

# Đặc điểm sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan của 2 dòng rong Bắp sú (*Kappaphycus striatus*) trồng ở vùng biển Khánh Hòa

Vũ Thị Mơ<sup>1,2</sup>, Võ Thành Trung<sup>1</sup>, Lê Trọng Nghĩa<sup>1</sup>, Hoàng Thanh Tùng<sup>3</sup>, Vũ Quốc Luận<sup>3</sup>, Đỗ Mạnh Cường<sup>3</sup>, Hoàng Đức Khải<sup>3</sup>, Nguyễn Thị Như Mai<sup>3</sup>, Phan Minh Thụ<sup>2,4</sup>, Nguyễn Ngọc Lâm<sup>4</sup>, Dương Tấn Nhựt<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 2 Hùng Vương, phường Lộc Thọ, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam

<sup>2</sup>Học viện KH&CN, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 18 Hoàng Quốc Việt, phường Nghĩa Đô, quận Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Nghiên cứu Khoa học Tây Nguyên, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 116 Xô Viết Nghệ Tĩnh, phường 7, TP Đà Lạt, Tỉnh Lâm Đồng, Việt Nam

<sup>4</sup>Viện Hải dương học, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, 1 Cầu Đá, phường Vĩnh Hòa, TP Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam

Ngày nhận bài 28/10/2021; ngày chuyển phản biện 4/11/2021; ngày nhận phản biện 25/11/2021; ngày chấp nhận đăng 30/11/2021

## Tóm tắt:

Trong nghiên cứu này, 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* thuộc loài rong Bắp sú (*Kappaphycus striatus*) có nguồn gốc từ Philippines sau gần 20 năm di trồng tại vịnh Vân Phong và Cam Ranh (Khánh Hòa) được đánh giá đặc điểm sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan. Kết quả cho thấy, vùng sinh thái đã ảnh hưởng đến sự sinh trưởng (khối lượng, tốc độ tăng trưởng - TĐTT, tỷ lệ tích lũy chất khô), hàm lượng và chất lượng carrageenan (sức đông, độ nhớt) của 2 dòng rong nâu sau 2, 4, 6, 8, 10 và 12 tuần nuôi trồng. Thời gian thu nhận sinh khối tối ưu ở vịnh Vân Phong là 8 tuần và Cam Ranh là 10 tuần. Dòng rong nâu *Sacol* được nuôi trồng ở vịnh Vân Phong có khối lượng tươi, khô và TĐTT (343,33 g, 42,67 g, 1,30%/ngày) tương đương khối lượng tươi, khô và TĐTT của *Payaka* được nuôi cùng địa điểm. Tuy nhiên, tỷ lệ tích lũy chất khô (12,45%) và hàm lượng carrageenan (24,50%/w) ở dòng rong nâu *Sacol* khi được nuôi ở vịnh Vân Phong là cao nhất. TĐTT, hàm lượng và chất lượng carrageenan của 2 dòng khi nuôi ở 2 vịnh đều giảm so với trước đây.

**Từ khóa:** dòng rong nâu *Payaka*, dòng rong nâu *Sacol*, *Kappaphycus striatus*, tốc độ tăng trưởng.

**Chỉ số phân loại:** 1.6

## 1. Đặt vấn đề

Rong Bắp sú (*Kappaphycus striatus*) thuộc ngành rong đỏ (Rhodophyta), phân bố chủ yếu ở vùng biển nhiệt đới, trong các thủy vực biển ven bờ và các vũng vịnh, nơi có sự trao đổi nước, độ mặn cao, ổn định, nước trong và cường độ ánh sáng (CDAS) cao... [1]. Rong Bắp sú không chỉ giàu chất xơ, sắt, axit béo omega-3 [2, 3], chất chống oxy hóa, mà còn chứa các hợp chất sinh học phục vụ cho ngành dược phẩm và sinh học [4, 5]. Vì vậy, rong Bắp sú có giá trị kinh tế và được sử dụng làm nguyên liệu để chiết xuất carrageenan, sản xuất phân bón nông nghiệp [6-9] và ethanol sinh học [10-13].

