

# Korallers tillväxt i olika ljusförhållanden

**Med avseende på ljusstyrka**

Namn: Matilda Cedergren, Vilda Eriksson, Charlotte Munthe

Klass: Na21b

Gymnasiearbete 100 p

Schillerska gymnasiet läsår 23/24

Handledare: Patricia Andersson, Björn Källström

## **Abstract**

If the global temperature increases by 1.5 degrees, the Earth's coral reefs will be reduced 70-90% and an increase of 2 degrees will result in a decline of more than 99%.

As the world's coral reefs are threatened, coral restoration becomes more urgent. Sjöfartsmuseet Akvariet in Gothenburg is part of an international research project together with several other public aquariums in Europe. The purpose of the project is to conduct research on corals and create a living gene bank.

By growing the scleractinian corals *Montipora Capricornis* and *Seriatopora Caliendrum* under different light conditions, the corals' preferred living conditions can be determined.

*Seriatopora Caliendrum*'s percentage growth in grams was greatest under the strongest and second strongest lights. *Montipora Capricornis*' percentage growth in grams was greatest under the second strongest light, while percent growth in area was greatest under the third strongest light.

The result did not correspond with the hypothesis as the growth was not clearly greater with stronger light. This means that there is a specific limit value when the different corals grow best. The brighter lights benefited *Seriatopora*'s growth the most therefore it probably grows closer to the surface and the *Montipora* further down.

**Nyckelord:** Koraller, Stenkoraller, *Montipora Capricornis*, *Seriatopora Caliendrum*, Symbiont, Zooxantheller

# Innehållsförteckning

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| <b>1. Inledning</b>          | <b>5</b>  |
| 1.1 Syfte                    | 5         |
| 1.2 Frågeställningar         | 5         |
| 1.3 Avgränsning              | 6         |
| 1.4 Teori                    | 6         |
| 1.5 Hypotes                  | 9         |
| <b>2. Material och metod</b> | <b>9</b>  |
| 2.1 Källkritik               | 9         |
| 2.2 Material                 | 9         |
| 2.3 Metod                    | 10        |
| <b>3. Resultat</b>           | <b>12</b> |
| <b>4. Diskussion</b>         | <b>14</b> |
| <b>5. Källförteckning</b>    | <b>17</b> |

## 1. Inledning

Sedan industrialiseringen har jordens temperatur ökat med 1,1 grader. 2011-2020 var det varmaste decenniet som registrerats. Den globala uppvärmningen, skapad av människor, gör att temperaturen på jorden ökar med 0,2 grader per decennium. (Europeiska kommissionen 2023)

Om jordens temperatur uppnår en ökning på 1,5 grader kommer jordens korallrev minska med 70-90% och en ökning på 2 grader medför en minskning på mer än 99%. Den senaste gången jordens temperatur översteg en temperatur motsvarande en 2,5 graders ökning var för 3 miljoner år sedan. (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023). Enligt Naturskyddsföreningen (2021) är korallrev en av jordens mest artrika miljöer. Korallrev utgör mindre än en procent av havsmiljön, trots att en fjärdedel av allt marint liv lever på eller runt dem. Minskningen av korallrev kommer inte bara påverka korallerna själv utan även andra organismer som är beroende av korallrevens ekosystem.

När jordens korallrev hotas blir restaurering av koraller viktigare. Sjöfartsmuseet är en del av ett internationellt forskningsprojekt tillsammans med ett flertal andra publika akvarier i Europa (B. Källström, personlig kommunikation, 3 oktober 2023). Målet för projektet är att bedriva forskning om koraller samt skapa en levande genbank.

För att bevarandeprojektet ska fungera behövs ett visst flertal individer av samma art. Enligt Castro et al. (2019, s. 325) förökar sig koraller sig genom kloning, sexuell- och asexuell fortplantning. När koraller förökar sig genom kloning skapas två individer med identisk genetisk uppsättning. Detta är negativt för genbanken eftersom det då inte finns någon genetisk variation inom arten. För att främja den genetiska variationen krävs sexuell fortplantning mellan två olika individer, men detta är svårt att uppnå med koraller i fångenskap (Westerlund, 2020). Däremot gynnas genbanken av att undersöka korallers föredragna levnadsmiljö som ger en bättre förståelse för korallernas behov. Genom att skapa de bästa förutsättningarna ökar även chansen för sexuell fortplantning då korallerna mår bättre.

### 1.1 Syfte

Syftet med denna studie är att undersöka i vilket ljusförhållande stenoraller trivs bäst. Resultatet ger insikt i korallers mest gynnsamma levnadsmiljö. Något som kan användas av såväl forskare i restaureringsarbete som hobbyakvarister.

## 1.2 Frågeställningar

Vilka ljusförhållanden är mest gynnsamma för stenkorallerna *Montipora Capricornis* samt *Seriatopora Caliendrum*s tillväxt.

