerá obsádka by měla být dobře promyšlena z hlediska predace, teritoriality, potravních nároků či toxicity. Konkrétně u korálů se nabízí několik příkladů, jak přistupovat k sestavení společenství. Příkladem může být vztah korálů a ryb čeledi Chaetodontidae, v češtině zvané jako klipky. Tyto ryby se živí právě korálovými polypy a drobnými bezobratlými, což je ve společenském akváriu problematické (Pratchett et al. 2013). Je také třeba myslet na vnitrodruhovou či mezidruhovou toleranci.

U korálových živočichů je třeba navíc dbát zvýšené pozornosti při jejich umístění a výběru místa v nádrži. Jednotliví jedinci se mohou navzájem poranit a požahat rameny. Tak jako v přirozeném prostředí by se i zde mělo co nejlépe napodobit fungování systému, což u obsádky akvária znamená dobré rozložení v rámci trofických úrovní (Borneman 2008b). Zjednodušeně řečeno je např. vhodné s druhy ryb chovat čistící krevety, které se živí zbytky potravy (Dařbujan 2021). Obecně se do tohoto koloběhu živin zapojují různé skupiny živočichů, je proto logické do akvária nasadit více jedinců z různých skupin tak, aby byla zajištěna rovnováha.

Spolu s vnitřní výbavou patří k akváriím neodmyslitelně i technická část. Pro vytvoření ideálních podmínek slouží speciální vybavení k osvětlení, tvorbě mořské vody a její filtraci, ke krmení a

termoregulaci (Mustafa 2012). Jednou z nejdůležitějších fází přípravy akvária je úprava a filtrace vody. Mořskou vodu je možné získat dvěma způsoby. V přímořských státech, kde je dostupná přírodní slaná voda, je chovatelům umožněno použít vody z moří nebo oceánu. V tomto případě ovšem hrají roli potřebné parametry vody a také možnost znečištění. Proto je třeba tuto vodu přechistit od případných polutantů a odpadu.

Náročněji to však probíhá ve vnitrozemských státech. Místní chovatelé jsou odkázáni na vlastní přípravu vody (Mariscal 2012). Zde se také nabízejí dvě možnosti, a to koupě umělé mořské vody z obchodů s mořskou akvaristikou, které mají možnost vodu připravit ve větším množství, a domácí příprava. V obou případech je takové příprava slané vody závislá na kvalitě sladké vody. Vhodných parametrů vody je možné dosáhnout pomocí reverzní osmózy nebo iontoměničů (Dařbujan 2021). U reverzní osmózy jde jednoduše o přefiltrování vody přes membrány, které propouštějí pouze molekuly vody. Tento proces vytváří čistou vodu bez jakýchkoliv dalších látek (Kucera 2023). Na druhou stranu iontoměniče fungují na bázi výměny nežádoucích iontů, čímž vodu vyčistí a změkčí (Dorfner 2011). Poté je třeba s kvalitní sladkou vodou smíchat směsi na přípravu mořské vody. Takové směsi by měly obsahovat dostatečný počet prvků a iontů rozpuštěných solí odpovídající přírodní slané vodě. Je podstatné před užitím vody dobře roztok promíchat, tak i myslet na množství připravené vody, aby bylo možno provést výměnu přibližně čtvrtiny vody v akváriu (Spotte 1993).

Jakmile je voda v akváriu napuštěna, je nutné zajistit dostatečnou filtraci. Filtrace má za úkol pročišťovat uzavřenou vodu v nádrži a recyklovat ji. Tímto procesem lze udržet stabilní a repetitivní podmínky prostředí. Filtrace může být trojího typu: biologická, mechanická a chemická. Všechny typy jsou potřebné ke správnému chodu akvária (Mariscal 2012). Biologická filtrace je zprostředkovávána bakteriemi přítomnými ve vodě. Tvoří základní kámen pro celkové fungování akvária i přirozeného vodního koloběhu (Morin 2006). Bakteriální společenstva nalezneme v každé části nádrže, v kamenech, dekoracích, substrátech, volně ve vodě, ale hlavně také ve filtru a dalším vybavení. Hlavními biologickými procesy, které bakterie zprostředkovávají, jsou nitrifikace a denitrifikace (Spotte 1992). Oba pochody jsou součástí koloběhu dusíku ve vodním prostředí. Mořské organizmy, stejně jako sladkovodní, produkují organické zbytky. Mimo ně je organická masa ve vodě tvořena také uhynulými a tlejícími zbytky těl a potravy. Nitrifikační bakterie, například *Nitrosomonas*, zpracovávají dusík v podobě amoniaku, který je přeměňován na dusitany (Mariscal 2012). V uzavřeném systému tyto dusitany znamenají problém pro řadu organismů z hlediska toxicity. V mořské nádrži je zvýšená dusitanová hladina v mnoha případech smrtelná a je třeba dbát zvýšené opatrnosti a kontroly (Jensen 2003). Dalším krokem nitrifikačních bakterií, konkrétně *Nitrobacter*, je přeměna dusitanů na dusičnany (Mariscal 2012). U některých druhů korálů byla zjištěna odezva na zvýšenou hladinu dusičnanů a tepelného stresu, což vedlo v závislosti na morfologii těla k zesílenému bělení korálové kostry (Schlöder & D'Croz 2004). Také byl při těchto vlivech zjištěn snížený obsah symbiontů, a tudíž i zpomalení fotosyntézy a kalcifikace (Fernandes de Barros Marangoni et al. 2020). To přináší logické vysvětlení, že biologické procesy nitrifikace nesou velký podíl na zdraví korálového společenství v uzavřených systémech. Následujícím procesem je denitrifikace, kdy jsou dusičnany převáděny na vzdušný dusík, který z vody přechází do atmosféry (Spotte 1992). V malých uzavřených systémech je množství dusitanů regulováno častou výměnou vody. Na druhou stranu je u vysokoobjemových nádrží toto prakticky z hlediska nákladů nemožné. Denitrifikace a denitrifikační systémy jsou tudíž nástrojem, jak regulovat ve větší míře koncentraci dusičnanů (Grguric et al. 2000; Simard et al. 2015).

Vyjma biologické filtrace jsou používány další dva doplňkové typy čištění akvariální vody. Jsou jimi mechanické a chemické procesy (Miller & Fowler 2011). Mechanická filtrace funguje na

jednoduchém principu proudění vody přes filtrační materiál, který zachytává různé velikosti pevných odpadních látek. Pro tento druh čištění slouží různé druhy materiálů, od houbových pěn, přes porézní kamínky či pelety. S mechanickou filtrací se úzce pojí výše popsaná filtrace biologická. Bakterie sídlí ve štěrbinách, mezerách a dalších drobných místech ve filtračním materiálu (Morin 2006). V mořské akvaristice je silně využíváno filtrační akvárium, takzvaný vnější filtr, kde tyto procesy probíhají a v němž je voda přiváděna z osídlené nádrže bez přímého zásahu (Mariscal 2012). Druhů mechanických filtrů je více a záleží u nich na používaném materiálu. Akvaristé mají také k dispozici různé typy předfiltrů a sběračů nečistot z hladiny. Hojně používaným a účinným filtrem je odpěňovač, jinak zvaný proteinový skimmer. Toto zařízení tvorbou pěny odděluje pevné odpadní bílkovinné látky dříve, než podlehnou rozkladným procesům, a odvádí je stoupajícím proudem do sběrače či rovnou do odpadu (Dařbujan 2021; Buckley et al. 2022).

Chemické čištění spočívá v odstraňování rozpuštěných látek z vody. Některé látky mohou mít toxické účinky na chované organizmy, a je tudíž v zájmu chovatelů je odstranit. Znečišťujících látek je celá řada, od reziduí léčiv a chemických přípravků, až po nežádoucí viry a bakterie (Morin 2006). K tomuto účelu jsou používána různá média, např. aktivní uhlí, zeolity, iontové měřiče, UV filtry či ozon (Dařbujan 2021). Použití zeolitu stojí na principu molekulárního síta. Na povrchu těchto hlinito-křemičitanových úlomků, které umísťujeme v síťových sáčkích, jsou zachycovány molekuly znečišťujících látek. Povrch poskytuje také prostor pro výměnu iontů (Öz et al. 2021; Mujahidah et al. 2023). Z vody jsou pak jednoduše odstraněny vymytím jednotlivých sáčků a jsou znovupoužity (Dařbujan 2021). Tímto procesem zeolit napomáhá ke zlepšení kvality vody, celkovému čištění a tím podporuje růst a vývoj řady mořských organizmů. Proto se některé studie domnívají, že by podpora růstu řas a mikroorganismů mohla napomáhat růstu korálů (Mujahidah et al. 2023). Použití aktivního uhlí je známou věcí. Kousky uhlí mohou tvořit doplnění filtračního média, a tak se podílet na chemickém čištění (Mariscal 2012; Taylor et al. 2017). Aktivní uhlí lze rovněž přidat do vody během transportu mořských živočichů a je to také účinný způsob, jak snížit hladinu odpadních látek vytvořených během cesty (Turner & Bower 1982).

UV filtry a ozonizátory – tato dvě zařízení, na rozdíl od zeolitu a aktivního uhlí, aktivně ničí nežádoucí mikroorganismy, a jsou proto využívána pro dezinfekční účinky. UV lampy vyzařují ultrafialové záření, jímž ozařují vodu. Vhodné jsou při zakládání akvária či při umísťování nových živočichů, kteří jsou potenciálními přenašeči patogenů. Ozonizátory jsou zařízení, která pracují s ozonem a mohou ho dávkovat do nádrže. Mimo mikroorganismy je ozon schopen eliminovat dusitany a dusičnany, a je tedy v porovnání s ultrafialovými lampami o něco účinnější. Pro dosažení nejlepší kvality akvariální vody je samozřejmě velice vhodné typy čištění kombinovat.