Năm 2005, Việt Nam đã di trồng thành công 3 dòng rong (nâu *Payaka*, *Sacol* và xanh *Sacol*) thuộc loài rong Bắp sú có nguồn gốc từ Philippines. Những năm đầu mới di trồng, rong có TĐTT cao và có thể trồng quanh năm ở những thủy vực có độ mặn ổn định. Vì vậy, những dòng rong này đã góp phần xóa đói giảm nghèo và bảo đảm sinh kế cho nhiều cộng đồng cư dân ven biển. Tuy nhiên, sau gần 20 năm di trồng, nguồn giống rong Bắp sú phân bố ở khu vực này hiện tại không còn giữ được đặc tính sinh học và hàm lượng cũng như chất lượng carrageenan như ban đầu.

\*Tác giả liên hệ: Email: duongtannhut@gmail.com

Kể từ khi di trồng đến nay, việc nhân giống hoàn toàn dựa trên phương pháp sinh dưỡng không qua chọn lọc đã dẫn đến tình trạng suy giảm sức sống và thoái hóa giống. Hơn nữa, dưới tác động của điều kiện sinh thái, rong đã bị biến đổi về đặc điểm sinh học như: TĐTT, hàm lượng và chất lượng carrageenan. Qua khảo sát cho thấy, hiện chỉ còn dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* đang được trồng tại các thủy vực ven biển tỉnh Khánh Hòa. Dòng rong xanh *Sacol* đã không còn được ghi nhận. Dòng rong nâu *Sacol* có màu xanh nâu đến nâu, màu nâu của dòng này thay đổi nhẹ liên quan đến CDAS. Các nhánh rong trơn bóng, khoảng cách giữa 2 nhánh là 1-4 cm, đỉnh nhánh chia chạc hai với đầu nhọn [14]. Dòng rong nâu *Payaka* có màu từ nâu nhạt đến nâu đậm hoặc nâu đỏ, màu nâu thay đổi đậm hay nhạt liên quan đến CDAS vào các mùa khác nhau trong một năm. Rong thô và sần sùi, bề mặt nhánh có nhiều u lồi, khoảng cách giữa 2 nhánh là 1-3 cm, đỉnh nhánh cùn hoặc tròn [14].

Hiện nay, chưa có nghiên cứu nào đánh giá sự thoái hóa của các dòng rong thuộc loài rong Bắp sú tại Việt Nam. Nghiên cứu này được thực hiện với mục đích đánh giá lại ảnh hưởng của các yếu tố môi trường sinh thái đối với sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan của 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* thuộc loài rong Bắp sú trong điều kiện sinh thái hiện nay sau gần 20 năm di trồng.

# Growth rate, concentration, and quality of carrageenan in two strains of seaweed *Kappaphycus striatus* grown in Khanh Hoa waters

Thi Mo Vu<sup>1,2</sup>, Thanh Trung Vo<sup>1</sup>, Trong Nghia Le<sup>1</sup>, Thanh Tung Hoang<sup>3</sup>, Quoc Luan Vu<sup>3</sup>, Manh Cuong Do<sup>3</sup>, Dac Khai Hoang<sup>3</sup>, Thi Nhu Mai Nguyen<sup>3</sup>, Minh Thu Phan<sup>2,4</sup>, Ngoc Lam Nguyen<sup>4</sup>, Tan Nhut Duong<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Nhatrang Institute of Technology Research and Application, VAST, 2 Hung Vuong Street, Loc Tho Ward, Nha Trang City, Khanh Hoa Province, Vietnam

<sup>2</sup>Graduate University of Science and Technology, VAST, 18 Hoang Quoc Viet Street, Nghia Do Ward, Cau Giay District, Hanoi, Vietnam

<sup>3</sup>Tay Nguyen Institute for Scientific Research, VAST, 116 Xo Viet Nghe Tinh Street, Ward 7, Da Lat City, Lam Dong Province, Vietnam

<sup>4</sup>Institute of Oceanography, VAST, 1 Cau Da Street, Vinh Hoa Ward, Nha Trang City, Khanh Hoa Province, Vietnam

