

ẢNH HƯỞNG CỦA LOẠI GIÁ THỂ ĐẾN SINH SẢN VÔ TÍNH BẰNG PHƯƠNG
PHÁP TÁCH MẢNH SAN HỒ *Sinularia* SP. VÀ *Cladiella* SP.
TRONG HỆ THỐNG TUẦN HOÀN

Đào Thị Hồng Ngọc, Đặng Trần Tú Trâm*, Hồ Sơn Lâm,
Nguyễn Thị Nguyệt Huệ, Đinh Trường An, Nguyễn Trương Tấn Tài
Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KHCNVN
*tutram1300@gmail.com

Tóm tắt. Thử nghiệm sinh sản vô tính san hô mềm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. bằng phương pháp tách mảnh và gắn trên 3 giá thể khác nhau bao gồm: san hô chết, gạch nung và gạch xi măng. Các mảnh tách san hô được đặt trong hệ thống bể tuần hoàn, ánh sáng tự nhiên, nhiệt độ ổn định 27 - 28 °C, không bổ sung thức ăn trong thời gian 90 ngày. Các chỉ tiêu đánh giá ảnh hưởng của giá thể lên san hô được thu thập bao gồm: thời gian bám chân; tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày (ADG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR) của khối lượng, chiều cao, đường kính chân (PDD), số nhánh con mới; tỷ lệ sống (SR). Kết quả thí nghiệm cho thấy có sự sai khác có ý nghĩa về thời gian bám chân của san hô *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. trên các giá thể mảnh san hô chết nhanh hơn so với các giá thể còn lại ($p < 0,05$) (lần lượt là $13,5 \pm 2,19$ ngày và $12,53 \pm 0,72$ ngày). Không có sự sai khác về SGR và ADG (chiều cao, khối lượng, số nhánh, PDD), và tỷ lệ sống trên san hô *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. sau 90 ngày nuôi ($p > 0,05$). Tỷ lệ sống san hô *Sinularia* sp. sau 90 ngày nuôi cao nhất trên giá thể san hô ($93,33 \pm 6,67$ %) và thấp nhất trên giá thể gạch nung ($46,67 \pm 6,67$ %) và sai khác có ý nghĩa ($p < 0,05$). Nghiên cứu đã chỉ ra giá thể san hô chết là phù hợp cho sinh sản vô tính bằng phương pháp tách mảnh san hô mềm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. trong điều kiện thí nghiệm.

Từ khóa: *Sinularia* sp., *Cladiella* sp., sinh sản vô tính, tách mảnh, thời gian bám chân.

1. Giới thiệu

Cuộc sống cộng sinh của san hô mềm với các loài tảo biển đã tạo nên đặc điểm sinh học vô cùng thú vị của san hô mềm. Bên cạnh đó, hình dáng mềm mại và màu sắc sặc sỡ đa dạng của san hô mềm đã tạo nên vẻ đẹp cho các rạn san hô và các bể cá cảnh nên chúng ngày càng được khai thác trên diện rộng. Nhân giống san hô bằng sinh sản vô tính là kỹ thuật thường được sử dụng để tạo ra các tập đoàn con có tỷ lệ sống tương đối cao để cung cấp cho các mục đích thương mại thay vì khai thác chúng từ tự nhiên (Soong và Chen, 2003) bằng cách tách mảnh các tập đoàn san hô bố mẹ thành những mảnh nhỏ hơn, các mảnh nhỏ này có thể gắn chân vào giá thể mới và phát triển thành tập đoàn san hô mới (Delbeek, 2001; Ellis và Ellis, 2002). Các tập đoàn con được phân mảnh và được dán hoặc gắn bằng nhiều phương pháp khác nhau cho đến khi chúng tự gắn kết vào các giá thể mong muốn (Delbeek, 2001). Mặt khác, sự phân mảnh có thể giúp duy trì tốc độ tăng trưởng cao và có thể diễn ra quanh năm chứ không bị hạn chế theo mùa như sinh sản hữu tính (Szmant, 1986) nên có thể cung cấp sinh khối bền vững và liên tục.