Dalším nutným vybavením je osvětlovací technika. Je dostupná v různých variantách, jako je LED, LEP, halogenové lampy či zářivky s vysokým výkonem. Použití konkrétního typu světla závisí na více faktorech, nejvíce se však přihlíží ke konkrétním požadavkům jednotlivých druhů organizmů. U korálů je to poměrně snadno viditelná záležitost. Každý druh má své konkrétní stanoviště, např. nejvíce osvětlené místo je na hřebenu útesu, naopak hlubokomořské útesy mnoho světla nevyžadují. Při výběru osvětlení je potřeba se orientovat podle světelných nároků. Při výběru osvětlení by mělo být nahlíženo na rozměry akvária (Lehmann 2022).

Další důležitou roli hraje také světelné spektrum, jež je vyžadováno korály, či intenzita záření. Ovšem pro chovatele je výše nákladů limitujícím činitelem (Cheng et al. 2019). Při porovnávání je vhodné zvážit všechny důležité aspekty. Např. LED osvětlení je sice nákladné při koupi, avšak z hlediska energetických výdajů jsou jeho náklady zanedbatelné. Navíc poskytuje vhodné spektrum pro dobrý růst

a chov korálů (Cheng et al. 2019). Typ osvětlení LEP (plazma vyzařující světlo) produkuje stejně vhodné světelné spektrum jako LED (Wijgerde et al. 2012). Avšak stejně jako vysokovýkonné zářivky nejsou pro chov korálů vhodné, protože mimo světlo vyzařují také teplo, jež může nekontrolovatelně zahřívát akvarijní vodu, což je nežádoucí. Nad to jsou LEP osvětlení nákladná (Lehmann 2022). Dobré osvětlení hraje při chovu korálů i dalších akvarijních organizmů významnou roli. Při konstantním světle koráli dobře rostou, mají zdravou barvu a obecně prosperují. Na druhou stranu náhlé výkyvy nebo dlouhodobější zastínění vede ke snížení jejich růstu či ke ztrátě symbiontů a následnému bělení (Bessell-Browne et al. 2017).

Poslední životní podmínku představuje pro akvarijní organizmy teplo. Jak je obecně známo, existuje mnoho druhů s odlišnými tepelnými nároky. Obecně se chovají druhy teplomilné, avšak i ty mají své hraniční teploty okolo 28 stupňů Celsia. Při vyšších nastává hrozba teplotního šoku a bělení (Lehmann 2022). Na druhou stranu u chladnomilných druhů je třeba vodu naopak zchladit na přijatelnou teplotu. Teplotní nároky korálových druhů se pohybují v rozmezí 22–28 stupňů Celsia (Hadfield 2021). Udržení stabilní teploty je velice podstatné pro zabránění teplotního šoku a při správné aklimatizaci druhů v rámci zakládání akvária (Mariscal 2012).

3.4.3 Chemismus vody

Nejvýznamnější roli v domácím chovu mořských živočichů zastává kvalita vody. Úzce souvisí s technickým vybavením akvária. Aby akvárium fungovalo co nejlépe, musí být veškerá technika, příprava a kvalita vody v rovnováze. Jakákoliv odchylka či chyba může vést ke kolapsu celého ekosystému. Proto by měly být jednotlivé parametry vody kontrolovány ideálně jednou týdně pomocí testovacích sad a měřicích přístrojů (Citino 1992). Mezi základní sledované chemické parametry slané akvarijní vody patří: alkalita, salinita, pH a hladiny důležitých prvků jako fosfor, uhlík, kyslík, vápník, hořčík a další (Citino 1992; Dařbujan 2021; Prasetiawan et al. 2023).

Stěžejním a limitujícím faktorem vody je salinita čili obsah rozpuštěných solí. Slanost lze měřit pomocí třech různých zařízení – hustoměry, refraktometry a konduktometry (Miller & Fowler 2011). Salinita se v přírodním prostředí pohybuje v rozmezí 25–35 promile (Connell 2018), v lidské péči je to obdobné (Dařbujan 2021). Při chovu korálů opakovaně závisí parametry vody na nárocích chovaných druhů. Nicméně rizikové se především stávají výkyvy hodnot salinity, které mohou působit stresově až letálně (Connell 2018). Dalším podstatným faktorem vody je okysličení a obsah rozpuštěných plynů. Koráli a další mořští živočichové jsou závislí na hladině rozpuštěného kyslíku. Celý koloběh akvarijního systému je jím poháněn. Míru biologicky spotřebovaného kyslíku vyjadřuje hodnota BSK, která oznamuje, kolik kyslíku je přítomného pro spotřebu bakterií, jež jsou podstatou biologické filtrace (Miller & Fowler 2011). Přírozenou cestou na hladině vody probíhá plynná výměna, díky které je kyslík rozpouštěn do vodního prostředí a následně využíván pro fotosyntézu a dalšími organizmy (Spotte 1993). V některých případech, jako je znečištěný filtr, nedostatečné osvětlení, vysoká slanost nebo přerybnění, hladina kyslíku klesá a je potřebné jeho doplnění. V takových situacích je možné použít provzdušňovací zařízení či přepadové filtry (Citino 1992). Rovněž cirkulace a pohyb vody obohacují akvarijní vodu kyslíkem (Prasetiawan et al. 2023).

Snížená hladina kyslíku v nádrži má podle některých studií vliv na skleraktinické tvrdé korály. Společně s dalšími poklesy parametrů nese podíl na snížení kalcifikace jejich kostry (Wijgerde et al. 2012).

Kyselost vody (čili pH) je další ze základních parametrů sladké i slané vody. Zatímco destilovaná voda je neutrální (pH=7), pro mořskou vodu musí být zachovány hodnoty pH okolo 8–8,3. Hodnota pH udává koncentraci vodíkových kationtů a hydroxylových aniontů (Spotte 1993). Pokud je hladina OH aniontů vyšší, jedná se o zásadité prostředí, v opačném případě kyselé prostředí (Irwin et al. 2013). Na korály s pevnou schránkou nízké pH působí sníženou kalcifikací a odvápněním. S takovým problémem se hojně potýkají druhy *Acropora*. Některé výzkumy se zaměřují na tuto hrozbu i v raných vývojových fázích a zjišťují, že tyto hodnoty potenciálně mohou zpomalovat šíření a usazování larev korálnatců (Suwa et al. 2010). V uzavřených ekosystémech akvárií je pH snižováno nefunkční biologickou filtrací a odpěňovačem, špatným odvětráváním či nedostatečnou údržbou nádrže (Citino 1992).

Mořská voda však disponuje vlastním přirozeně obranným mechanismem nazývaným pufrací kapacita vody. Ve vodě dostupný uhličitán vápenatý nebo hydrogenuhličitán sodný, přirozeně se nacházející v drcených kostrách korálů a mušlí, odolává změnám pH volným hospodařením s ionty. Při kolísajících hodnotách se buď vzdává, či přijímá vodíkové kationty. Hladina pH by měla být denně kontrolována (Irwin et al. 2013). Při výkyvech je tedy třeba jednoduchá výměna vody či vyřešení počátečního problému snížení pH. Trh s mořskou akvaristikou taktéž nabízí komerční přípravky (Citino 1992). Pro sledování pufrací kapacity jsou používány dva parametry – alkalita a uhličitánová tvrdost. Alkalita je obsah zásaditých aniontů ve vodě se schopností vázat volné vodíkové ionty. Tím napomáhají k udržení stálého pH (Irwin et al. 2013). Uhličitánová tvrdost určuje obsah zásaditých uhličitánových iontů a dalších kationtů. Tvrdost vody je také definována jako obsah minerálů, hlavně vápníku a hořčíku, ale také prvků jako železo, mangan nebo stroncium (Boyd et al. 2016). Tvrdá voda je méně náchylná na výkyvy pH. Opět však záleží, stejně jako u výše uvedených parametrů, na chovaných druzích a jejich přirozených podmínkách k žití.

Tvrdost a alkalita jsou – nutnou podmínkou dobře probíhajících biologických procesů, převážně však u korálů. Žádoucími prvky pro dobrý růst jsou vápník a hořčík. Ty jsou korály odnímány z akvarijní vody pro tvorbu pevných koster a je tedy nutné obsah těchto prvků pravidelně testovat a doplňovat (Hadfield 2021). Dalšími stopovými prvky využívanými korály jsou stroncium a draslík, které mohou být taktéž doplňovány do nádrže (Dařbujan 2021). Koloběhy těchto prvků závisí na koncentraci rozpuštěného oxidu uhličitého. CO₂ je produkován fotosyntézou mikroorganismů, metabolismem živočichů a rozkladnými procesy (Hadfield 2021). Při vstupu do vodního prostředí je CO₂ rozpouštěn za vzniku kyseliny uhličité. Kyselina působí na uhličitán vápenatý, který je rozpouštěn na hydrogenuhličitán vápenatý, čímž se zvyšuje uhličitánová tvrdost. Při nízkém nasycení CO₂ není uhličitán vápenatý rozpouštěn, naopak je srážen, což může v nádrži působit negativně. Ve snaze zabránit tomuto jevu se používají vápenné reaktory, které obohacují vodu o oxid uhličitý a vápenné ionty (Leewis & Janse 2008). Náklady na reaktor však mohou být poměrně vysoké, proto se používají i jiné chemické způsoby stabilizace jako například vápenné roztoky apod. (Miller & Fowler 2011). Cyklus vápníku a použití reaktoru je spjat s obsahem hořčíku. Hořčík je dalším prvkem, který se podílí na stavbě korálové kostry. Jeho obsah je snižován klesající alkalitou. S poklesem se ale chovatelé mohou vyrovnat použitím vápenného reaktoru, který hořčík přidává konstantně. Avšak jsou tu i jednorázové možnosti stabilizace, a to výměna vody nebo chemické přípravky (Lehmann 2022). Podobnými zdroji je zvyšována také hladina stroncia a jódu v nádrži. Je to nutné převážně v případech chovu masivních korálů a případně měkkých (Lehmann 2022).