## 1.3 Avgränsning

- *Montipora Capricornis* samt *Seriatopora Caliendrum* är en del av sjöfartsmuseets genbank, därför är det aktuellt att undersöka i vilket ljus just de trivs bäst i. De utvalda korallarterna är extra tåliga och klarar av att befinna sig utanför vattnet en längre period enligt B. Källström, forskare på Sjöfartsmuseet (personlig kommunikation, 3 oktober 2023). Dessutom återställer de sig snabbare än många andra koraller och återgår till en normal tillväxt snabbt. Valda korallarter skiljer sig i sin form vilket är relevant för ett bredare och tydligare resultat. *Seriatopora Caliendrum* är en grenig stenkorall och *Montipora Capricornis* är flakväxande stenkoraller.
- Experimentet utfördes på sjöfartsmuseet där akvarierna behöver hållas i uppvisningsskick. Det innebär att galler och akvariets glas behöver rengöras från alger. Sjöborrar hjälper till med rengöring av akvarierna då de äter alger. Risk finns dock att sjöborrarna skulle råka flytta på korallerna under experimentets gång, vilket blir en onödig risk. Experimentet utfördes därför utan sjöborrar och andra djur i akvarierna. Städning av akvarierna gjordes två dagar i veckan för att det skulle se tillräckligt rent ut för åskådarna som besökte museet.
- Koraller är levande djur och kan därför dö under experimentets gång, därför behövs flera koraller av samma art under varje ljusförhållande för att få ett trovärdigt resultat. För att minimera risken att korallerna blandas ihop men samtidigt få ett tillförlitligt resultat valdes fyra koraller av varje art under samtliga ljusförhållanden.
- Experimentet utfördes under åtta veckor. Ju längre tid korallerna befinner sig i vattnet desto bättre resultat uppnås.
- Endast fyra olika ljusförhållanden undersöktes.
- Tillväxt kan mätas på flera olika sätt. Under detta experiment mättes tillväxt i vikt för båda arterna och area för *Montipora Capricornis*.
- Experimentet undersöker vilka ljusförhållanden de två korallarterna trivs bäst i. I detta experiment provas olika ljusmängder, inte olika våglängder av ljus. Allt ljus som används är vitt ljus, precis som solljus. Vitt ljus består av alla färger. Ljushet mätts i PAR, photosynthetic active radiation och är antalet fotoner som träffar en kvadratmeter på en sekund.

## 1.4 Teori

### 1.4.1 Korallerarter som används

I denna undersökningen används två stenkoralssarter, *Montipora Capricornis* av familjen Acroporidae och *Seriatopora Caliendrum* av familjen Pocilloporidae. Likt de flesta stenkoraler lever de i symbios med sina alg-symbionter (Castro et al., 2019, s. 318). De mest dominerande revbyggande grupperna är stenkoralerna varav Montiporan och Seriatoporan tillhör.

### 1.4.2 Koraller

Koraller är polypiska nässeldjur vid namn Anthozoa. Koralldjur som bygger korallrev (med fåtal undantag) är en holobiont, det vill säga att den sammansatt av koralldjuren som utgör värdarna och deras associerade eukaryoter och bakteriella mikrober (Vollmer et al., 2013). Enligt Naturskyddsföreningen (2021) är korallrev en av jordens mest artrika miljöer. Korallrev utgör mindre än en procent av havsmiljön, trots att en fjärdedel av allt marint liv lever på eller runt dem. Korallreven har stor betydelse då de ger föda åt många organismer samt skyddar de bosatta från rovdjur. I världen finns det ungefär 6500 kända korallarter av både hård och mjuk karaktär.

### 1.4.3 Korallernas anatomi

Nässeldjurens kroppar är enkelt uppbyggda med två cellskikt, ett yttre och inre. Det inre skiktet sitter inuti det yttre likt en påse. I cellskiktet hittar man nässelcellerna, musklerna, nerverna och matspjälkningssystemet. Mellan skikten finns det gelé eller ett fibrigt lager med nästintill inga celler, detta ger djuren form och stadga. Munnen som ofta har tentakler runt sig är placerad på mitten av den runda kroppen som tar in mat och spottar ut osmältbara rester. Magen kan vara rikt förgrenad och bidra till transporten inom organismen. Eftersom nästintill alla celler i bägge cellskikt finns nära vattnet behövs inga speciella andningsorgan eller blod för att transportera ämnen inom kroppen (Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium, 1999).

Korallreven byggs ofta upp genom att kolonier av framförallt stenkoraler utsöndrar kalciumkarbonat runt sina polyper så att ett kraftigt yttre skelett bildas. De kan även byggas upp av andra organismer som till exempel kalkalger, svampdjur, rörbyggande havsborstmaskar samt andra organismer som sätter ihop bitar av döda koraller till en hård massa, men detta gäller främst mindre korallrev. Stenkoraler anses vara hyperkalcifierare då de har förmågan att extrahera massiva mängder kalciumkarbonat från sina symbionter (Stanley, 2003). Naturskyddsföreningen (2021) konstaterar att blekning är ett tydligt tecken på stressade koraller och koraller som tar skada av för höga temperaturer. Blekning

sker när de färgade zooxanthellerna lämnar korallen vilket gör så att den ser färglös ut, eftersom att korallvävnaden nästan är helt transparent. Stressade koraller släpper även ifrån sig stora mängder slem. Om bleknaden inte är för allvarlig kan den återhämta sig efter ett tag med hjälp av att återfå dess symbionter. Ett annat tecken på stressade koraller är att de bildar slem för att skydda sig mot miljön.