Trong thời gian gần đây, một số nghiên cứu về nhân giống san hô được thực hiện trong điều kiện tuần hoàn khép kín. Việc sinh sản và nuôi trồng san hô trong điều kiện nuôi tuần

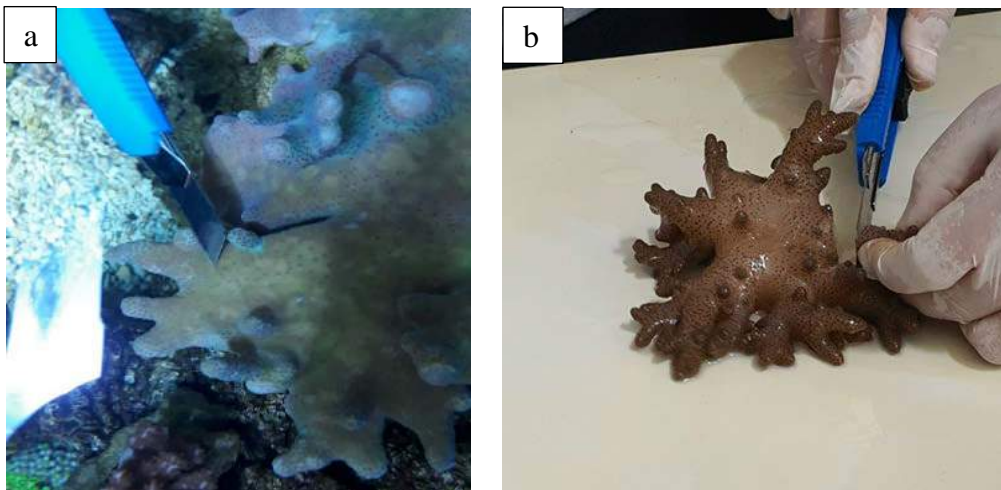
hoàn có hệ thống môi trường ổn định, ít địch hại là cơ sở để nuôi giữ các loài san hô có giá trị cao, quý hiếm. Đã có một số thử nghiệm nuôi trồng san hô mềm bằng cách cắt các mảnh san hô được thử nghiệm như *Sinularia flexibilis* (Cunnha, 2006; Khalesi, 2007, Khalesi, 2008a, b, c; Khalesi, 2009) hoặc *Sacorphyton glaucum* (Sella, 2007) hoặc *Sinularia* sp., *Sarcophyton* sp. và *Cladiella* sp. (Chaitanawisuti & Kritsanapuntu, 2019).

Mục đích của nghiên cứu này là thiết lập các cơ sở khoa học cho một quy trình thích hợp để nuôi các tập đoàn san hô mềm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. trên cơ sở đánh giá tác động của 3 loại giá thể là mảnh san hô chết, gạch nung và gạch xi măng trong hệ thống nuôi tuần hoàn ngoài trời có sử dụng máy lạnh để ổn định nhiệt độ đến tỷ lệ sống, thời gian bám chân và tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày và tốc độ tăng trưởng đặc trưng về khối lượng, chiều cao, số nhánh mới của chúng sau khi được cố định trên các giá thể đó.

2. Vật liệu và phương pháp

2.1. Phương pháp xác định loài

Xác định loài san hô *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. dựa vào các đặc điểm màu sắc, hình dạng mô tả bên ngoài, kích thước, khoảng cách polyp, số lượng các sinphonozoid, và các dạng trâm xương bên trong theo tài liệu phân loại của các tác giả Fabricius và Alderslade (2001), Ofwegen (2000, 2008).



Hình 1. Phân cắt mảnh san hô *Sinularia* sp. (a) và *Cladiella* sp. (b)

2.2. Chuẩn bị san hô bố mẹ

Các tập đoàn *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. bố mẹ khỏe mạnh, không bị rách, xước, màu sắc tự nhiên được mua từ các cơ sở nuôi cá cảnh. Khi mang về, san hô sẽ được làm sạch và nuôi thuần dưỡng trong bể 500 lít chảy tràn liên tục đặt ngoài trời. Sau 7 ngày thuần dưỡng, lựa chọn các tập đoàn san hô bố mẹ khỏe mạnh, các polyp bung mở, không bị các đốm trắng hoặc đen trên bề mặt để tiến hành phân mảnh.

2.3. Phương pháp phân mảnh san hô

Thực hiện theo phương pháp phân mảnh được mô tả bởi Vinod và cs., 2014. Các mảnh cắt san hô mềm được tách ra từ tập đoàn san hô bố mẹ bằng dao mổ phẫu thuật, với kích thước chiều cao mảnh cắt từ 3 - 4 cm. Các mảnh san hô con sau khi được cắt nhỏ sẽ xử lý qua dung dịch Lugol 5 % với nồng độ 100 ppm trong 10 phút. Tổng số mảnh cắt san hô con là 45 mảnh/loài.