Received 28 October 2021; revised 25 November 2021; accepted 30 November 2021

## Abstract:

In this study, two strains of seaweed *Kappaphycus striatus* (*Payaka* brown and *Sacol* brown) derived from Philippines after nearly 20 years of cultivation, were cultivated in Van Phong Bay and Cam Ranh Bay (Khanh Hoa, Vietnam) to re-evaluate the growth characteristics, concentration, and quality of carrageenan. The results showed that the ecological area affects the growth (fresh weight, growth rate, dry matter accumulation rate), content, and quality of carrageenan (gel strength and viscosity) of the two seaweed strains after 2, 4, 6, 8, 10, 12 weeks of cultivation. The highest biomass of both strains was reached after 8 weeks of cultivation in Van Phong Bay and 10 weeks in Cam Ranh Bay. The fresh weight, the dry weight, and the growth rate (343.33 g, 42.67 g, 1.30%.day<sup>-1</sup>, respectively) of the *Sacol* brown strain were similar to that of the *Payaka* brown strain at the Van Phong Bay. However, the dry matter accumulation rate (12.45%) and the carrageenan content (24.50%/w) of the *Sacol* brown strain were highest when cultivated in Van Phong Bay. The growth rate, concentration, and quality of carrageenan in two seaweed strains in Van Phong Bay and Cam Ranh Bay were lower than before.

**Keywords:** growth rate, *Kappaphycus striatus*, *Payaka* brown strain, *Sacol* brown strain.

**Classification number:** 1.6

## 2. Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

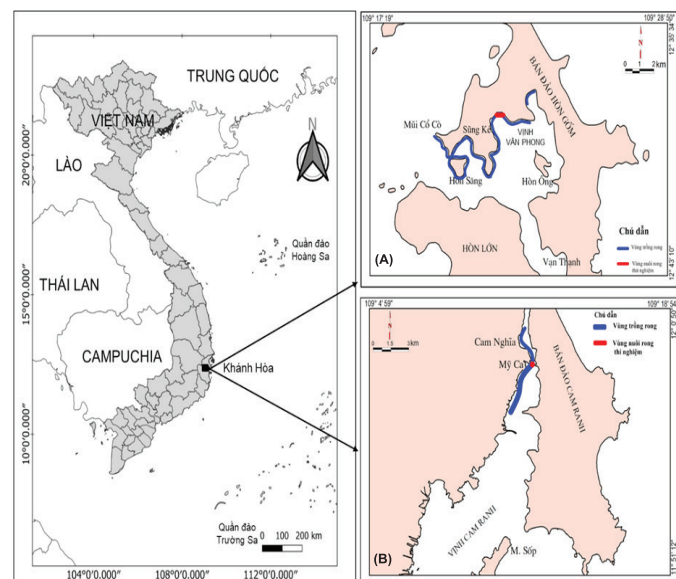
### 2.1. Vật liệu

Hai dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* 4 tuần tuổi (khối lượng 400 g, kích thước khoảng 30-40 cm) sinh trưởng và phát triển tốt được thu thập tại những bè nuôi trồng của người dân địa phương ở Sừng Ké (vịnh Vân Phong), Mỹ Ca (vịnh Cam Ranh), tỉnh Khánh Hòa. Sau đó, rong được lưu giữ 2 tuần tại Phòng Vật liệu hữu cơ từ tài nguyên biển (Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang).

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

**Điều kiện nuôi trồng:** 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* của loài rong Bắp sú được nuôi trồng tại Sừng Ké (vịnh Vân Phong) và Mỹ Ca (vịnh Cam Ranh) của tỉnh Khánh Hòa. Vịnh Vân Phong có tọa độ 109°10' đông và 120°29' bắc, nền đáy là các rạn san hô chết và đá sỏi lớn (hình 1A). Vịnh Cam Ranh có tọa độ 11°54'4" bắc và 109°9'54" đông, nền đáy cát sỏi, không có rạn san hô hay đá to như ở Vân Phong (hình 1B).

Mỗi dòng rong được thí nghiệm với 30 bụi (100 g/bụi). Các bụi rong được buộc vào dây với khoảng cách giữa các bụi là 40 cm, cố định vào giàn và đặt xuống biển có độ sâu 50 cm [15] được nuôi bằng hình thức giàn phao nổi (vịnh Vân Phong) hoặc sử dụng phương pháp giàn căng cố định (vịnh Cam Ranh). Các thông số môi trường cơ bản là nhiệt độ (°C), CDAS, độ mặn (‰), pH và mẫu nước để xác định hàm lượng khoáng được thu vào lúc 6 và 14 giờ hàng ngày, ngoại trừ CDAS được tính trung bình ngày. Rong được cân khối lượng tươi (g), khô (g) và xác định TĐTT của rong ở tuần thứ 2, 4, 6, 8, 10 và 12. Khi rong đạt tỷ lệ tích lũy chất khô lớn nhất, tiến hành thu mẫu để xác định hàm lượng và chất lượng carrageenan.