#### 1.4.4 Korallernas miljö

Majoriteten av koraller finns i tropiska hav och föredrar sin miljö solbelyst. De lever i grunda vatten på ett djup som understiger 20 meter med en temperatur på 22-28 grader celsius. Artrikaste habitatet befinner sig i Stilla havet och Indiska Oceanen, det finns dessutom i Atlanten med färre arter (Nationalencyklopedin, 2023).

#### 1.4.5 Korallernas symbionter

Närheten till vattenytan är speciellt viktig för att korallernas symbionter ska kunna fotosyntetisera (Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium, 1999).

Wiedenmann et al (2023) beskriver i sin artikel att koraller tillhör ekosystem med stor mångfald som trivs i näringsfattiga vattenmiljöer. Energikraven av korallvärdarna kan bemötas med produkter från fotosyntesen gjort av dess symbiont, zooxanthellerna. Zooxanthellerna är en fotosyntetiserande eukaryota dinoflagellat som bidrar till koralldjurens överlevnad. Det är dock oklart hur korallernas mekanismer fungerar kring att ta upp de nödvändiga näringsämnen som zooxanthellerna tillför. Symbiotiska koraller fungerar som mixotrofer av den orsaken att dess metaboliska behov hos dess djurvärddar kan fullbordas av kolrika fotosyntetiska produkter från dess alger. Även om detta upptaget upprätthåller värdarnas energiproduktion så främjar den inte tillväxten direkt. Istället tar värden upp kväve och fosfor i en gynnsam stökiometri med hjälp av den tillförda energin från symbionten. Energitillförseln gör på så sätt så att korallerna kan producera nödvändiga byggstenar för tillväxt och reproduktion. Detta främst genom att konsumera partikulär eller löst organiskt material, inklusive plankton och lösta aminosyror.

När det till största del gäller stenkoralerna är zooxanthellerna essentiella med ett fåtal undantag. De hjälper till att bygga skelettet utformat av kalciumkarbonat. Korallerna har förmågan att producera sitt eget skelett men inte lika hastigt utan sin symbiont. Dess symbios möjliggör korallrevens existens, förklarar Castro et al. (2019, s. 318).

Symbionterna själva gynnas från koralldjurens heterotrofi via återvinningen av kväve- och fosforrika utsöndringar som kommer från värdarnas metabolism. Utsöndringarna kan zooxanthellerna använda för att främja deras egna tillväxt. Dessutom får algerna en skyddad boplats samt koldioxid som är väsentlig för att de ska kunna fotosyntetisera (ss. 333, 334)

#### 1.4.6 Korallernas fortplantning

Koraller har kapaciteten att reproducera på tre olika sätt, asexuellt, sexuellt och via kloning. Vid sexuell reproduktion förökar sig två olika individer med varandra via könsceller medan asexuell reproduktion är fortplantning med könsceller från samma individ. Kloning är huvudsakligen samma som tillväxt genom att individuella polyper delar sig i två nya polyper vilket medverkar till att kolonin växer. Vid fragmentering bryts en del av korallen av och växer till en ny dotterkoloni. Fragmentering är en fördel när korallrev förstörs från stormar och extremare väder, och det utnyttjas även av forskare för att undvika utrotning, (Castro et al., 2019, s. 325).

#### 1.5 Hypotes

Revbyggande koraller lever tillsammans med zooxantheller i en holobiont. Algers produktion av syre främjas av solljus och med ökad tillgång till näring för koralldjuren bör även korallernas tillväxt öka i relation till den större mängden solljus. Korallerna under starkast ljus kommer ha störst tillväxt.

## 2. Material och metod

### 2.1 Källkritik

Valda källor har till största del kommit från internet. De mest använda källorna är läromedlet Vattenkikaren och kursboken *Marine Biology*.

Tjärnö Marinbiologiska laboratorium har tilldelats en utmärkelse av Stiftelsen för Kunskaps- och Kompetensutveckling för dess produktion av Vattenkikaren. Dess prismotivering syftade på att Vattenkikaren utgör en rik informationsmängd med illustrativa bilder som bidrar till den övriga läromiljön. Produkten har fått ytterligare stöd från Forskningsrådsnämnden, Världsnaturfonden WWF och Tjärnö Centre of Excellence. En trovärdig källa skapad av en grupp experter marinbiologer på Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium.

*Marine Biology* är en kursbok som har tagit stor del av den framkomna informationen i rapporten. Läroboken används i undervisningsanstalter och har därav granskats noga. Källan publicerades 2019 vilket är relativt nyligen.

Alla källor, webbsidor och artiklar såväl som böcker har uppkommit under flera olika årtal som löper mellan 1998 och 2023, trots den stora variationen sammanfaller informationen med varandra. De artiklar och webbsidor funna via internet har jämförts för att se till att de delar liknande fakta.