2.4. Hệ thống bể thí nghiệm

- Mỗi loài san hô mềm thí nghiệm được bố trí trong 1 hệ thống gồm 03 bể lớn 528 lít (dài 2,2 m × rộng 0,6m × cao 0,4 m) có chung lọc tuần hoàn (thể tích lọc 500 lít). Đáy bể gồm 1 lớp cát sỏi san hô (có kích thước 0,3 - 1,5 cm) dày 5 - 8 cm làm chất nền. Hệ thống bể được đặt ngoài trời có lưới che. Sử dụng nước biển tự nhiên, ánh sáng tự nhiên có cường độ không vượt quá $400 \mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$, nhiệt độ nước được duy trì khoảng từ 26 °C đến 28 °C bằng máy làm mát nước.

- Chuẩn bị giá thể: Sử dụng 03 loại giá thể gạch nung, gạch xi măng và san hô chết có kích thước 4×4 cm. Các mảnh giá thể được rửa sạch và ngâm trong nước biển cho đến khi thí nghiệm tiến hành.

2.5. Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trên hai loài san hô *Simularia* sp. và *Cladiella* sp. (Hình 1) với hai hệ thống bố trí thí nghiệm độc lập. Mỗi loài san hô sẽ được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong hệ thống nuôi tuần hoàn với 03 nghiệm thức giá thể khác nhau.

Nghiệm thức 1: Sử dụng giá thể gạch nung.

Nghiệm thức 2: Sử dụng giá thể gạch xi măng.

Nghiệm thức 3: Sử dụng giá thể san hô chết.

Mỗi nghiệm thức có ba đơn vị nghiệm thức (số lần lặp là 3), mỗi đơn vị nghiệm thức gồm 05 mảnh san hô con. Thời gian thí nghiệm là 90 ngày. Các mảnh san hô con được cố định trên các loại giá thể bằng cách buộc dây cước.

2.6. Chăm sóc và theo dõi

Nước được thay 20 % mỗi ngày. Vệ sinh tảo bám hàng tuần. Các chỉ tiêu tỷ lệ sống và tình trạng lành vết cắt, thời gian bám chân và sự xuất hiện các nhánh mới được quan sát và ghi nhận hàng ngày. Số liệu về tốc độ tăng trưởng của san hô được xác định 30 ngày/lần. Ngoài ra, các tập đoàn san hô bố mẹ sau khi bị phân mảnh sẽ cũng được đặt lại hệ thống nuôi tuần hoàn theo dõi tỷ lệ sống cùng với các mảnh cắt san hô con.

2.7. Phương pháp thu thập số liệu

Các chỉ số môi trường: Nhiệt độ, pH và độ mặn được đo hàng ngày một lần bằng bút đo pH AD12 và tỷ trọng kế. Cường độ ánh sáng trong bể thí nghiệm được đo ngay vị trí đặt san hô (cách mặt nước 30 cm) bằng máy đo ánh sáng cầm tay hiệu Apogee ($\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$)

hàng ngày vào lúc 14h ($lux = 54 * (\mu mol m^{-2} s^{-1})$). Các chỉ số độ kiềm, Ca^{++} được đo bằng test Salifert (Hà Lan) mỗi tuần một lần.

Thời gian bám chân (ngày): Thời gian bám chân được xác định bằng cách quan sát hàng ngày và ghi nhận thời điểm bám chân khi các mảnh san hô con lành vết thương và bắt đầu bám chân theo mô tả chi tiết của Cunha (2006), Chaitanawisuti và Kritsanapuntu (2019).

Tỷ lệ sống (%): Các mảnh san hô con có châm xương bị rửa, mất màu sắc được xác định là san hô chết. Tỷ lệ sống của san hô được ghi nhận tại các thời điểm 15 ngày, 30 ngày, 45 ngày, 60 ngày, 75 ngày, và 90 ngày kể từ khi bắt đầu phân mảnh. Tỷ lệ sống (Survival rate viết tắt là SR) được xác định theo công thức:

$$\text{Tỷ lệ sống SR (\%)} = N_t / N_0 \times 100.$$

trong đó: N_t là số mảnh san hô con còn sống ở thời điểm t và N_0 là số tập đoàn cắt ban đầu.