Dalším sledovaným parametrem vody jsou fosforečnany. Jejich zdrojem je přidaná potrava, odpadní látky, hnojiva a znečištění. Vysoké koncentrace působí na mořské organizmy toxicky. Také podporují růst řas, což je v uzavřeném ekosystému nežádoucí (Miller & Fowler 2011). Způsob, jak fosfáty eliminovat, je poměrně jednoduchý – správná filtrace a čištění nádrže. Nicméně za tímto účelem lze použít i komerční produkty (Lehmann 2022).

3.4.4 Krmení

Uspokojení potravních potřeb je základním pudem, který pohání veškerý život na planetě Zemi. Pro korály jsou stěžejní dva typy přijímání potravy: autotrofní, spojené se symbionty, a heterotrofní, založené na pevné organické potravě.

Autotrofní příjem potravy je založený na symbióze s mikroorganismy. Ty svou fotosyntézou produkují látky, které korál využívá ke své výživě (Goldberg 2018). Naopak heterotrofie je založená na přijímání organické pevné potravy. Ta je u korálů přijímána převážně rameny polypu, který je předává dále do gastrodermální dutiny (Kuanui et al. 2016).

Heterotrofická potrava je převážně tvořena různými velikostmi planktonu – nanoplankton, pikoplankton atd., který zahrnuje například řasinky či kvasinky. Potrava zajišťuje více životních potřeb – přežití, hojení, růst a reprodukci (Borneman 2008; Hii et al. 2009). Krmení lze opatřit v různých formách. Pro korály je stěžejní krmení planktonem. Záleží především na druhu a potravních preferencích. Některé druhy s drobnými rameny preferují menší velikosti planktonu, např. vířníky. Větší jedinci se zaměřují spíše na větší kryl, příkladem může být *Artemia salina* – žabronožka solná (Da Ros et al. 2022). Podobně jako je tomu u suchozemských organizmů, se i mezi korály vyskytují býložravé druhy, v našem případě fytoplanktonní. Na druhou stranu existují zooplanktonožravé druhy, které preferují živočišné krmivo. Obchody zaměřené na mořskou akvaristiku nabízejí mnoho variant přírodních i umělých krmiv v podobě tekutých roztoků obsahujících plankton či řasy, mražený plankton, suché krmné směsi či ve formě živé potravy (Dařbujan 2021). Výhoda živé potravy spočívá v tom, že zajistí dostatečný přísun různých živin potřebných pro konkrétní skupiny živočichů (Hii et al. 2009).

3.4.5 Koráli jako rezervoáry patogenů

Každý živočich, rostlina i člověk je vystaven organismům, které mohou působit patogenně. Patogeny se nacházejí v mnoha velikostech. Nejmenšími jsou viry přítomné prakticky na každém místě naší planety, tedy i v mořské vodě v podobě virioplanktonu (Sweet & Bythell 2017). Dále se v mořském prostředí nacházejí patogenní bakterie, prvoci, ploštěnky nebo plísně (Willis et al. 2004; Sweet et al. 2012). Zásadní potíže na korály i chovatele číhají již v oceánu. Chovaní koráloví jedinci jsou napadáni patogeny ve svém přirozeném prostředí. Zvýšený stres v důsledku odlovu korálů snižuje jejich imunitu, což patogenům usnadňuje rychlé množení se v hostiteli. Takto infikovaní jedinci mohou přenést nákazu na ostatní chované korály (Sweet et al. 2012).

Zastavme se podrobněji u virových infekcí, bakterií a plísni. Rozšíření virů je podpořeno změnou teploty vody, bělením korálů nebo vysokou hladinou živin (Davy et al. 2006). Viry působí na korály různě, snižují jejich imunitní systém či podporují bělení. Nejen že viry působí na samotné jedince, ale také jsou schopni infikovat se do symbiontních zooxanthell. Výjimkou nejsou ani lidské viry – příkladem adenovirus, které byl nalezen v ochranném hlehu na korálových kostrách (Ambalavanan et al. 2021). Do mořských nádrží mohou být transportovány na různém čistícím náčiní či manipulaci vně akvária. O něco většími patogeny jsou bakterie. Mnoho druhů bakterií v mořském prostředí je žádoucích, bohužel některé naopak působí negativně. Nejrozšířenějšími a nejznámějšími chorobami korálů jsou bílé neštovice, nemoc bílého pruhu, bílý mor či nemoc černého pruhu. Tyto nemoci nemají zcela známé původce, avšak například u nemoci černého pruhu je sledováno více různých bakterií, kterými je způsobován (Willis et al. 2004; Sweet et al. 2012). Plíseň *Penicillium* způsobuje některým korálovým druhům onemocnění zvané syndrom černé nekrózy, při němž živá tkáň odumírá a nekrotizuje. Náchylnost druhů se liší v obranyschopnosti organismu a některé druhy produkují protiplísňové sloučeniny (Willis et al. 2004). Další choroby mohou být způsobovány řadou dalších organismů, jako jsou řasy a sinice, ploštěnky, nálevníci či červci. Značný podíl na nemocích korálů nesou také predátoři, kteří mechanickým poškozením tkáně vytvářejí poraněná místa pro možnou infekci (Sweet et al. 2012).

Mořská akvária jsou uzavřeným systémem, kde jakékoliv narušení mikrobiálního společenstva implikuje nestabilitu prostředí. Proto je logické začít s léčbou už v přirozeném mořském prostředí. Příkladem jsou antibiotika, která přidáním do nádrže působí likvidačně i na chtěné bakterie. Jsou také citlivá na světlo a rychle odcházejí z prostředí, proto je nutné jejich opakované užití, což je nákladné. Levnějšími variantami mohou být koupání ve sladké vodě, kdy slanomilné organismy nepřežijí, nicméně u korálů to bývá fatální. Proto je používán postup, kdy se napadené a nekrotické tkáně odstraní a jsou ošetřeny antibiotiky bodově. Na jiné patogeny, např. sinice či řasy, je používáno jednodušší řešení komerčně prodávanými přípravky.

3.5 Legislativní rámec

CITES neboli mezinárodní úmluva o obchodu s ohroženými druhy volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin se zaměřuje na mnoho celosvětových ekosystémů a korálové útesy toho nejsou výjimkou. Cílem úmluvy je chránit ohrožené druhy rostlin a živočichů proti vyhubení a nadměrnému využívání pro lidské potřeby. V současné době je úmluva podepsána 184 státy včetně České republiky (ČR 2008). Úmluva CITES a druhy, na které je zaměřena, jsou uvedeny v přílohách 1 a 2. Příloha 1 obsahuje druhy živočichů a rostlin silně ohrožených vyhynutím. Obchod s takovými druhy je zakázaný. V příloze 2 jsou uváděny druhy, které jsou náchylné k vyhubení, avšak nenachází se v bezprostředním ohrožení (Green & Shirley 1999). Právě tato příloha obsahuje vybrané skupiny korálů. Konkrétně jde o druhy černých korálů (*Anthipatharia*), *Heliopora coerulea*, *Scleractinia*, *Stolonifera* a *Stylasteria* (Bruckner 2001; CITES 2003). Úmluva se dříve zabývala také vývozem „živé horniny“, avšak od roku 2007 již není k jeho vývozu potřeba povolení (Wood et al. 2012). Z vlastních zkušeností si troufám tvrdit, že tyto živé kameny mohou ukrývat různé druhy mořských živočichů, které se tak vyhnou kontrole.

Obecně je třeba pro „citesové druhy“ získat vývozní či dovozní povolení, které je spravováno řídicím orgánem CITES dané země. Dále obchodníci podávají roční zprávy s nasbíranými daty o druzích, hmotnosti a velikosti vyvážených jedinců. Tyto zprávy slouží ke sledování obchodu a pro tvorbu databáze (Green & Shirley 1999; Bruckner 2001). Funkcí úmluvy je také sdružení vývozců a tvorba plánu pro udržitelnou sklizeň. Také určuje limity pro prodávané organizmy a je východiskem pro další vzdělávání v oblasti lovu živočichů (Bruckner 2001).

Bohužel nic není dokonalé a možnost nelegálního obchodu existuje i v této oblasti. Jisté vlastnosti některých druhů vybízejí kriminální živly k nelegálnímu sběru a pašování. Druhy korálů *Acropora*, *Euphyllia*, *Fungia*, *Favites* a *Acanthastrea* spadají mezi jedny z nejvíce pašovaných. Pašovanými druhy jsou takoví jedinci, kteří jsou dostupní, jsou snadno sbíratelní či jsou populární v legálním obchodu. Taktéž nesou jasné barvy a jsou snadno udržitelní v zajetí (Green & Shirley 1999; Petrossian et al. 2020). Proti takovému jednání lze bojovat pomocí některých opatření, která se však v inkriminovaných zemích těžko uplatňují, např. v Indonésii neexistuje možnost účinného vymáhání, které by mohlo nelegální obchod zpomalit, nebo v Kanadě, která pašerákům slouží jako překladní místo. Naopak určitý efekt přinášejí kontroly přístavů či zákony prikazující povinně krátkodobé uchování organismů po dovozu (Petrossian et al. 2020).