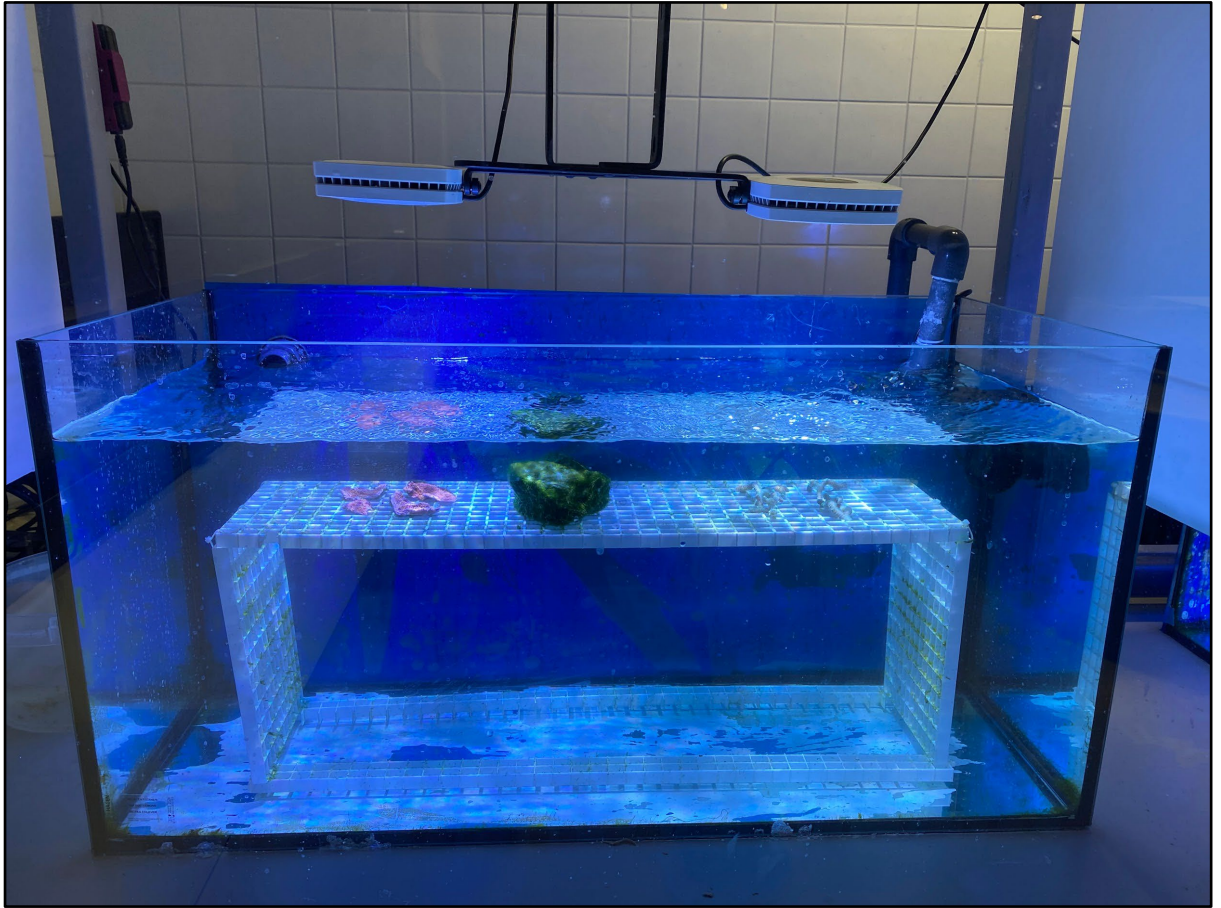
Fragmentering

## 2.2 Material

- 4 st Akvarium med måtten 34x80x40
- Koraller (Montipora samt seriatopora, 16 av varje)
- lampor (Prime 16HD Reef Aqua illumination)
- *Jebao MLW-5 Smart Wave Maker*
- Galler i botten av akvarierna
- Skiljeväggar mellan akvarierna
- Multiparameter instrument (mäter salinitet, temperatur och pH)
- Millimeterpapper
- Snabbtester för kalcium, nitrat, fosfor, KH

## 2.3 Metod

Två lampor per akvarie installeras med hjälp av appen *My AI*. Vitt ljus användes och lampornas intensitet sattes på 10% i tank 4, 40% i tank 3, 70% i tank 2 respektive 100% i tank 1. Det motsvarar intervall på 10-50 par i tank 4, 75-150 par i tank 3 och 200-275 i tank 2. För att uppnå maximal ljusstyrka i tank 1 byggdes en förhöjning av galler, med den uppnåddes ett intervall på 450-550 par. Lamporna var släckta från 20:00-08:00 och med en gradvis solnedgång och soluppgång för att imitera den naturliga dygnsrytmen. Mellan akvarierna fästes skiljeväggar för att minimera risken att ljus sprids mellan akvarierna.



Figur 1. Tank 1 med en förhöjning av galler, i tanken uppmättes 450-550 par.

För att skapa rörelse i vattnet monterades *Jebao MLW-5 Smart Wave Maker* med inställning W1 (classic wave mode) i samtliga akvarier. Korallerna placerades på galler för att ytterligare öka vattencirkulationen. Eftersom överskott på alger kan vara skadligt blir vattencirkulation viktig då det delvis sköljer bort en del av algerna (James Cook University, 2022). Experimentet utfördes utan sjöborrar, därför rensades akvarierna från alger 2 gånger i veckan av estetiska skäl.

Inför experimentet bröts korallerna i ungefär lika stora bitar. De skakades fem gånger och torkades försiktigt av med papper för att minimera vattnet på korallerna. Korallerna vägdes och fotades sedan på millimeterpapper innan de placerades i ordning i akvarierna.