Tốc độ tăng trưởng của khối lượng (W-gam), chiều cao (H-cm), đường kính chân (PDD-cm), số nhánh mới (N-nhánh) được xác định ở các thời điểm thí nghiệm ngày thứ 0, ngày thứ 30, ngày thứ 60 và ngày thứ 90 thông qua hai chỉ số ADG và SGR:

- Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày (Average daily growth – [gam/cm/số nhánh]/ngày) có công thức tính:

$$ADG_{W/H/PDD/N} = [(W/H/PDD/N)_t - (W/H/PDD/N)_i] / 30 \text{ ngày}$$

- Tốc độ tăng trưởng đặc trưng (Specific growth rate - %/ngày):

$$SGR_{W/H/PDD/N} = \{ [\ln(W/H/PDD/N)_t - \ln(W/H/PDD/N)_0] / 30 \text{ ngày} \} \times 100; \text{ trong đó:}$$

+ Khối lượng san hô được cân riêng từng mảnh san hô và giá thể trong hộp nhựa chứa nước. Sử dụng cân điện tử có độ chính xác 0,001 gam. Tại thời điểm 30, 60 và 90 ngày san hô được cân cùng với giá thể.

+ Chiều cao san hô được đo bằng thước kẹp có độ chính xác 1 mm.

+ Đường kính chân san hô (Pedal Dish Diameter – PDD) là đường kính trung bình của chiều dài lớn nhất và chiều dài nhỏ nhất được đo bằng thước kẹp có độ chính xác 0,1 cm.

+ Số nhánh mọc mới (N) được xác định và đếm bằng quan sát mắt thường.

+ i và t là thời điểm ở đầu (i) và kết thúc (t) của mỗi khoảng thời gian.

2.8. Xử lý số liệu

Sử dụng phương pháp phân tích phương sai một yếu tố (one-way ANOVA) trên phần mềm SPSS 26.0 để so sánh sự sai khác có ý nghĩa về tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống, thời gian bám chân của hai loài san hô thí nghiệm với độ tin cậy 95 %. Số liệu được biểu diễn dưới dạng giá trị trung bình \pm Sai số chuẩn (SE).

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Các thông số môi trường

Thí nghiệm được bố trí trong hệ thống có mái che bằng tole nhựa trong lấy ánh sáng tự nhiên và kiểm soát cường độ sáng bằng lưới lan di động, sử dụng hệ thống làm mát nước trong suốt thời gian thí nghiệm. Hàng ngày, nước mới sẽ được thay 10 % và vệ sinh dọn sạch tảo bám trên bề mặt bể. Sau 90 ngày thí nghiệm, các yếu tố môi trường dao động được thể hiện ở Bảng 1.

Bảng 1. Một số yếu tố môi trường.

Yếu tố	Khoảng dao động
Nhiệt độ (°C)	26 - 27
pH	7,9 - 8,2
Độ mặn	33 - 34
Ánh sáng ($\mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	400 - 500
Độ kiềm (meq/L)	2,5 - 3,5
Nồng độ Ca^{++} (ppm)	400 - 425

Nhìn chung, các chỉ số môi trường trong hệ thống thí nghiệm khá ổn định trong suốt thời gian nuôi và đều nằm trong giới hạn sinh trưởng của san hô (Delbeek và Sprung, 1997).

3.2. Thời gian bám chân

Sau khi cắt, mô mềm của san hô bắt đầu tiết ra chất nhầy, đồng thời tạo ra một lớp phủ bảo vệ tự nhiên ở vết cắt. Sự bài tiết tự nhiên này có thể là sự tự vệ của chúng. Thời gian bám chân là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá hiệu quả của phương pháp tách san hô. Kết quả cho thấy san hô *Sinularia sp.* và *Cladiella sp.* đều có thời gian bám chân nhanh nhất trên giá thể là san hô chết (lần lượt là $13,5 \pm 2,19$ và $12,5 \pm 0,72$ ngày) và có sai khác với các giá thể còn lại ($p < 0,05$) (Bảng 2). Thời gian bám chân trên giá thể gạch nung và xi măng chậm hơn và không có sai khác với nhau. Tuy nhiên, thời gian này gần như mất hơn 1,5 - 2 lần so với thời gian để san hô bám chân trên giá thể san hô chết.