3.6 Záchranné programy

Biologická diverzita, produkce a celkový chod korálových útesů je na řadě oceánských míst výrazně snižován změnami prostředí a mnoha lidskými činnostmi, jak bylo popsáno výše. Doba a náš přístup k životnímu prostředí se našťastí mění a mnozí se začali zajímat i o ochranu a obnovu útesů. Mnoho antropogenních činností sice působí negativně, ale některé z nich jsou naopak nasměrovány k ochraně naší planety.

Záchranu korálových útesů lze pojmout různými způsoby. Hlavním motivem je co nejpřesnější rekonstrukce původního prostředí, což zahrnuje nejen výstavbu samotného útesu a vysazování nových živočichů, ale také snahu vyřešit měnící se podmínky prostředí (Morrison et al. 2019). Pokud by byl útes znovu osazen, existuje riziko, že bude opět ohrožen jako předtím. Obnova korálů může být provedena dvojím způsobem. Prvním z nich je aktivní manipulace se samotnými korály, druhým typem je pasivní obnova, která se zaměřuje na faktory podporující zdraví a růst korálů (Won 2023).

K aktivním postupům obnovy útesů se zařazuje především vysazování korálů, tzv. korálová transplantace. Jde o postup upevňování fragů, úlomků, částí větví či celých kolonií do přírodního útesu. Takoví jedinci pocházejí z různých stanovišť. Jedná se buď o korály odebrané z jiných např. již degradovaných útesů, anebo použití jedinci pocházejí z umělého chovu (Rinkevich 2005). Do této skupiny se řadí korálové školky, které jsou tvořeny konstrukcemi z dostupných místních materiálů. Na tyto konstrukce jsou připevňovány části korálů. Jakmile tyto koráli dorostou do dostatečné velikosti, jsou přemístěni na útesy (Hesley et al. 2017; Morrison et al. 2019). Podobná metoda pracuje s jedinci, kteří jsou chováni v bazénech a následně přenášeni na nová stanoviště. V jiných případech jsou odchyceny larvy, které jsou následně chovány v zajetí a po dostatečném vývinu jsou přemísťovány zpět do volného prostředí (Rinkevich 2005). Při práci s larvami jsou pro jejich distribuci používáni oboti. Velice používanou metodou je také stavba umělých útesů nebo přemísťování jedinců z umírajícího útesu na nový či zmrazení pohlavních buněk. Ovšem některé z těchto metod jsou obtížné a drahé, a proto je obnova korálových útesů nejen záležitostí nadšenců a vědců, ale také věc politická (Morrison et al. 2019).

Pasivní metody obnovy útesů zahrnují akce, které mají za úkol měnit faktory s negativním vlivem (Rinkevich 2005). Příkladem takovýchto aktivit jsou mnohé regulace emisí, změny ve využití půdy, podpory využívání obnovitelných zdrojů, odvod splachů ze zemědělských půd nebo obecně podpora zlepšení životního prostředí (Morrison et al. 2019).

Aktivní i pasivní obnovou se zabývají mnohé společnosti, vládní i nevládní organizace, záchranné programy, mnozí ochránci přírody a ekologové (Morrison et al. 2019). Bohužel tato snaha nestačí. Proto je řada vědců zapojena do tzv. citizen science. V tomto odvětví jsou do výzkumu zapojeni poučení laici, kteří vyškoleni akademiky aktivně pomáhají s popularizací správného chování ve vodním prostředí a vysazováním druhů korálů. Touto metodou se zvyšuje jak sběr a rozsáhlost dat, tak i povědomí o ochraně korálů. Navíc takto poučení občané mohou svou činností přispívat ke snižování nákladů a finančních prostředků, které by jinak musely být vynaloženy navíc (Hesley et al. 2017).

4 Závěr

Tato práce se zaměřila na zvolené téma ze dvou úhlů pohledu – popisuje vztah mezi korály a jejich přirozeným prostředím, a také jejich roli v mořské akvaristice. Zvláštní zřetel je věnován hrozbám, jež ohrožují život těchto organizmů v obou kontextech.

Z obecného pohledu zastávají koráli nezastupitelnou roli v ekosystému útesů, sami jsou jeho stavitelé a svou přítomností vytváří i úkryty a stanoviště pro další mořské druhy. Podílejí se taktéž na koloběhu živin a potravy. Jejich výskyt a působení je však vystavováno mnoha negativním vlivům, mezi něž patří přírodní změny prostředí, poklesy živin, teplot a jiní činitelé. Zásadní vliv na život korálů ovšem představují antropogenní činnosti. Intenzivní doprava, cestovní ruch, znečištění nebo tvorba skleníkových plynů podporuje globální klimatické změny, což výrazně hýbe přirozenými podmínkami prostředí. Je tudíž na místě tyto negativní vlivy omezit či je úplně odstranit. Všechna tato ohrožení byla dosud řešena jednotlivě, nikoli komplexně, jak by bylo žádoucí. Je nutné vnímat tyto procesy jako paralelní děje, které účinkují současně, nikoli izolovaně, a některé se dokonce vzájemně podporují, a proto se mohou jejich negativní účinky násobit. Globální problémy závisejí na řadě faktorů, neméně na lidské povaze, proto není zcela jednoduché najít v této otázce řešení. Je stále více zapotřebí společnost o životě korálů a jejich významu pro náš svět informovat.

Vytvoření vhodného prostředí pro dlouhodobé přežití korálů je jedním z mnoha úkolů mořského akvaristy. Správný chov a péče nám umožňuje ohrožené a vzácné druhy dlouhodobě zachovávat a rozšiřovat je zpět do volné přírody, což je jedním z nejvýznamnějších přínosů mořské akvaristiky. Péče o korály v zajetí však přináší řadu komplikací a je ekonomicky poměrně náročná. Vysoké nároky na mořskou vodu, živiny, minerály, čistotu, teplotu či filtraci komplikují chovatelům snahu o dlouhodobý chov, proto se stále zkouší nové technické prostředky v péči o korály. V této souvislosti je zkoumání a bádání v této oblasti více než vhodné, neboť výzkum a nová zjištění posouvají možnosti mořské akvaristiky dál. Čím více budeme o životě korálů vědět, tím větší mají šanci na delší život.

5 Literatura

Ainsworth T, Brown B. 2021. Coral bleaching. *Current Biology* **31**: R5-R6.

Akmal SG, Zámečnicková-Wanma BPD, Prabowo RE, Khatami AM, Novák J, Petrtýl M, Kalous L, Patoka J. 2020. Marine ornamental trade in Indonesia. *Aquatic Living Resources* **33**:25.

Alan Verde E, Cleveland A, Lee RW. 2015. Nutritional exchange in a tropical tripartite symbiosis II: direct evidence for the transfer of nutrients from host anemone and zooxanthellae to anemonefish. *Marine Biology* **162**:2409-2429.

Ali AAM, Hamed M.A, Abd El-Azim H. 2011. Heavy metals distribution in the coral reef ecosystems of the Northern Red Sea. *Helgoland Marine Research* **65**:67-80.

Ambalavanan L, Iehata S, Fletcher R, Stevens EH, Zainathan SC. 2021. A Review of Marine Viruses in Coral Ecosystem. *Journal of Marine Science and Engineering* **9**:711.

Bastida-Zavala R. 2005. Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. 2^a ed. Sinauer Associates, Massachusetts, 936 pp. **9**:45-47.

Bessell-Browne P, Negri AP, Fisher R, Clode PL, Jones R. 2017. Impacts of light limitation on corals and crustose coralline algae. *Scientific Reports* **7**:11553.

Boyd CE, Tucker CS, Somridhivej B. 2016. Alkalinity and Hardness: Critical but Elusive Concepts in Aquaculture. *Journal of the World Aquaculture Society* **47**:6-41.

Bruckner A. 2001. Tracking the Trade in Ornamental Coral Reef Organisms: The Importance of CITES and its Limitations. *Aquarium Science and Conservation* **3**:79-94.

Bruckner A. 2005. The importance of the marine ornamental reef fish trade in the wider Caribbean. *Revista de biología tropical* **53 Suppl 1**:127-37.

Bruckner AW. 2016. Advances in Management of Precious Corals to Address Unsustainable and Destructive Harvest Techniques. Pages 747-786 in Goffredo S, Dubinsky Z, editors. *The Cnidaria, Past, Present and Future: The world of Medusa and her sisters*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-319-31305-4_46 (accessed November 25, 2023).

Buckley T, Xu X, Rudolph V, Firouzi M, Shukla P. 2022. Review of foam fractionation as a water treatment technology. *Separation Science and Technology* **57**:929-958.

Buhl-Mortensen P. 2017. Coral reefs in the Southern Barents Sea: habitat description and the effects of bottom fishing. *Marine Biology Research* **13**:1027-1040.

Burgin S, Hardiman N. 2011. The direct physical, chemical and biotic impacts on Australian coastal waters due to recreational boating. *Biodiversity and Conservation* **20**:683-701.

Byrnes TA, Dunn RJK. 2020. Boating - and Shipping-Related Environmental Impacts and Example Management Measures: A Review. *Journal of Marine Science and Engineering* **8**:908.

Cato JC, Brown CL. 2008. *Marine Ornamental Species: Collection, Culture and Conservation*. John Wiley & Sons.

CITES. 2003. Trade in hard corals - List of coral taxa that can be recognized at species and at genus levels | CITES. Available from <https://cites.org/eng/node/1941> (accessed January 5, 2024).

Citino S. 1992. Water Quality and the Marine Aquarium. *Current Veterinary Therapy XI*, Pages 1192-1201.