Vattenprover utfördes dagligen för att kontrollera korallernas välfärd. Vattentemperatur, pH och salinitet mättes med multiparameter instrument. Under experimentets gång låg temperaturen på cirka 25 grader celsius, pH på cirka 7,7 och saliniteten på ca 34. Även mätningar av KH, nitrat, fosfat och kalcium utfördes via vattenprover som går att köpa i akvarieaffärer. Nivåerna av KH, fosfat och kalcium var normala. Nivån av nitrat var mycket hög ca 80 ppm jämfört med den eftersträlvade nivån på 5-10 ppm. Den höga nivån berodde på en olycka då vattnet blandades och bör inte ha påverkat resultatet. Större vattenmätningar skedde månadsvis för att kontrollera nivån på ytterligare ett flertal ämnen. Dessa vattenprover skickades till Oceamo samt Triton lab.

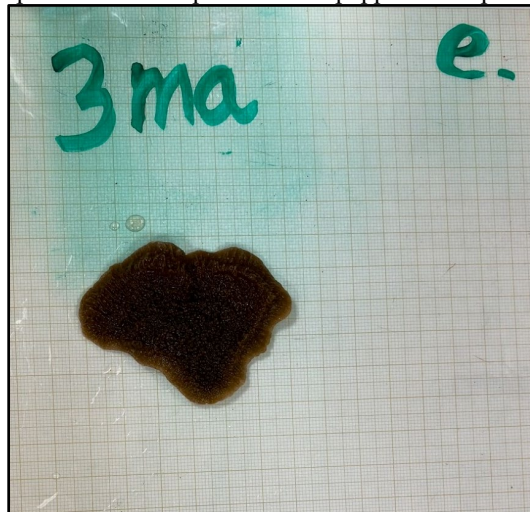
Under experimentet användes fyra lika stora akvarier med måtten 34x80x40 cm. Dessa satt ihop med ett flertal andra akvarier i ett vattensystem som omfattar ca 430 000 liter saltvatten. Den stora vattenmängden gör att ändringar i vattnet sker långsamt. Vattenutbytet låg på ca 30%, det innebär att allt vatten genomgång rening under tre timmar. Vattnet renas med hjälp av ett lågteknologiskt system med två sandfilter och två proteinskummare. Den viktigaste delen av reningssystemet är den biologiska reningen med naturliga stenar och stor yta.

Efter åtta veckor upprepades vägning och mätning. Denna gången behövdes de alger som växt på korallerna försiktigt plockas bort före vägning och mätning. För att säkerställa att tillväxt räknas på samma korall jämfördes alla bilder före och efter experimentet. Procentuell tillväxt i gram räknades för båda arterna. Det gjordes genom att ta tillväxt i gram, delat på den ursprungliga vikten för samtliga koraller av en art i ett akvarium.

Procentuell tillväxt i area räknades bara för Montipora då den är flakväxande, det fanns alltså inte tillgång till ett program som kunde mäta den greniga Seriatoporans olika dimensioner i längdtillväxt. För att räkna ut area användes bilderna på korallerna med millimeterpapper som bakgrund samt programmen photopea (<https://www.photopea.com/>) och ImageJ (<https://ij.imjoy.io/>).



Figur 2. Montipora från tank 3 på millimeterpapper vid experimentets början.



Figur 3. Samma Montipora vid experimentets slut.

### 3. Resultat

#### Procentuell tillväxt i gram för Seriatopora och Montipora

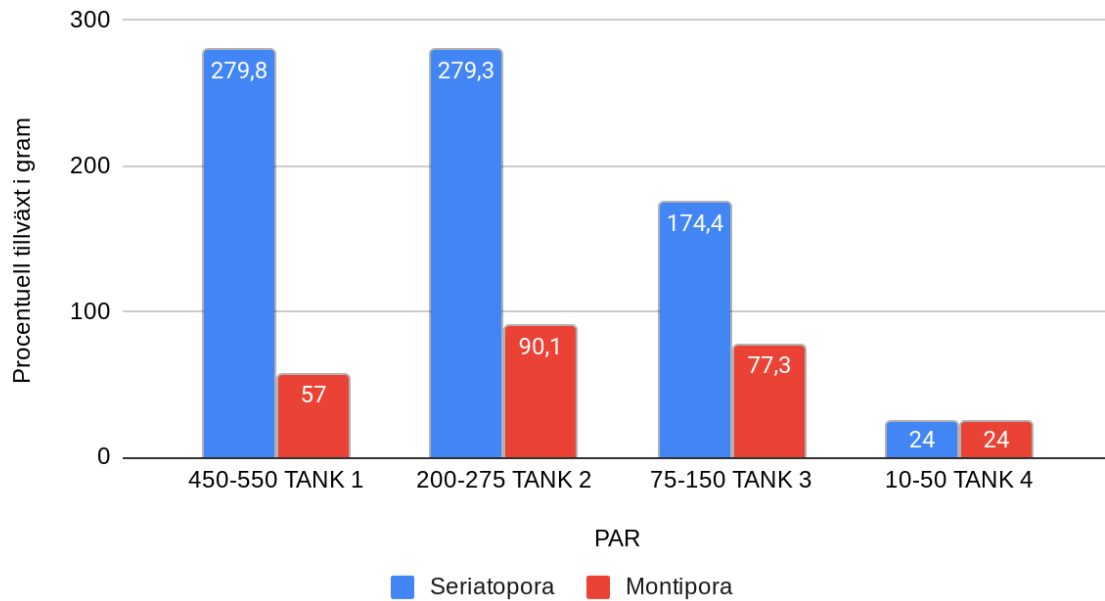


Diagram 1. Resultatet av tillväxten procentuellt i gram för Seriatopora och Montipora. Värdena är ett medelvärde av de fyra individernas vikt i varje akvarium. PAR i de olika akvarierna uppmättes till intervallen 450-550, 200-275, 75-150 respektive 10-50.