Bảng 2. Thời gian bám chân của san hô *Sinularia sp.* và *Cladiella sp.*

Giá thể	San hô mềm <i>Sinularia sp.</i>	San hô mềm <i>Cladiella sp.</i>
San hô	$13,5 \pm 2,19^a$	$12,5 \pm 0,72^a$
Gạch nung	$23,8 \pm 2,61^b$	$19,8 \pm 1,04^b$
Xi măng	$18,4 \pm 0,45^b$	$25,4 \pm 1,02^b$

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình \pm SE. Các ký hiệu số mũ khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Trong nghiên cứu ảnh hưởng của kỹ thuật gắn giá thể trong sinh sản vô tính san hô mềm, Chaitanawisuti và Kritsanapuntu (2019) cho biết thời gian bám chân lâu nhất của san hô *Sinularia* sp. sử dụng keo dán gắn vào giá thể là $12,3 \pm 1,0$ ngày, còn đối với san hô *Cladiella* sp. sử dụng phương pháp để tự nhiên là $12,5 \pm 0,7$ ngày trên giá thể gạch xi măng. Còn trong nghiên cứu của Vinod và cs. (2014), các mảnh cắt san hô *Sinularia kavarattiensis* bám chân trên giá thể gạch ngói và gạch xi măng là sau 2 tuần bằng phương pháp để tự nhiên và không có sự sai khác với nhau. Các kết quả trên cho thấy thời gian bám chân của san hô mềm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. trên các giá thể nhân tạo (gạch nung và xi măng) trong thí nghiệm này đều lâu hơn so với các nghiên cứu trước. Điều này có thể do ảnh hưởng của nhiều nguyên nhân khác nhau chẳng hạn như kích thước tách mảnh, kỹ thuật chăm sóc và quản lý môi trường nuôi.

3.3. Tỷ lệ sống

Sau 90 ngày nuôi, kết quả thí nghiệm cho thấy tỷ lệ sống của các mảnh san hô *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. cao nhất là ở giá thể san hô và thấp nhất là ở giá thể gạch nung. Trong đó, ở *Cladiella* sp. lại không có sai khác về tỷ lệ sống giữa các nghiệm thức thí nghiệm ($p > 0,05$) (Bảng 3). Tuy nhiên, ở *Sinularia* sp. thì tỷ lệ sống của các mảnh cắt trên giá thể gạch nung là thấp nhất ($46,67 \pm 6,67$ %) và sai khác có ý nghĩa với hai giá thể còn lại ($p < 0,05$) (Bảng 3). Tỷ lệ sống của *Sinularia* sp. thay đổi trong 30 ngày đầu sau khi bố trí thí nghiệm và thể hiện sự sai khác từ ngày thứ 45 trở đi. Các mảnh cắt san hô con sau thời gian bám chân cố định, chúng rất ít chết. Đây là thời gian cân nhắc để di chuyển các tập đoàn san hô mới trong các vườn ương.

Bảng 3. Tỷ lệ sống trung bình của *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. sau 90 ngày thí nghiệm

Giá thể	San hô mềm <i>Sinularia</i> sp.	San hô mềm <i>Cladiella</i> sp.
San hô	$93,33 \pm 6,67^a$	$86,67 \pm 6,67^a$
Gạch nung	$46,67 \pm 6,67^b$	$60,00 \pm 11,55^a$
Xi măng	$73,33 \pm 6,67^{ab}$	$66,67 \pm 17,64^a$

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng trung bình \pm SE. Các ký hiệu số mũ khác nhau trên cùng một cột biểu thị sự sai khác có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Giá thể san hô chết đem có tỷ lệ sống cao nhất ở trên cả hai loài san hô. Tuy nhiên, trong điều kiện nhân tạo, việc các giá thể mảnh xi măng cũng cho kết quả tỷ lệ sống tương đối và không sai khác với giá thể san hô. So sánh với việc sử dụng giá thể gạch xi măng trong các nghiên cứu Chaitanawisuti và Kritsanapuntu (2019) cũng cho tỷ lệ sống cao nhất dao động từ $53,3 \pm 5,7$ % đến $86,7 \pm 5,7$ %. Điều này cho thấy giá thể xi măng có thể là lựa chọn để thay thế cho giá thể san hô chết ngoài tự nhiên.

Theo dõi các tập đoàn san hô bố mẹ cho thấy việc cắt 50-70 % nhánh không ảnh hưởng đến tỷ lệ sống và sức khỏe của tập đoàn san hô bố mẹ, đồng thời, vết thương ngưng tiết chất nhầy sau 1-2 ngày bị cắt. Khoảng 90 % tập đoàn san hô bố mẹ vẫn sống và tiếp tục

phát triển các nhánh mới. Việc trả tập đoàn bố mẹ về tự nhiên góp phần giảm thiểu tác động đến rạn san hô được thực hiện sau khi chúng hoàn toàn lành vết thương.