Cocco V et al. 2012. Oxygen and indicators of stress for marine life in multi-model global warming projections. preprint. *Earth System Science/Response to Global Change: Climate Change*. Available from <https://bg.copernicus.org/preprints/9/10785/2012/bgd-9-10785-2012.pdf> (accessed December 18, 2023).

Coelho SCC, Gherardi DFM, Gouveia MB, Kitahara MV. 2022. Western boundary currents drive sun-coral (*Tubastraea* spp.) coastal invasion from oil platforms. *Scientific Reports* **12**:5286.

Coles SL, Riegl BM. 2013. Thermal tolerances of reef corals in the Gulf: A review of the potential for increasing coral survival and adaptation to climate change through assisted translocation. *Marine Pollution Bulletin* **72**:323-332.

Connell D.W. 2018. *Pollution in Tropical Aquatic Systems*. CRC Press.

Costa Leal M, Ferrier-Pagès C, Petersen D, Osinga R. 2014. Coral aquaculture: Applying scientific knowledge to ex situ production. *Reviews in Aquaculture* **6**.

Costa Leal M, Ferrier-Pagès C, Petersen D, Osinga R. 2017. Corals. *Marine Ornamental Species Aquaculture*, Pages 406-436.

ČR M. 2008, August 18. CITES. Available from https://www.mzp.cz/cz/cites_obchod_ohrozenymi_druhy (accessed January 5, 2024).

Crenshaw. 1979. *Starting and Maintaining a Marine Aquarium*. Available from <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/46970>.

Da Ros Z, Dell'Anno A, Fanelli E, Angeletti L, Taviani M, Danovaro R. 2022. Food Preferences of Mediterranean Cold-Water Corals in Captivity. *Frontiers in Marine Science* **9**. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.867656> (accessed December 30, 2023).

Daly M et al. 2006. The Phylum Cnidaria: A Review Of Phylogenetic Patterns And Diversity 300 Years After Linnaeus *. *Zootaxa* **1668**.

Dařbujan H. 2021. *Mořská akvaristika - Praktický průvodce*3. Studio Press s.r.o., Čáslav.

Dařbujan H. 2001. *Průvodce mořskou faunou a flórou*1. Studio Press s.r.o., Čáslav.

Davenport J, Davenport J.L. 2006. The impact of tourism and personal leisure transport on coastal environments: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **67**:280-292.

Davy S, Burchett S, Dale A, Davies P, Davy J, Muncke C, Hoegh-Guldberg O, Wilson W. 2006. Viruses: Agents of coral disease? *Diseases of aquatic organisms* **69**:101-10.

de Carvalho, Galopim R. 2018. Precious corals. Incolor. A publication of the International Colored Gemstone Association 37. Available from https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/66172436/incolor_corals-libre.pdf?1617471943=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DPrecious_Corals.pdf&Expires=1701024596&Signature=KA62ATW4MAW9~cvqlNUUktn3fdQW3NrKHFI2oJ8L136oSI4GNjv8TZzXxFEaa7RuLyYPy4PCoQD-LaozP6nep8AIS60Fg7wVhkUoJ1uKGhkmrf7vQaWzJAnNgvs7659dMGBsQy7PRxbO4lAZpLvzuE-JDpLyC8Y00-OO7DpVYarO1VUeU9pbGYq19TzJ9qwOszFQ~h~r4QNo9-BDUwgq7K0uPBvMPi-1BT9cWcPC4XMEvqJEs~WeFjHaEldm7D9wM~3bgRVT7JikOMN5jfOILJ1fJqWQdgsKgEjdPdYpkItbPPH~10sOEyn6Wd4GY5FgXyH4ANWfip9QpVlosLF0NA__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.

Delbeek J. 2001. Coral Farming: Past, Present and Future Trends. *Aquarium Science and Conservation* **3**:171-181.

Delbeek J. 2008. Collecting and shipping live coral: Techniques, tips and headaches. *Public Aquarium Husbandry Series, Volume 2: Advances in Coral Husbandry in Public Aquariums*:363-373.

Dias V, Oliveira F, Boavida J, Serrão EA, Gonçalves JMS, Coelho MAG. 2020. High Coral Bycatch in Bottom-Set Gillnet Coastal Fisheries Reveals Rich Coral Habitats in Southern Portugal. *Frontiers in Marine Science* **7**. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2020.603438> (accessed November 23, 2023).

Doney S, Fabry V, Feely R, Kleypas J. 2009. Ocean Acidification: the Other CO₂ Problem. *Annual review of marine science* **1**:169-92.

Dorfner K. 2011. Ion Exchangers. Walter de Gruyter.

Douglas AE. 2003. Coral bleaching-how and why? *Marine Pollution Bulletin* **46**:385-392.

Duque C, Camacho ET. 2018. Corals in a Changing World. BoD - Books on Demand.

Eakin CM, Kleypas J, Hoegh-Guldberg O. 2008. 1a. Global Climate Change and Coral Reefs: Rising Temperatures, Acidification and the Need for Resilient Reefs. Pages 29-34.

Ehrlich H, Etnoyer P, Litvinov SD, Olennikova M m., Domaschke H, Hanke T, Born R, Meissner H, Worch H. 2006. Biomaterial structure in deep-sea bamboo coral (Anthozoa: Gorgonacea: Isididae): perspectives for the development of bone implants and templates for tissue engineering. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* **37**:552-557.

Ellis S, Samson G. 1999. Farming soft corals for the marine aquarium trade. *Center for Tropical and Subtropical Aquaculture*.

Fernandes de Barros Marangoni L, Ferrier-Pagès C, Rottier C, Bianchini A, Grover R. 2020. Unravelling the different causes of nitrate and ammonium effects on coral bleaching. *Scientific Reports* **10**:11975.

Ferrier-Pagès C, Leal MC, Calado R, Schmid D.W, Bertucci F, Lecchini D, Allemand D. 2021. Noise pollution on coral reefs? - A yet underestimated threat to coral reef communities. *Marine Pollution Bulletin* **165**:112129.

Flynn RL, Forrester GE. 2019. Boat anchoring contributes substantially to coral reef degradation in the British Virgin Islands. *PeerJ* 7:e7010.

Fouzia HB. 2019. Monitoring of Marine Pollution. BoD - Books on Demand.

Frazão B, Vasconcelos V, Antunes A. 2012. Sea Anemone (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) Toxins: An Overview. *Marine Drugs* 10:1812-1851.

Furness RW. 2018. Heavy Metals in the Marine Environment. CRC Press.

Glynn PW, Enochs IC. 2011. Invertebrates and Their Roles in Coral Reef Ecosystems. Pages 273-325 in Dubinsky Z, Stambler N, editors. *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition*. Springer Netherlands, Dordrecht. Available from https://doi.org/10.1007/978-94-007-0114-4_18 (accessed September 15, 2023).

Goldberg J, Wilkinson C. 2004. Global threats to coral reefs: coral bleaching, global climate change, disease, predator plagues and invasive species. *Status of Coral Reefs of the World* 2004:67-92. Australian Institute of Marine Science.

Goldberg WM. 2002. Gastrodermal structure and feeding responses in the scleractinian *Mycetophyllia reesi*, a coral with novel digestive filaments. *Tissue and Cell* 34:246-261.

Goldberg WM. 2018. Coral Food, Feeding, Nutrition, and Secretion: A Review. Pages 377-421 in Kloc M, Kubiak JZ, editors. *Marine Organisms as Model Systems in Biology and Medicine*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-319-92486-1_18 (accessed December 30, 2023).

Green E, Shirley F. 1999. The Global Trade in Corals 1999.

Gress E, Opresko DM, Brugler MR, Wagner D, Eeckhaut I, Terrana L. 2020. Widest geographic distribution of a shallow and mesophotic antipatharian coral (Anthozoa: Hexacorallia): *Antipathes grandis* VERRILL, 1928 - confirmed by morphometric and molecular analyses. *Marine Biodiversity Records* 13:12.

Grguric G, Wetmore SS, Fournier RW. 2000. Biological denitrification in a closed seawater system. *Chemosphere* 40:549-555.

Grigg RW. 2002. Precious Corals in Hawaii: Discovery of a New Bed and Revised Management Measures for Existing Beds. *Marine Fisheries Review* 64:13-20.

Gusmão L, Van Deusen V, Daly M, Rodriguez E. 2020. Origin and evolution of the symbiosis between sea anemones (Cnidaria, Anthozoa, Actiniaria) and hermit crabs, with additional notes on anemone-gastropod associations. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 148:106805.

Haapkylä J, Ramade F, Salvat B. 2007. Oil pollution on coral reefs: A review of the state of knowledge and management needs. *Vie et Milieu / Life & Environment*:91.

Hadfield CA. 2021. Water Quality. Pages 35-48 *Clinical Guide to Fish Medicine*. John Wiley & Sons, Ltd. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119259886.ch2> (accessed January 2, 2024).

Hall NM, Berry KLE, Rintoul L, Hoogenboom MO. 2015. Microplastic ingestion by scleractinian corals. *Marine Biology* **162**:725-732.

Hall–Spencer J, Allain V, Fosså JH. 2002. Trawling damage to Northeast Atlantic ancient coral reefs. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* **269**:507-511.

Harrison, P. L. & Booth, D. J. 2007. Coral reefs: naturally dynamic and increasingly disturbed ecosystems. *Marine ecology*. Pages 316-377.

Hasler H, Ott JA. 2008. Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea. *Marine Pollution Bulletin* **56**:1788-1794.

Hawkins JP, Roberts CM, Van’T Hof T, De Meyer K, Tratalos J, Aldam C. 1999. Effects of Recreational Scuba Diving on Caribbean Coral and Fish Communities. *Conservation Biology* **13**:888-897.

Hesley D, Burdeno D, Drury C, Schopmeyer S, Lirman D. 2017. Citizen science benefits coral reef restoration activities. *Journal for Nature Conservation* **40**:94-99.