Seriatopora Caliendrum hade störst tillväxt i de två akvarierna mest starkast ljus. I de andra akvarierna avtog tillväxten med ljuset. Montipora Capricornis hade störst tillväxt i det näst starkaste ljuset, följt av det tredje starkaste ljuset. De olika korallarterna hade alltså störst tillväxt i olika ljusförhållanden.

## Procentuell tillväxt i vikt och area för montipora

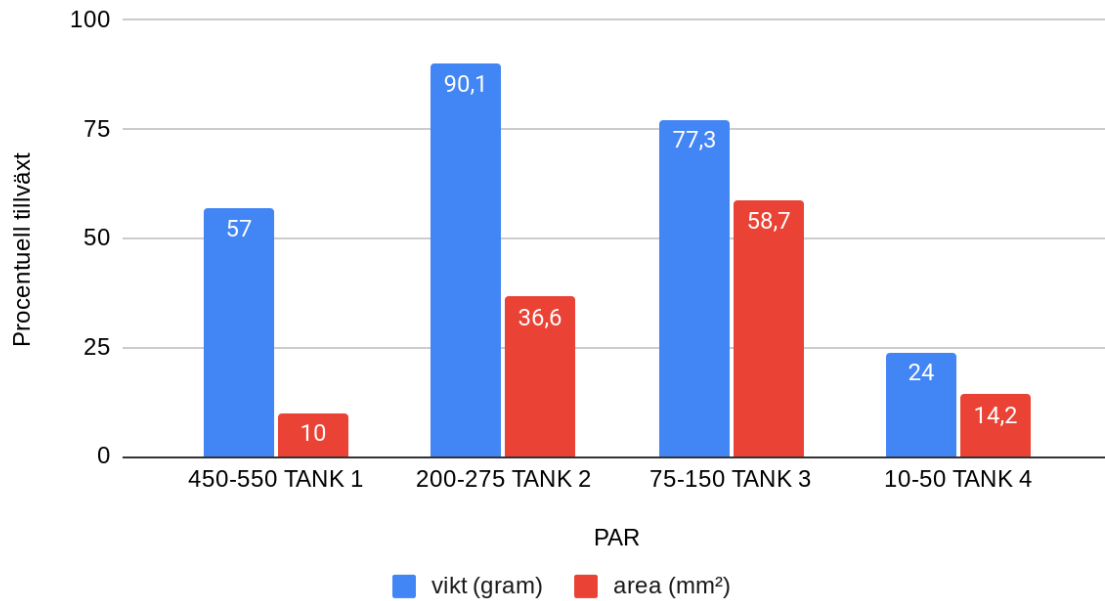


Diagram 2. Procentuell tillväxt för Montipora i de olika akvarierna uppmätt i vikt och area. Värdena är ett medelvärde av de fyra korallernas vikt och area per akvarium. PAR i de olika akvarierna uppmättes till intervallen 450-550, 200-275, 75-150 respektive 10-50.

Tillväxt av Montipora Capricornis som är flakväxande mättes i både vikt och area. Den uppmätta tillväxten i vikt överensstämde inte med den uppmätta tillväxten i area. Sett till area växte Montiporan mest i det tredje starkaste ljuset och minst i det starkaste ljuset.



Figur 4. Koraller från Tank 1 vid experimentets slut. De längst upp var placerade närmast den offentliga delen av akvariet.

## 4. Diskussion

### 4.1 Hypotes

Resultatet stämmer inte överens med hypotesen, att korallernas tillväxt ökar med ljusmängden. Tillväxten blev ej störst för bägge koraller i akvariet med starkast ljusstyrka, detta visar på att det finns ett gränsvärde för de olika korallernas tillväxt.

### 4.2 Utförande

Vid experimentets slut var vissa seriatoporor brutna, detta kan ha berott på att de inte blev behandlade försiktigt nog. Avbrutna koralldelar hittades även lösa i akvariet och det var osäkert vilken individ de tillhörde, delen räknades därför inte in när korallerna vägdes. Detta påverkar slutresultatet och den procentuella tillväxten för en individ blir felaktig.

Lamporna som installerades var inte på exakt samma nivå från vattenytan, det medförde att PAR- värdet varierade på de olika sidorna i akvariet. Därför användes ett intervall mellan två PAR-värden för varje akvarie. Korallerna behövde vara centrerade under lamporna för att PAR-värdet de utsattes för skulle stämma. Eftersom korallerna flyttades under städningstillfället varje vecka går det inte att garantera att de alltid utsattes för lika mycket PAR, då de kan ha blivit placerade längre bort/ närmare lampan. I tank 1 varierade PAR precis under lampan och mellan de två lamporna med 500 respektive 136. Alltså har det stor påverkan vart en korall placeras.

Korallerna som var placerade närmast akvariets offentliga del var blekare än de som placerats längst in i samtliga akvarier. Detta kan ha berott på att korallerna inte var centrerade under lamporna men då färgskillnaden påträffades i samtliga akvarier är det mer sannolikt att korallerna blivit påverkade av taklamporna i museets offentliga.