Hình 1. Vị trí bố trí thí nghiệm ở vịnh Vân Phong (A) và Cam Ranh (B).

### Xác định hàm lượng và chất lượng của carrageenan:

Xác định hàm lượng carrageenan: Hàm lượng carrageenan ở rong biển được xác định theo mô tả của S. Istini và cs (1994) [16] như sau: cân 20 g rong khô, thêm 400 ml 6% KOH rồi đun ở 80°C trong 2 giờ. Sau đó rong được nấu với 400 ml nước cất ở 90°C trong 2 giờ. Tiếp theo, dung dịch được lọc bằng vải để tách nước, dịch chiết được gel hóa bằng 0,2% KCl, đông lạnh và rã đông ít nhất 2 lần. Cuối cùng carrageenan được làm khô ở 60°C cho đến khối lượng không đổi.

Công thức xác định hàm lượng carrageenan như sau:

$$HL_c = M_c / M_r \times 100$$

trong đó:  $HL_c$  (%) là hàm lượng carrageenan;  $M_c$  là khối lượng carrageenan chiết từ rong (g);  $M_r$  là khối lượng rong (g).

**Đánh giá chất lượng của carrageenan (sức đông và độ nhớt):** Đo sức đông và độ nhớt carrageenan với nồng độ 1,5% bằng máy Rheo Meter (Model CR - 500DX, Sun Scientific Co, Ltd., Nhật Bản) dựa theo mô tả của N. Stanley (1987) [17] về phân tích đặc tính chất lượng carrageenan từ rong biển.

**Đo sức đông:** Cân 1,5 g carrageenan, bổ sung 100 ml nước cất rồi gia nhiệt ở 70°C trong 30 phút. Cho dịch vào đĩa petri sao cho đầy đĩa. Sau đó đặt đĩa petri chứa carrageenan lên máy đo sức đông và đo tại 3 vị trí trên đĩa.

**Đo độ nhớt:** Cân 1,5 g carrageenan, bổ sung 100 ml nước cất rồi gia nhiệt ở 70°C trong 30 phút. Cho dịch vào cốc 100 ml đặt cốc dưới máy nhớt kế DV-E Viscometer (Mỹ), sau đó ghi nhận kết quả đo.

**Các chỉ tiêu theo dõi:** Độ pH được xác định bằng máy pH/mV/Temperature meter (EC10, Hach Company, Mỹ); độ mặn (‰) được đo bằng khúc xạ kế cầm tay (ATAGO Hand Refractometer, Nhật Bản); CDAS trung bình ngày được lấy từ Thư viện Giovanni [18]; nhiệt độ (°C) được đo bằng nhiệt kế thủy ngân; hàm lượng khoáng trong nước ( $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ...) được phân tích theo phương pháp so màu quang phổ trên máy UV2900 Hitachi (Nhật Bản) [19]. Các yếu tố môi trường được đo vào lúc 6 và 14 giờ.

Xác định khối lượng tươi của rong: khối lượng tươi của rong Bắp sú được xác định bằng cân đồng hồ có giới hạn là 500 g, độ chia nhỏ nhất 5 g. Rong được thấm khô bằng giấy trước khi cân.

Xác định khối lượng khô của rong: Sau khi xác định khối lượng tươi, rong được sấy khô trong tủ sấy với nhiệt độ 60-70°C đến khi trọng lượng không đổi thì đem cân.

TĐTT: được tính theo công thức của C. Penniman và A.C. Mathieson (1986) [20] như sau:

$$GR = [(W_t / W_0)^{1/t} - 1] \times 100\%$$

trong đó: GR là TĐTT của rong Bắp sú (%/ngày); t là thời gian giữa 2 lần cân (ngày);  $W_0$  là khối lượng tươi ban đầu của rong (g);  $W_t$  là khối lượng tươi sau thời gian t ngày (g).