Hii Y-S, Soo C-L, Liew H-C. 2009. Feeding of scleractinian coral, *Galaxea fascicularis*, on *Artemia salina* nauplii in captivity. *Aquaculture International* **17**:363-376.

Hoegh-Guldberg O. 2011. Coral reef ecosystems and anthropogenic climate change. *Regional Environmental Change* **11**:215-227.

Hoey AS, Howells E, Johansen JL, Hobbs J-PA, Messmer V, McCowan DM, Wilson SK, Pratchett MS. 2016. Recent Advances in Understanding the Effects of Climate Change on Coral Reefs. *Diversity* **8**:12.

Hongo Y, Yasuda N, Nagai S. 2017. Identification of Genes for Synthesis of the Blue Pigment, Biliverdin IX α , in the Blue Coral *Heliopora coerulea*. *The Biological Bulletin* **232**:71–81.

Hopley D. 2010. *Encyclopedia of Modern Coral Reefs: Structure, Form and Process*. Springer Science & Business Media.

Huang W, Chen M, Song B, Deng J, Shen M, Chen Q, Zeng G, Liang J. 2020. Microplastics in the coral reefs and their potential impacts on corals: A mini-review. *Science of The Total Environment* **762**:143112.

Hughes KD. 1993. Marine Microcosm Using an Aquarium To Teach Undergraduate Analytical Chemistry. *Analytical Chemistry* **65**:883A-889A.

Cheng J-H, Lin H-H, Yen C-C. 2019. The Spotlight Effects of LED Lighting Design for Deep Aquarium Tanks. Pages 358-361 2019 IEEE 2nd International Conference on Knowledge Innovation and Invention (ICKII). Available from https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9042603?casa_token=AbC-CdFm3J8AAAAA:aUR6Qp-IZXEJN8E3g2hffbemgLVlQ5hbLs1fA57jhJGOuGfpleF8JRSEzcDigsAjugmfbV1FiXc (accessed December 29, 2023).

Idris I, Yusuf S, Johan O, Ozi F, Setiawan E, Sianipar O. 2023. Impact of Ship Grounding on Coral Reefs in Indonesian Waters. *BIO Web of Conferences* **70**.

Imbs A, Dembitsky V. 2023. Coral Lipids. *Marine Drugs* **21**:539.

Inoue S, Kayanne H, Yamamoto S, Kurihara H. 2013. Spatial community shift from hard to soft corals in acidified water. *Nature Climate Change* **3**:683-687.

Irwin MD, Stoner JB, Cobaugh AM. 2013. *Zookeeping: An Introduction to the Science and Technology*. University of Chicago Press.

Jain S. 2017. Corals. Pages 319-355 in Jain S, editor. *Fundamentals of Invertebrate Palaeontology: Macrofossils*. Springer India, New Delhi. Available from https://doi.org/10.1007/978-81-322-3658-0_10.

Jeffrey S, Haxo F. 1968. Photosynthetic Pigments of Symbiotic Dinoflagellates (*Zooxanthellae*) from Corals and Clams. *Biological Bulletin* **135**.

Jensen F. 2003. Nitrite disrupts multiple physiological functions aquatic animals. *Comparative biochemistry and physiology. Part A, Molecular & integrative physiology* **135**:9-24.

John J, Nandhini AR, Velayudhaperumal Chellam P, Sillanpää M. 2022. Microplastics in mangroves and coral reef ecosystems: a review. *Environmental Chemistry Letters* **20**:397-416.

Jones DRJ. 1997. Effects of cyanide on coral. Available from <https://coastfish.spc.int/News/LRF/3/LRF3.pdf#page=3>.

Jones R, Hoegh-Guldberg O. 1999. Effects of cyanide on coral photosynthesis: Implications for identifying the cause of coral bleaching and for assessing the environmental effects of cyanide fishing. *Marine Ecology Progress Series* **177**.

Jones RJ, Steven AL. 1997. Effects of cyanide on corals in relation to cyanide fishing on reefs. *Marine and Freshwater Research* **48**:517-522.

Kahng SE, Garcia-Sais JR, Spalding HL, Brokovich E, Wagner D, Weil E, Hinderstein L, Toonen RJ. 2010. Community ecology of mesophotic coral reef ecosystems. *Coral Reefs* **29**:255-275.

Kawahata H et al. 2019. Perspective on the response of marine calcifiers to global warming and ocean acidification-Behavior of corals and foraminifera in a high CO₂ world “hot house.” *Progress in Earth and Planetary Science* **6**:5.

Kim S, Wild C, Tilstra A. 2022. Effective asexual reproduction of a widespread soft coral: comparative assessment of four different fragmentation methods. *PeerJ* **10**:e12589.

Kitahara MV, Fukami H, Benzoni F, Huang D. 2016. The New Systematics of Scleractinia: Integrating Molecular and Morphological Evidence. Pages 41–59 in Goffredo S, Dubinsky Z, editors. *The Cnidaria, Past, Present and Future: The world of Medusa and her sisters*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-319-31305-4_4 (accessed September 15, 2023).

Kuanui P, Chavanich S, Viyakarn V, Park HS, Omori M. 2016. Feeding behaviors of three tropical scleractinian corals in captivity. *Tropical Zoology* **29**:1-9.

Kucera J. 2023. *Reverse Osmosis*. John Wiley & Sons.

Lages BG, Fleury BG, Ferreira CEL, Pereira RC. 2006. Chemical defense of an exotic coral as invasion strategy. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **328**:127-135.

Lammers MO, Munger LM. 2016. From Shrimp to Whales: Biological Applications of Passive Acoustic Monitoring on a Remote Pacific Coral Reef. Pages 61-81 in Au WWL, Lammers MO, editors. *Listening in the Ocean*. Springer, New York, NY. Available from https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3176-7_4 (accessed November 19, 2023).

Lango-Reynoso F, Castañeda-Chávez M, Zamora-Castro J, Barrientos Villalobos J. 2012. La acuariofilia de especies ornamentales marinas: Un mercado de retos y oportunidades. *Latin American Journal of Aquatic Research* **40(1)**:12-21.

Lecchini D et al. 2018. Boat noise prevents soundscape-based habitat selection by coral planulae. *Scientific Reports* **8**:9283.

Leewis R, Janse M. 2008. *Advances in Coral Husbandry in Public Aquariums*. Burgers' Zoo, Arnhem, The Netherlands.

Lehmann W. 2022. *Coral Reef Aquarium Husbandry and Health*. Pages 107-127 *Invertebrate Medicine*. John Wiley & Sons, Ltd. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119569831.ch6> (accessed September 15, 2023).

Lesser MP. 2021. Eutrophication on Coral Reefs: What Is the Evidence for Phase Shifts, Nutrient Limitation and Coral Bleaching. *BioScience* **71**:1216-1233.

Liddle MJ, Kay AM. 1987. Resistance, survival and recovery of trampled corals on the Great Barrier Reef. *Biological Conservation* **42**:1-18.

Mann FS-B Paul J van den Brink, Reinier M. 2011. *Ecological Impacts of Toxic Chemicals*. Francisco Sanchez-Bayo.

Mariscal R. 2012. *Experimental Marine Biology*. Elsevier.

Martin-Garin B, Montaggioni LF. 2023. Into the Intimacy of Corals, Builders of the Sea. Pages 7-29 in Martin-Garin B, Montaggioni LF, editors. *Corals and Reefs : From the Beginning to an Uncertain Future*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-031-16887-1_2 (accessed September 17, 2023).

McManus J, Reyes R, Nanola C. 1997. Effects of Some Destructive Fishing Methods on Coral Cover and Potential Rates of Recovery. *Environmental management* **21**:69-78.

McWilliams JP, Côté IM, Gill JA, Sutherland WJ, Watkinson AR. 2005. Accelerating Impacts of Temperature-Induced Coral Bleaching in the Caribbean. *Ecology* **86**:2055-2060.

Menezes N, Cruz I, da Rocha GO, de Andrade JB, Leão ZMAN. 2023. Polycyclic aromatic hydrocarbons in coral reefs with a focus on Scleractinian corals: A systematic overview. *Science of The Total Environment* **877**:162868.

Miller ER, Fowler ME. 2011. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine Current Therapy, Volume 7*. Elsevier Health Sciences.

Mills E, Shechtman K, Loya Y, Rosenberg E. 2013. Bacteria appear to play important roles in both causing and preventing the bleaching of the coral *Oculina patagonica*. *Marine Ecology Progress Series* **489**:155-162.

Miranda RJ, Tagliafico A, Kelaher BP, Mariano-Neto E, Barros F. 2018. Impact of invasive corals *Tubastrea* spp. on native coral recruitment. *Marine Ecology Progress Series* **605**:125-133.

Moberg F, Folke C. 1999. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological Economics* **29**:215-233.

Mohale H, Desai A, Temkar G. 2023. Coral reef: their importance, threats and conservation strategies **13**:65-68.

Morgan KM, Perry CT, Johnson JA, Smithers SG. 2017. Nearshore Turbid-Zone Corals Exhibit High Bleaching Tolerance on the Great Barrier Reef Following the 2016 Ocean Warming Event. *Frontiers in Marine Science* **4**. Available from <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2017.00224> (accessed December 19, 2023).

Morin L. 2006. A Primer on Aquarium Filtration. Available from <https://www.semanticscholar.org/paper/A-Primer-on-Aquarium-Filtration-Morin/84ddb0ec5c0b59bae45b58590f0194f0d7bc098e> (accessed December 27, 2023).

Morrison TH, Hughes TP, Adger WN, Brown K, Barnett J, Lemos MC. 2019. Save reefs to rescue all ecosystems. *Nature* **573**:333-336.