Bảng 4. Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày (ADG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR) của san hô *Sinularia* sp.

Chỉ tiêu	Nghiệm thức	ADG30	ADG60	ADG90	SGR30	SGR60	SGR90
Chiều cao	San hô	0.013±0.005	0.011±0.003	0.020±0.004	0.432±0.140	0.340±0.067	0.490±0.061
	Gạch nung	0.012±0.003	0.011±0.002	0.013±0.002	0.428±0.096	0.343±0.036	0.374±0.013
	Xi măng	0.016±0.002	0.013±0.003	0.019±0.003	0.635±0.103	0.413±0.095	0.531±0.087
Khối lượng	San hô	0.020±0.004	0.013±0.006	0.041±0.012	0.648±0.098	0.390±0.117	0.965±0.324
	Gạch nung	0.018±0.002	0.025±0.007	0.034±0.007	0.828±0.060	1.016±0.426	0.872±0.091
	Xi măng	0.014±0.002	0.022±0.004	0.009±0.002	0.812±0.069	0.972±0.166	0.383±0.085
Số nhánh	San hô	0.011±0.002	0	0.006±0.006	0.422±0.161	0	0.093±0.094
	Gạch nung	0.007±0.004	0	0.006±0.006	0.170±0.086	0	0.160±0.160
	Xi măng	0.009±0.002	0.003±0.003	0.003±0.003	0.285±0.099	0.080±0.080	0.113±0.113
PDD	San hô	0.004±0.002	0.005±0.000	0.007±0.002	0.439±0.159	0.488±0.073	0.528±0.133
	Gạch nung	0.003±0.001	0.004±0.001	0.006±0.002	0.298±0.123	0.311±0.048	0.464±0.130
	Xi măng	0.004±0.001	0.005±0.001	0.003±0.000	0.490±0.095	0.450±0.075	0.234±0.024

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình ± SE. Với ADG lần lượt về chiều cao là cm/ngày, khối lượng là gam/ngày, số nhánh là nhánh/ngày, đường kính chân (PDD) là cm/ngày và SGR là %/ngày.

Chỉ số tăng trưởng ADG và SGR của *Cladiella* sp. ở giá thể gạch nung là thấp nhất và ở giá thể san hô là cao nhất và có xu hướng tăng theo ngày nuôi (Bảng 5).

3.4. Tốc độ tăng trưởng

Các chỉ tiêu ADG và SGR về chiều cao, khối lượng, số nhánh và đường kính chân theo thời gian nuôi không chỉ có ý nghĩa trong việc đánh giá ảnh hưởng của các giá thể mà còn có ý nghĩa quan trọng trong việc xác định hiệu quả kinh tế thương mại cảnh và y dược. Trong đó, ảnh hưởng của các loại giá thể lên tốc độ tăng trưởng của hai loài san hô mềm thí nghiệm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. được thể hiện qua Bảng 4 và Bảng 5. Kết quả thí nghiệm cho thấy không có sai khác có ý nghĩa thống kê ở các chỉ tiêu giữa tất các nghiệm thức thí nghiệm theo thời gian ($p > 0,05$).

Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày cao nhất của *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. sau 90 ngày nuôi là 0,015 cm/ngày, cũng khá tương ứng với kết quả của Ellis và Sharon (1999). Tốc độ tăng trưởng trung bình về khối lượng của *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp. lần lượt là 0,025 gam/ngày và 0,074 gam/ngày. Theo báo cáo của Ellis và Sharon (1999), tốc độ tăng trưởng của *Sinularia* và *Cladiella* là khá chậm so với các loài san hô mềm khác.

Các nhánh san hô con có chiều cao ban đầu 3 - 5 cm phải mất thời gian nuôi từ 12 - 18 tháng mới đạt đến cỡ thu hoạch là 7 - 12 cm khi được nuôi ngoài tự nhiên.

Bảng 5. Tốc độ tăng trưởng trung bình hàng ngày (ADG) và tốc độ tăng trưởng đặc trưng (SGR) của san hô *Cladiella* sp.