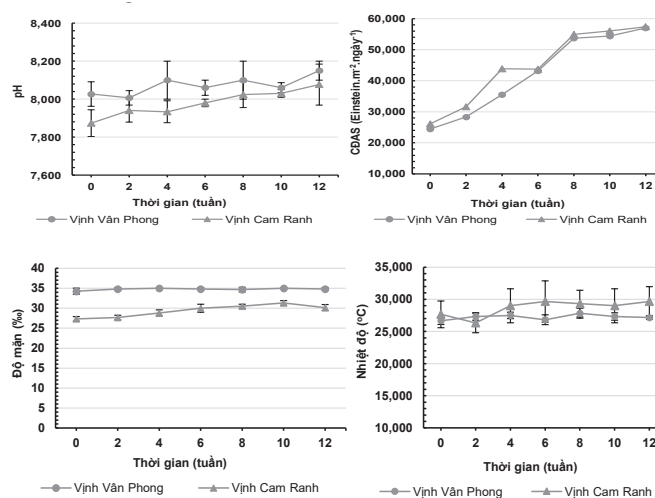
Tỷ lệ tích lũy chất khô (%): là tỷ số giữa khối lượng khô và tươi.

**Xử lý số liệu:** Thí nghiệm bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên, với 3 lần lặp lại. Số liệu được xử lý bằng phần mềm Microsoft Excel 2010, so sánh ANOVA 1 yếu tố với phép thử Duncan ( $p < 0,05$ ) bằng phần mềm SPSS 16.0.

## 3. Kết quả và bàn luận

### 3.1. Các yếu tố môi trường tại khu vực nuôi trồng

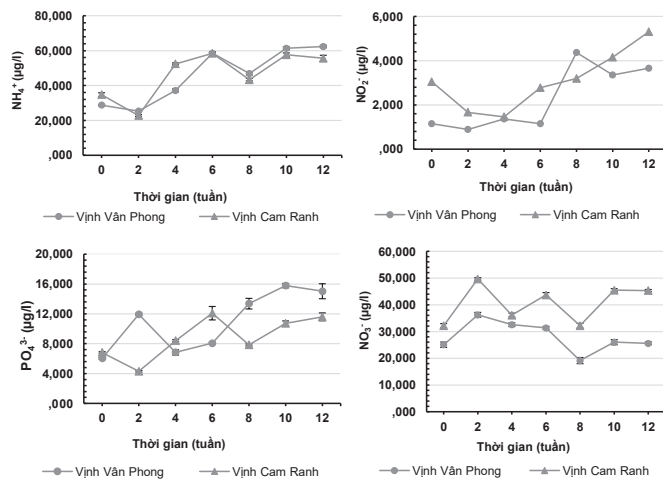
Các yếu tố môi trường của 2 vùng nuôi trồng (vịnh Vân Phong và Cam Ranh) như: pH, CDAS, nhiệt độ, độ mặn, hàm lượng khoáng được xác định tại thời điểm thả giống và ở các tuần nuôi trồng khác nhau. Kết quả ghi nhận về các yếu tố môi trường ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh được thể hiện ở biểu đồ 1 và 2.



**Biểu đồ 1. Các yếu tố môi trường tại vịnh Vân Phong và Cam Ranh.**

Kết quả cho thấy, môi trường nước ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh có độ pH khá ổn định trong suốt thời gian thí nghiệm. Vịnh Cam Ranh có độ pH 7,87-8,10, thấp hơn so với ở vịnh Vân Phong (8,01-8,15) trong suốt 12 tuần nuôi. CDAS trung bình ngày trong suốt quá trình nuôi có xu hướng tăng ở cả 2 vịnh. CDAS trung bình ngày ở vịnh Cam Ranh (26,14-43,88 Einstein.m².ngày⁻¹) luôn cao hơn so với CDAS trung bình ngày của vịnh Vân Phong (24,46-35,53 Einstein.m².ngày⁻¹) vào tuần nuôi đầu tiên đến tuần nuôi thứ tư. Sau đó, CDAS trung bình ngày tăng lên và tương đối bằng nhau ở cả 2 vịnh. Độ mặn ở vịnh Vân Phong ít biến động trong suốt quá trình nuôi (34,17-35,53‰) và cao hơn so với độ mặn ở vịnh Cam Ranh (27,33-31,33‰). Nhiệt độ ở vịnh Vân Phong (26,67-27,83°C) ít dao động và thấp hơn so với nhiệt độ ở vịnh Cam Ranh (26,33-29,67°C) (biểu đồ 1). Hàm lượng khoáng ( $NH_4^+$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ) trung bình suốt quá trình nuôi trồng ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh biến động liên tục, tuy nhiên, hàm lượng khoáng ở vịnh Cam Ranh cao hơn so với ở Vân Phong (biểu đồ 2).