Mujahidah K, Ramadan A, Hasan V, Yanti S, Islam I, Iqar I. 2023. Zeolite-microfragmenting Media: A Potential Strategy to Accelerate Coral Growth. *E3S Web of Conferences* **374**:00020.

Muller-Parker G, D'Elia CF, Cook CB. 2015. Interactions Between Corals and Their Symbiotic Algae. Pages 99-116 in Birkeland C, editor. *Coral Reefs in the Anthropocene*. Springer Netherlands, Dordrecht. Available from https://doi.org/10.1007/978-94-017-7249-5_5 (accessed October 22, 2023).

Munn CB. 2015. The Role of Vibrios in Diseases of Corals. *Microbiology Spectrum* **3**:10.1128

Murray JM, Bersuder P, Davis S, Losada S. 2020. Detecting illegal cyanide fishing: Establishing the evidence base for a reliable, post-collection test. *Marine Pollution Bulletin* **150**:110770.

Mustafa. 2012. "New Approaches To Marine Aquarium Systems." Available from <https://www.semanticscholar.org/paper/New-Approaches-To-Marine-Aquarium-Systems-Mustafa/e454718d29acf54cf490806fb70c75193b5f6824>.

Mytilineou Ch, Smith CJ, Anastasopoulou A, Papadopoulou KN, Christidis G, Bekas P, Kavadas S, Dokos J. 2014. New cold-water coral occurrences in the Eastern Ionian Sea: Results from experimental long line fishing. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* **99**:146-157.

Nonaka M, Muzik K. 2015. Jewels of the Deep Sea-Precious Corals. Available from <https://www.semanticscholar.org/paper/Jewels-of-the-Deep-Sea-Precious-Corals-Nonaka-Muzik/ff526e6ab2f6a0e9e4520e466bc768fbfddeb5bf> (accessed November 26, 2023).

Obura D. 2008. Reef corals bleach to resist stress. *Marine pollution bulletin* **58**:206-12.

Olson JB, Kellogg CA. 2010. Microbial ecology of corals, sponges, and algae in mesophotic coral environments. *FEMS Microbiology Ecology* **73**:17-30.

Orams M. 2002. *Marine Tourism: Development, Impacts and Management*. Routledge.

Öz M, Şahin D, Karsli Z, Aral O, Bahtiyar M. 2021. Investigation of the Use of Zeolite (Clinoptilolite) As Aquarium Filtration Material for Electric Blue Hap (*Sciaenochromis ahli*). *Marine Science and Technology Bulletin* **10**:207-212.

Page CE, Leggat W, Heron SF, Choukroun SM, Lloyd J, Ainsworth TD. 2019. Seeking Resistance in Coral Reef Ecosystems: The Interplay of Biophysical Factors and Bleaching Resistance under a Changing Climate. *BioEssays* **41**:1800226.

Papageorgiou M. 2016. Coastal and marine tourism: A challenging factor in Marine Spatial Planning. *Ocean & Coastal Management* **129**:44-48.

Pawlik JR, Burkepile DE, Thurber RV. 2016. A Vicious Circle? Altered Carbon and Nutrient Cycling May Explain the Low Resilience of Caribbean Coral Reefs. *BioScience* **66**:470-476.

Petersen D. 2008. The role of sexual coral reproduction in captive population management - a review. *Advances in Coral Husbandry in Public Aquariums. Public Aquarium Husbandry Series* **2**.

Petrossian GA, Sosnowski MC, Weis JS. 2020. Trends and patterns of imports of legal and illegal live corals into the United States. *Ocean & Coastal Management* **196**:105305.

Prada C, Schizas NV, Yoshioka PM. 2008. Phenotypic plasticity or speciation? A case from a clonal marine organism. *BMC Evolutionary Biology* **8**:47.

Prasetyawan N, Kurniasih R, Ma'muri, Setiawan A, Bramawanto R, Mulyadi U, Nugraha A. 2023. Life support systems and aquatic communities in public aquariums. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **1221**:012021.

Pratchett MS, Berumen ML, Kapoor BG. 2013. *Biology of Butterflyfishes*. CRC Press.

Ragnarsson S, Burgos J, Kutti T, van den Beld I, Egilsdottir H, Arnaud-Haond S, Grehan A. 2016. The Impact of Anthropogenic Activity on Cold-Water Corals. Pages 1-35.

Rapuano H, Shlesinger T, Roth L, Bronstein O, Loya Y. 2023. Coming of age: Annual onset of coral reproduction is determined by age rather than size **26**:106533.

Reaka-Kudla ML, Wilson DE, Wilson EO. 1996. *Biodiversity II: Understanding and Protecting Our Biological Resources*. Joseph Henry Press.

Reksodihardjo G, Lilley R. 2007. Towards a sustainable marine aquarium trade: an Indonesian perspective. *SPC Live Reef Fish Inf Bull* **17**:11-19.

Rhodes ER, Naser H. 2021. *Natural Resources Management and Biological Sciences. BoD - Books on Demand*.

Rhyne AL, Tlusty MF, Kaufman L. 2014. Is sustainable exploitation of coral reefs possible? A view from the standpoint of the marine aquarium trade. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **7**:101-107.

- Riegl B, Bruckner A, Coles SL, Renaud P, Dodge RE. 2009. Coral Reefs. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1162**:136-186.
- Rinkevich B. 2005. Conservation of Coral Reefs through Active Restoration Measures: Recent Approaches and Last Decade Progress. *Environmental Science & Technology* **39**:4333-4342.
- Ripken C, Khalturin K, Shoguchi E. 2020. Response of Coral Reef Dinoflagellates to Nanoplastics under Experimental Conditions Suggests Downregulation of Cellular Metabolism. *Microorganisms* **8**:1759.
- Risk M, Edinger E. 2011. Impacts of Sediment on Coral Reefs. Pages 575–586 *Encyclopedia of Modern Coral Reefs*.
- Risk MJ. 2014. Assessing the effects of sediments and nutrients on coral reefs. *Current Opinion in Environmental Sustainability* **7**:108-117.
- Ritvo H. 2007. The Ocean at Home: An Illustrated History of the Aquarium (review). *Technology and Culture* **48**:186-188.
- Rosenberg E, Kushmaro A, Kramarsky-Winter E, Banin E, Yossi L. 2009. The role of microorganisms in coral bleaching. *The ISME Journal* **3**:139-146.
- Rouphael AB, Inglis GJ. 1997. Impacts of recreational SCUBA diving at sites with different reef topographies. *Biological Conservation* **82**:329-336.
- Schlöder C, D’Croz L. 2004. Responses of massive and branching coral species to the combined effects of water temperature and nitrate enrichment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **313**:255-268.
- Scoffin TP. 1993. The geological effects of hurricanes on coral reefs and the interpretation of storm deposits. *Coral Reefs* **12**:203-221.
- Shah SB. 2021. The Use of Scleractinian Corals for Heavy Metal Studies. Pages 55-69 in Shah SB, editor. *Heavy Metals in Scleractinian Corals*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-030-73613-2_3 (accessed December 11, 2023).
- Sheppard CRC, Davy SK, Pilling GM, Graham NAJ. 2018. *The Biology of Coral Reefs*. Oxford University Press.
- Shlesinger T, Loya Y. 2019. Sexual Reproduction of Scleractinian Corals in Mesophotic Coral Ecosystems vs. Shallow Reefs. *Mesophotic Coral Ecosystems*, Pages 653-666.
- Simard M-C, Masson S, Mercier G, Benmoussa H, Blais J-F, Coudert L. 2015. Autotrophic Denitrification Using Elemental Sulfur to Remove Nitrate from Saline Aquarium Waters. *Journal of Environmental Engineering* **141**:04015037.
- Smrž J. 2015. *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
- Spalding M, Phd MDS MA, Ravilious C, Green EP, Programme UNE. 2001. *World Atlas of Coral Reefs*. University of California Press.

Spano C, Canales-Aguirre C, Musleh S, Häussermann V, Gomez-Uchida D. 2019. Species Delimitation in Sea Anemones (Anthozoa: Actiniaria): From Traditional Taxonomy to Integrative Approaches. 2nd Latin American Symposium of Cnidarians, Mar del Plata, Argentina.

Spotte S. 1992. Captive Seawater Fishes: Science and Technology. John Wiley & Sons.

Spotte S. 1993. Marine Aquarium Keeping. John Wiley & Sons.

Stiles ML, Stockbridge J, Lande M, Hirshfield MF. 2010. Impacts of Bottom Trawling. Oceana, Belize.

Stoskopf MK, Westmoreland LS, Lewbart GA. 2022. Octocorallia, Hexacorallia, Scleractinia, and Other Corals. Pages 65-105 Invertebrate Medicine. John Wiley & Sons, Ltd. Available from <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119569831.ch5> (accessed September 15, 2023).

Suwa R, Nakamura M, Morita M, Shimada K, Iguchi A, Sakai K, Suzuki A. 2010. Effects of acidified seawater on early life stages of scleractinian corals (Genus *Acropora*). Fisheries Science **76**:93-99.

Swain T, Bold E, Osborn P, Baird A, Westneat M, Backman V, Marcelino L. 2018. Physiological integration of coral colonies is correlated with bleaching resistance. Marine Ecology Progress Series **586**:1-10.

Sweet M, Bythell J. 2017. The role of viruses in coral health and disease. Journal of Invertebrate Pathology **147**:136-144.

Sweet M, Jones R, Bythell J. 2012. Coral diseases in aquaria and in nature. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **92**:791-801.

Tarrant AM, Atkinson MJ, Atkinson S. 2004. Effects of steroidal estrogens on coral growth and reproduction. Marine Ecology Progress Series **269**:121-129.