Under processen upptäcktes svårigheter med att mäta montiporans area. Under experimentets gång växte alger på korallerna som gjorde det svårt att urskilja korallens "kanter" när den skulle markeras på millimeterpapperet. Skuggor från korallerna gjorde det även svårt för programmet att avgöra vad som var del av korallen och inte. Med hjälp av att ändra kontrasten och ljusstyrkan på bilden kunde programmet lättare identifiera vad som tillhörde korallen, men de uppstod troligen fortfarande mätfel. För att programmet skulle kunna räkna ut arean markerades en millimeter på millimeter pappret som en referenspunkt. Eftersom

kameran inte var placerad exakt vinkelrätt över millimeter pappret medförde det att den utvalda millimetern blev missvisande i vissa bilder och arean blev felaktig.

Mot slutet var vissa koraller tydligt blekta. Även Seriatoporan som hade växt snabbast i det starkaste ljuset saknade färg. Korallerna i de starkare ljusen hade utsöndrat slem vilket gav dem en slemmig känsla när man höll i dem.

Den största felkällan vid vägningen var påväxten av alger. Eftersom de var svåra att ta bort så vägdes korallen med algerna på. Innan vägningen skakades korallerna lika många gånger och torkades sedan lätt av med ett papper. Det kan ha funnits kvar olika stora mängder vatten i korallerna efter torkningsprocessen, detta kan ha bidragit med en liten felkälla.

Trots åtgärder för att förhindra att korallerna blandades ihop vid städning fastställdes det vid experimentets slut att före och efter bilder på ett fåtal koraller inte stämde överens. Detta korrigerades med hjälp av före och efter bilderna. Seriatoporans trädväxande form gjorde det lätt att urskilja individerna medan Montiporan var svårare att åtskilja.

## 4.3 Teori

Izumi et al. (2023) rapporterar om en undersökning som gjorts på en korallart vid benämning Acropora. Acropora är av Acroporidae-familjen, där även Montipora hör till. Experimentet varade i 2 månader. Rapporten föreslog att ljuset accelererar de revbyggande korallernas tillväxt via algsymbionternas fotosyntes.

I en annan rapport framställer Coles och Jokiel (1978) ett fåtal långvariga experiment som undersökt en typ av Montipora påstod att hög ljusintensitet i både höga såväl som låga temperatur orsakade betydlig förlust av zooxantheller. Detta orsakade minskad kolfixering och lägre tillväxthastighet.

Från de olika resultaten kan det eventuellt innebära att Acroporan är mer lik Seriatoporan i dess utseende, det vill säga att bägge korallsläkten är gren-växande, och får därav liknande resultat. Dessutom gjordes undersökningen på samma tid som detta experiment utfört på Montiporan och Seriatoporan. Däremot tillhör Seriatoporan en annan familj än Acroporan vilket blir en aning motsäggande.

Coles och Jokiels (1978) försök resonerar mer till Montipora Capricornis resultat eftersom undersökningen utfördes på en annan art av Montipora. Enligt vårt försök växte inte Montiporan snabbast i den starkaste ljusstyrkan, likt Coles och Jokiels (1978) Montiporor.

Att Montiporan och Seriatoporan befinner sig i olika familjer kan förklara varför de fick olika resultat, men resultaten kan bero på andra faktorer också. Våra montiporor fick annorlunda resultat från undersökningen Izumi et. al (2023) presenterade, trots att deras valda korallart är av samma familj som Montiporan.

Att Coles och Jokiel (1978) påstår att hög ljusintensitet orsakade betydlig förlust av zooxantheller medan Izumi et. al (2023) påstod att högre ljusstyrka gynnade koralltillväxten kan bero på flera faktorer. Exempelvis finns det flera olika arter av zooxantheller (Sampayo et al., 2009) som visar på att det inte bara finns diversitet hos korallerna, utan i zooxanthellerna också. Detta innebär att zooxanthellernas fysiologiska karaktär kan variera i storlek och pigment till olikheter i dess stresstolerans gentemot värme. I kombination med ett specifikt korallsläkte eller korallart kan detta skapa märkbara sammansättningar. Detta kan möjligen förklara varför vårt experiment sammanföll med Coles och Jokiels (1978) experiment på en annan art av Montipora medan annorlunda resultat förekom i den andra undersökningen.

En annan ide är att Montiporans flakväxande karaktär kontra Seriatoporans greniga karaktär är betydande i detta. Då Montiporan växer som den gör har den mer absorptionsyta. Seriatoporan växer glesare i sin "area" och på grund av dess dimension behöver den starkare ljus för att kunna fånga lika mycket ljus som montiporan gör under samma ljusstyrka och tidsperiod. Den teorin kan styrkas av att Montiporans area och vikt i tank 1 och 2 med starkare ljus inte växte proportionerligt likt de andra montipororna. Hos dessa koraller var den procentuella areatillväxten relativt liten jämfört med den procentuella tillväxten i vikt, de har alltså växt på sin tjocklek.

Utifrån detta kan en slutsats dras gällande anledningen till de olika resultaten. Det kan variera i korallernas släkte och art såväl som artsammansättningen hos dess symbionter, därav är det svårt att dra en allmän slutsats kring vilken ljusstyrka koraller med zooxantheller växer snabbast i.