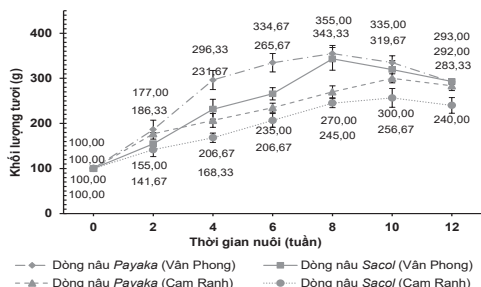




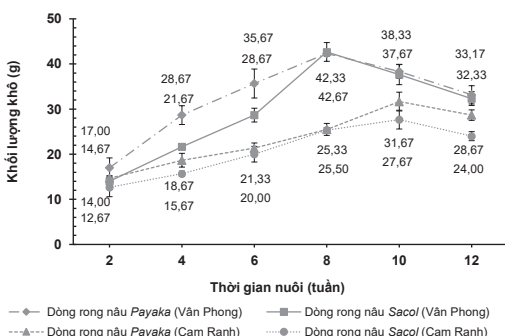
**Biểu đồ 2. Hàm lượng khoáng tại vịnh Vân Phong và Cam Ranh.**

### 3.2. Sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan của 2 dòng rong nuôi trồng

Sau 12 tuần nuôi trồng tự nhiên, kết quả cho thấy khối lượng tươi và khô của 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* đạt sinh khối cực đại vào tuần 8 khi nuôi ở vịnh Vân Phong (biểu đồ 3 và 4).



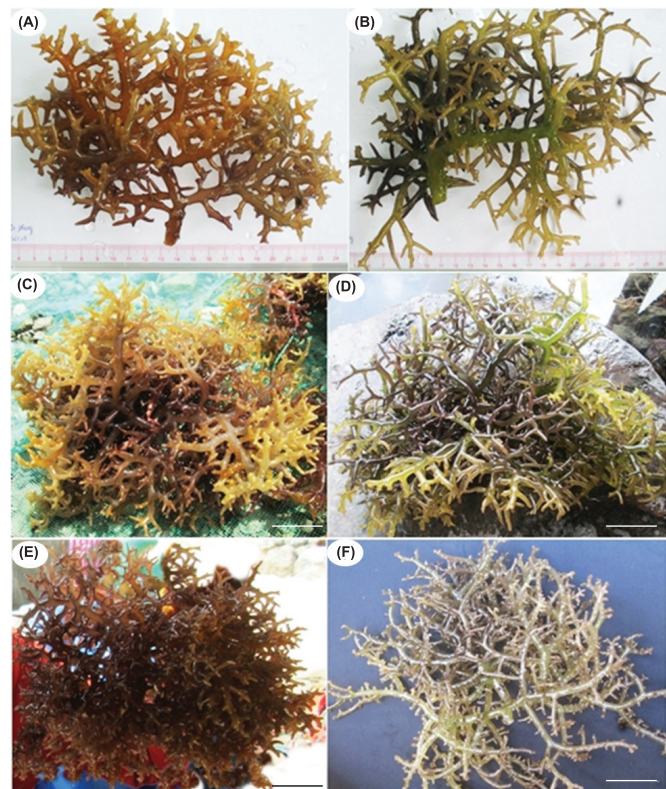
**Biểu đồ 3. Khối lượng tươi của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh theo thời gian nuôi trồng.**