Chỉ tiêu	Nhiệm thức	ADG30	ADG60	ADG90	SGR30	SGR60	SGR90
Chiều cao	San hô	0.013±0.001	0.015±0.004	0.019±0.006	0.496±0.081	0.441±0.161	0.414±0.113
	Gạch nung	0.007±0.003	0.008±0.001	0.014±0.007	0.265±0.099	0.275±0.043	0.347±0.155
	Xi măng	0.009±0.004	0.015±0.001	0.019±0.003	0.320±0.093	0.469±0.028	0.516±0.061
Khối lượng	San hô	0.068±0.018	0.056±0.007	0.098±0.005	1.083±0.282	0.709±0.117	0.919±0.145
	Gạch nung	0.042±0.019	0.047±0.019	0.094±0.032	0.905±0.226	0.683±0.216	0.957±0.093
	Xi măng	0.024±0.003	0.026±0.002	0.067±0.011	0.592±0.064	0.498±0.038	0.977±0.138
Số nhánh	San hô	0.172±0.081	0.034±0.010	0.100±0.014	1.195±0.497	0.525±0.156	0.613±0.025
	Gạch nung	0.107±0.007	0.098±0.034	0.089±0.011	1.258±0.207	0.815±0.269	0.639±0.124
	Xi măng	0.156±0.009	0.098±0.004	0.099±0.026	1.249±0.039	0.252±0.059	0.719±0.238
PDD	San hô	0.002±0.001	0.003±0.001	0.002±0.001	0.196±0.103	0.289±0.087	0.211±0.044
	Gạch nung	0.005±0.001	0.067±0.002	0.003±0.002	0.540±0.151	0.448±0.197	0.260±0.138
	Xi măng	0.002±0.002	0.006±0.002	0.008±0.005	0.214±0.179	0.578±0.172	0.645±0.372

Ghi chú: Số liệu được trình bày dưới dạng Trung bình ± SE. Với ADG lần lượt về chiều cao là cm/ngày, khối lượng là gam/ngày, số nhánh là nhánh/ngày, đường kính chân là cm/ngày và SGR là %/ngày.

Kết luận

- Cả 03 loại giá thể san hô, gạch nung và gạch xi măng không ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng ADG và SGR các chỉ số khối lượng, chiều cao, số nhánh và đường kính chân của hai loài san hô mềm *Sinularia* sp. và *Cladiella* sp..

- Các tập đoàn san hô con gắn trên giá thể san hô chết có thời gian bám chân ngắn nhất và tỷ lệ sống cao nhất và sai khác có ý nghĩa với các giá thể còn lại ($p < 0,05$).

Lời cảm ơn: Bài báo sử dụng dữ liệu của đề tài cơ sở năm 2021 của Phòng Kỹ thuật nuôi Sinh vật biển. Chúng tôi xin chân thành cảm ơn Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam đã hỗ trợ kinh phí và điều kiện vật chất để hoàn thành nghiên cứu này.

Tài liệu tham khảo

- Cunha, Luís Filipe Das Neves., 2006. Propagation and nutrition of the soft coral *Sinularia* sp. Master's thesis, School of Ocean Science Menai Bridge, University of Wales, Bangor. 65 pp.
- Chaitanawisuti N. and Kritsanapuntu S., 2019. Asexual propagation of the soft corals *Sinularia* sp., *Cladiella* sp. and *Sarcophyton* sp. (Octocorallia: Alcyonacea) using different methods of attachment in a recirculating seawater system. *Aquaculture Research*, 50:2047-2053.