Taylor DP, Smith SA, Kuhn DD. 2017. Adsorptive performance of granular activated carbon in aquaculture and aquaria: A simplified method. Journal of Applied Aquaculture **29**:291-306.

Thomas L, Venu S, Malakar B, Nagesh R, Basumatary G. 2017. An assessment on the impact of bottom trawling to the demersal fisheries and benthic diversity of Andaman Islands, India. Regional Studies in Marine Science **10**:20-26.

Thornhill DJ. 2012. Ecological Impacts and Practices of the Coral Reef Wildlife Trade. Defenders of wildlife, Washington DC.

Todd PA. 2008. Morphological plasticity in scleractinian corals. Biological Reviews **83**:315-337.

Tratalos JA, Austin TJ. 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean island of Grand Cayman. Biological Conservation **102**:67-75.

Tsounis G, Rossi S, Bramanti L, Santangelo G. 2013. Management hurdles in sustainable harvesting of *Corallium rubrum*. Marine Policy **39**.

Tsounis G, Rossi S, Grigg R, Santangelo G, Bramanti L, Gili J-M. 2010. The exploitation and conservation of precious corals. Oceanogr Mar Biol Annu Rev **48**:161-212.

Turner DT, Bower CE. 1982. Removal of ammonia by bacteriological nitrification during the simulated transport of marine fishes. *Aquaculture* **29**:347-357.

Turner NR, Renegar DA. 2017. Petroleum hydrocarbon toxicity to corals: A review. *Marine Pollution Bulletin* **119**:1-16.

van Beusekom JEE. 2018. Eutrophication. Pages 429-445 in Salomon M, Markus T, editors. *Handbook on Marine Environment Protection: Science, Impacts and Sustainable Management*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-319-60156-4_22 (accessed December 11, 2023).

Van der Merwe P, Slabbert E, Saayman M. 2011. Travel motivations of tourists to selected marine destinations. *International Journal of Tourism Research* **13**:457-467.

van Oppen MJH, Lough JM. 2018. Synthesis: Coral Bleaching: Patterns, Processes, Causes and Consequences. Pages 343-348 in van Oppen MJH, Lough JM, editors. *Coral Bleaching: Patterns, Processes, Causes and Consequences*. Springer International Publishing, Cham. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-319-75393-5_14 (accessed December 18, 2023).

Vitner Y, Agus S, Lestari D, Pasaribu R, Supriyanto E, Sugara A, Patoka J, Akmal S. 2022. Vulnerability Status of the Coral Ecosystem in Kepulauan Seribu Marine National Park, Indonesia. *Coastal Management* **50**:251-261.

Wabnitz C, Taylor M, Green E, Razak T. 2003. *From Ocean to Aquarium: The Global Trade in Marine Ornamental Species*. UNEP/Earthprint.

Wallace C.C. 2008. Hexacorallia 1: Sea anemones and their kin. In: Hutchings P.A, Kingsford M and Hoegh-Guldberg, O. editors. *The Great Barrier Reef: Biology, environment, and management*. Australian Coral Reef Society.

Wear SL, Thurber RV. 2015. Sewage pollution: mitigation is key for coral reef stewardship. *Annals of the New York Academy of Sciences* **1355**:15-30.

Wijgerde T, Henkemans P, Osinga R. 2012. Effects of irradiance and light spectrum on growth of the scleractinian coral *Galaxea fascicularis* - Applicability of LEP and LED lighting to coral aquaculture. *Aquaculture* **344-349**:188-193.

Willis BL, Page CA, Dinsdale EA. 2004. Coral Disease on the Great Barrier Reef. Pages 69-104 in Rosenberg E, Loya Y, editors. *Coral Health and Disease*. Springer, Berlin, Heidelberg. Available from https://doi.org/10.1007/978-3-662-06414-6_3 (accessed January 4, 2024).

Wilson SP, Verlis KM. 2017. The ugly face of tourism: Marine debris pollution linked to visitation in the southern Great Barrier Reef, Australia. *Marine Pollution Bulletin* **117**:239-246.

Won D. 2023. A Review of Coral Reef Restoration Methods. *Journal of Student Research* **12**. Available from <https://www.jsr.org/hs/index.php/path/article/view/4394>.

Wong CWM, Conti-Jerpe I, Raymundo LJ, Dingle C, Araujo G, Ponzio A, Baker DM. 2019. Whale Shark Tourism: Impacts on Coral Reefs in the Philippines. *Environmental Management* **63**:282-291.

Wood E, Malsch K, Hilton-Miller J. 2012. International trade in hard corals: review of management, sustainability and trends. 12th International Coral Reef Symposium, Cairns, Australia.

Wood P, Alexis A, Reynolds T, Blohm E. 2018. Aerosolized palytoxin toxicity during home marine aquarium maintenance. *Toxicology Communications* **2**:49-52.

Zakai D, Chadwick-Furman NE. 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation* **105**:179-187.

Zeebe RE, Zachos JC, Caldeira K, Tyrrell T. 2008. Carbon Emissions and Acidification. *Science* **321**:51-52.

Zhao H, Yuan M, Stokal M, Wu HC, Liu X, Murk A, Kroeze C, Osinga R. 2021. Impacts of nitrogen pollution on corals in the context of global climate change and potential strategies to conserve coral reefs. *Science of The Total Environment* **774**:145017.

6 Seznam použitých obrázků

Obr. 1: Morfologie těla korálnatců (podle Jain 2017)	4
Obr. 2: <i>Sarcophyton</i> spp. (Coralesymarinos.com 2023).....	5
Obr. 3: <i>Xenia</i> spp. (Etsy.com 2023)	5
Obr. 4: <i>Ellisella</i> spp. (Wikipedia.org 2015)	5
Obr. 5: <i>Heliopora coreulea</i> (Marinesavers.com 2023)	5
Obr. 6: <i>Clavularia</i> spp. (Laguiadelacuario.es 2023)	6
Obr. 7: <i>Pennatula</i> spp. (Wikipedia.org 2008)	6
Obr. 8: <i>Acropora</i> spp. (Reefbuilders.com 2022)	6
Obr. 9: <i>Heteractis crispa</i> s <i>Amphiprion</i> (Windowtothereef.com 2023)	6
Obr. 10: <i>Rhodactis</i> spp. (Madridreef.wordpress.com 2017)	7
Obr. 11: <i>Zoanthus</i> spp. (123reef.com 2023).....	7
Obr. 12: červnatec <i>Cerianthus membracemus</i> (Monaco Nature Encyclopedia.com)	8
Obr. 13: Žahavá buňka zvaná knidocyt. A zatažené vlákno, B podráždění, C vystřelené žahavé vlákno.....	9
Obr. 14: Trávicí a svalová soustava polypa – ramena, ústní otvor, hltan a trávicí dutina (Brusca & Moore 2019).....	11
Obr. 15: Fragy různých druhů tvrdých korálů z mořského oddělení Petra-AQUA (Autorka 2022)	12
Obr. 16: Vegetativní a pohlavní rozmnožování korálů (Global foudation for ocean exploration) .	13
Obr. 17: Portugalský relikviář z počátku 15. století s fragmentem svatého kříže obsahuje červený korál <i>Corallium</i> (Karampelas et al. 2009)	20
Obr. 18: Viditelné bělení korálového jedince v lidské péči (Autorka 2022).....	25

7 Zdroje použitých obrázků

- Obr. 1
 - Jain S. 2017. Corals. Pages 319-355 in Jain S, editor. Fundamentals of Invertebrate Palaeontology: Macrofossils. Springer India, New Delhi. Available from https://doi.org/10.1007/978-81-322-3658-0_10.
- Obr. 2
 - <https://www.coralesymarinos.com/mantenimiento-de-sarcophyton-sp-en-el-acuario/>
- Obr. 3
 - <https://www.etsy.com/es/listing/682480218/saltwater-pulsing-xenia-marine-coral>
- Obr. 4
 - https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Sea_Whip_%28Ellisella_sp.%29_%288486549324%29.jpg
- Obr. 5
 - <https://marinesavers.com/corals/heliopora-coerulea/>

- Obr. 6
 - <https://laguiadelacuario.es/corales-blandos/clavularia-sp/>
- Obr. 7
 - https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Pennatula_phosphorea.jpg
- Obr. 8
 - <https://reefbuilders.com/2022/04/22/10-of-our-favorite-acropora-colonies-at-top-shelf-aquatics-video/>
- Obr. 9
 - <https://www.w2r.pt/product/heteractis-crispa>
- Obr. 10
 - <https://c/2019/09/02/hongos-rhodactis/>
- Obr. 11
 - https://es.123rf.com/photo_106356323_p%C3%B3lipo-de-colonia-verde-y-rosa-ojo-de-%C3%A1guila-zoanthus-sp.html
- Obr. 12
 - <https://www.monaconatureencyclopedia.com/cerianthus-membranaceus/?lang=es>
- Obr. 13
 - https://cs.wikipedia.org/wiki/Žahavá_buňka
- Obr. 14
 - Brusca R. C, Moore W, Shuster S. M. 2018. Invertebrados (3a ed.). Saraiva Academic Press, São Paulo.
- Obr. 15
 - Vlastní archiv
- Obr. 16
 - <https://www.engineeringfordiscovery.org/how-do-corals-reproduce/>
- Obr. 17
 - Karampelas S, Fritsch E, Rondeau B, Andouche A, Métivier B. 2009. Identification of the endangered pink-to-red stylaster corals by Raman spectroscopy. *Gems & Gemology: the quarterly journal of the Gemological Institute of America*, 45, 48-52.
- Obr. 18
 - Vlastní archiv