#### 4.4 Hur undersökningen vidare kan tillämpas

Informationen uttaget från undersökningen samt analysen av den i förhållande till andra undersökningar och arbeten gynnar ytterligare förståelsen för korallerna. Det ökar förståelse för hur man vidare kan studera koraller utifrån ordning, familj och släkte. I samarbete med Sjöfartsmuseet kan de ta del av informationen för hur de kan odla sina koraller under bästa ljusförhållanden. Även genbanken kan dra nytta av resultaten. Denna ökade förståelse kan bidra med ytterligare försök där man kan skapa de bästa förutsättningarna för olika koraller och där man tar hänsyn till korallernas komplexitet. Detta är givetvis vitalt för att kunna bevara korallreven.

I en intervju förklarar Ulvås J., marinbiolog på Sjöfartsmuseet, att man har märkt att tidsspannet från att solen går ner till att månen börjar lysa är viktig då det påverkar när korallerna släpper sina könsceller (Westerlund, 2020). Detta innebär att ljuset också påverkar korallernas sexuella fortplantning.

För att kunna rädda de hotade korallreven och bygga upp en långsiktig genbank krävs stora insatser och forskning, där information som detta experiment bidragit med är en viktig pusselbit. Då alla koraller har olika ljuspreferenser bör även andra korallarter prövas i liknande experiment. Under detta experiment prövades olika ljusstyrka under vitt ljus, i ett ytterligare försök kan olika våglängder prövas. Att pröva hur olika vattentemperaturer påverkar korallerna är dessutom särskilt relevant då havstemperaturen stiger.

## 5. Källförteckning

Tjärnö Marinbiologiska Laboratorium. (1998). *Vattenkikaren*. Vattenkikaren.  
<https://www.vattenkikaren.gu.se/default.html>

Castro, P., Huber, M., Ober, W., & Ober, Claire E. (2019). *Marine biology* (11th ed.).

Coles, S.L., Jokiel, P.L. (1978). Synergistic effects of temperature, salinity and light on the hermatypic coral *Montipora verrucosa*. *Marine Biology* 49, 187–195.  
<https://doi.org/10.1007/BF00391130>

Europeiska kommissionen. (12 december 2023) *Varför förändras klimatet?*.  
[https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change\\_sv](https://climate.ec.europa.eu/climate-change/causes-climate-change_sv)

Houlbrèque, F., & Ferrier-Pagès, C. (2009). Heterotrophy in tropical scleractinian corals. *Biological Reviews*, 84(1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185x.2008.00058.x>

Howlett L, Camp EF, Edmondson J, Henderson N, Suggett DJ (2021) Coral growth, survivorship and return-on-effort within nurseries at high-value sites on the Great Barrier Reef. *PLOS ONE* 16(1): e0244961.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244961>

IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report: Summary for Policymakers*. IPCC.  
[https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf)

Izumi, R., Tan, E.S., Higa, H. *et al.* (2023). Effects of light intensity and spectral composition on the growth and physiological adaptation of Acroporid corals. *Coral Reefs* 42, 385–398. <https://doi.org/10.1007/s00338-023-02348-w>

James Cook University. (17 juni 2022). *Algae can help protect coral reefs - but it's all in the timing*. <https://www.jcu.edu.au/news/releases/2022/june/algae-can-help-protect-coral-reefs-but-its-all-in-the-timing>

Nationalencyklopedin. (Hämtad 2023-12-13). *Korallrev*. Nationalencyklopedin. <http://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/lång/korallrev>

Naturskyddsföreningen. (24 augusti 2021). *Korallrev - ett livsviktigt ekosystem under hot*. <https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad/korallrev-ett-livsviktigt-ekosystem-under-hot/>

Sampayo, E. M., Dove, S., & Lajeunesse, T. C. (2009). Cohesive molecular genetic data delineate species diversity in the dinoflagellate genus *Symbiodinium*. *Molecular ecology*, 18(3), 500–519. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2008.04037.x>

Stanley, G. D. (2003). The evolution of modern corals and their early history. *Earth-Science Reviews*, 60(3-4) 195-225. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(02\)00104-6](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(02)00104-6).

Tonk, L. Global change Institute. (2010). *Symbiodinium clade and subclade distribution on the Great Barrier Reef*. eAtlas. <https://eatlas.org.au/content/gbr-gci-symbiodinium-clade-distribution-article>

Vollmer, S.V., Baker, A.C., Harvell, C.D., & Medina, M. (2013). Understanding the coral holobiont through science and scuba. [https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/21632/SCMS39\\_Lang\\_14.pdf?sequence=1](https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/21632/SCMS39_Lang_14.pdf?sequence=1)

Westerlund, H. (2020). Genbank i fångenskap ska rädda hotade koraller. *Syre*. <https://tidningensyre.se/2020/2-april/genbank-i-fangenskap-ska-radda-hotade-koraller/>

Wiedenmann, J., D'Angelo, C., Marodones, M., Moore, S., Benkwitt, C., Graham, N., Hambach, B., Wilson, P., Vanstone, J., Eyal, G., Ben-Zvi, O., Loya, Y., & Genin, A. (2023). Reef-building corals farm and feed on their photosynthetic symbionts. *Nature*, 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06442-5>