- Delbeek J., and Sprung J., 1997. The Reef aquarium, volume 2. Comprehensive Guide to the Identification and Care of Tropical Marine. Ricordea Publishing. 546 trang.
- Delbeek J., 2001. Coral farming: past, present and future trends. *Aquarium Sciences and Conservation* 3,171-181.
- Ellis S., Ellis E., 2002. Recent Advances in Lagoon-Based Farming Practices for Eight Species of Commercially Valuable Hard and Soft Corals: A Technical Report. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture, Waimanalo, USA 59 pp.
- Ellis S. and Sharon L., 1999. The Culture of Soft Corals (Order: Alcyonacea) for the Marine Aquarium Trade. Center for Tropical and Subtropical Aquaculture. Publication No. 137.
- Fabricius K and Alderslade P., 2001. Soft corals and sea fans: A comprehensive guide to the tropical shallow-water genera of the Central-West Pacific, The Indian Ocean and the Red Sea. Townsville, Queensland: Australian Institute of Marine Science.
- Khalesi M.K., Beeftink R., Wijffels R.H., 2007. Flow-dependent growth in the zooxanthellate soft coral *Sinularia flexibilis*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 351, 106-113.
- Khalesi, M., Beeftink, R.H., & Wijffels, R.H., 2008a. The soft coral *Sinularia flexibilis*: potential for drug development. In R. J. Lewis, & M. Janse (Eds.), *Advances in coral husbandry in public aquariums. Public aquarium husbandry series (Vol. 2, pp. 47-60)*. Arnhem, The Netherlands: Burgers' Zoo.
- Khalesi, M.K., 2008b. Ex situ cultivation of the soft coral *Sinularia flexibilis* for biotechnological exploitation. Wageningen University, Wageningen (138 pp.).
- Khalesi, M.K., 2008c. Cell cultures from the symbiotic soft coral *Sinularia flexibilis*. In *Vitro Cellular & Developmental Biology. Animal* 44, 330-338.
- Khalesi, M.K., Beeftink, H.H., Wijffels, R.H., 2009. Light-dependency of growth and secondary metabolite production in the captive zooxanthellate soft coral *Sinularia flexibilis*. *Marine Biotechnology* 11, 488-494.
- Ofwegen, L.P. van, 2000. Status of knowledge of the Indo-Pacific soft coral genus *Sinularia* May 1898 (Anthozoa: Octocorallia). *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium, Bali. 2000. 1: 167-171*.
- Ofwegen, L.P. van. 2008. The genus *Sinularia* (Octocorallia: Alcyonacea) at Palau, Micronesia. *Zool. Med. Leiden*,82 (51): 631-735.
- Sella, I., 2007. Development of propagation protocol for cutting of soft coral *Sarcophyton glacum*. MSc thesis, Ecological and Environmental Quality, Tel Aviv University, 72 pp.
- Soong K. & Chen T.A., 2003. Coral transplantation: regeneration and growth of *Acropora* fragments in a nursery. *Restoration Ecology* 11, 62-71.
- Szmant, A.M., 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. *Coral Reefs* 5, 43-53.
- Vinod, K., Ramamoorthy, N., Rani, M.G., & Gopakumar, G. 2014. Artificial propagation of soft coral *Sinularia kavarrattensis* (Octocorallia: Alcyonacea) in India. *Marine Fisheries Information Service*, 222, 3-7.

ASEXUAL PROPAGATION OF SOFT CORAL *SINULARIA* SP. AND *CLADIELLA* SP.
USING DIFFERENT SUBSTRATES IN RECIRCULATING SEAWATER SYSTEM

Dao Thi Hong Ngoc, Dang Tran Tu Tram*, Ho Son Lam,
Nguyen Thi Nguyet Hue, Dinh Truong An, Nguyen Truong Tan Tai
Institute of Oceanography, VAST
* tutram1300@gmail.com

Abstract. Asexual propagation trial of soft coral *Sinularia* sp. and *Cladiella* sp. used the method of fragmentation and attached them to 3 different substrates including: dead coral, baked brick and cement brick. The coral fragments were placed in circulating tank systems, natural light, a stable temperature 27 – 28 °C, no add food for 90 days. The criteria to evaluate the effect of the substrate on coral fragments include: time of self - attachment; Average Daily Growth rate (ADG) and Specific Growth Rate (SGR) of weight, height, Pedal Disk Diameter (PDD), number of branches, Survival Rate (SR). Experimental results showed that there was a significant difference in the time of self-attachment of coral *Sinularia* sp. and *Cladiella* sp. on dead coral pieces faster than the rest of the substrates ($p < 0.05$) (13.5 ± 2.19 days and 12.53 ± 0.72 days, respectively). There was no difference in SGR and ADG (height, weight, number of branches, PDD), and SR in *Cladiella* sp. attached on three substrates after 90 experimental days ($p > 0.05$). SR of soft coral *Sinularia* sp. attached to dead coral substrate after 90 experimental days was the highest (93.33 ± 6.67 %), the lowest survival rate was on baked brick substrate (46.67 ± 6.67 %) and significantly different ($p < 0.05$). The study has shown that dead coral substrate is suitable for asexual propagation by fragmentation of soft coral *Sinularia* sp. and *Cladiella* sp. in laboratory conditions.

Keywords: *Sinularia* sp., *Cladiella* sp., asexual propagation, fragments, time of self-attachment.