**Biểu đồ 4. Khối lượng khô của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh theo thời gian nuôi trồng.**

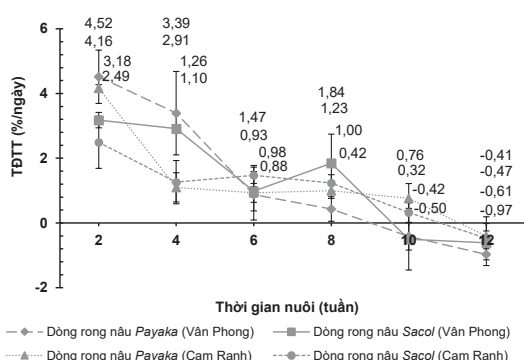
Môi trường sinh thái khác nhau đã cho sự sinh trưởng (khối lượng tươi và khô) của 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* là khác nhau. Khối lượng tươi và khô của 2 dòng rong khi nuôi ở

vịnh Vân Phong cao hơn ở vịnh Cam Ranh tại tất cả các thời điểm. Sau 4 tuần, khối lượng tươi và khô của dòng rong nâu *Payaka* nuôi ở vịnh Vân Phong tăng nhanh (296,33 và 28,67 g, tương ứng) và gấp 3 lần so với lúc đầu thả giống. Sau 6 tuần nuôi, khối lượng tươi và khô của dòng rong nâu *Payaka* nuôi ở vịnh Vân Phong cao nhất (334,67 và 35,67 g, tương ứng), tiếp theo là dòng rong nâu *Sacol* được nuôi ở vịnh Vân Phong và *Payaka* nuôi trồng ở vịnh Cam Ranh, thấp nhất là dòng rong nâu *Sacol* được nuôi ở vịnh Cam Ranh (206,67, 20,00 g, tương ứng). Sinh khối của 2 dòng rong được nuôi trồng ở vịnh Vân Phong đạt cực đại sau 8 tuần nuôi trồng, với khối lượng tươi và khô của dòng rong nâu *Payaka* là 355,00 và 42,33 g; *Sacol* là 343,33 và 42,67 g; thấp nhất là dòng rong nâu *Sacol* (245,0 và 25,50 g), nuôi trồng ở vịnh Cam Ranh. Từ tuần thứ 10, khối lượng tươi và khô ở 2 dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* nuôi trồng ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh đều giảm (biểu đồ 3, 4 và hình 2).



**Hình 2. Hình thái rong nâu *Payaka* và *Sacol* trước nuôi trồng và sau khi đạt sinh khối cực đại ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh (thước: 5 cm). (A, B) Rong nâu *Payaka* và *Sacol* ban đầu; (C, D) Rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong sau 8 tuần nuôi trồng; (E, F) Rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Cam Ranh sau 10 tuần nuôi trồng.**

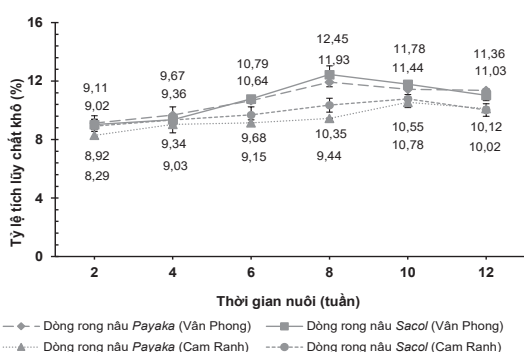
Bên cạnh đó, TĐTT tích lũy của 2 dòng rong nâu được nuôi ở vịnh Vân Phong bằng nhau (1,30%/ngày) và cao hơn so với TĐTT tích lũy của dòng rong nâu *Payaka* (1,26%/ngày) và *Sacol* (1,05%/ngày) được nuôi ở vịnh Cam Ranh sau 12 tuần nuôi trồng (biểu đồ 5).



**Biểu đồ 5. TĐTT của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh theo thời gian nuôi trồng.**

Dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* được nuôi ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh đều có sự khác nhau về TĐTT ở từng giai đoạn nuôi trồng. Sau 2 tuần đầu thả giống, cả 2 dòng rong đều có TĐTT cao nhất. Xét về từng dòng rong ở từng vùng sinh thái thì sau 2 tuần nuôi trồng, dòng rong nâu *Payaka* có TĐTT cao nhất (4,52%/ngày) khi nuôi ở vịnh Vân Phong, tiếp theo là *Payaka* (4,16%/ngày) nuôi ở vịnh Cam Ranh và *Sacol* (3,18%/ngày) được nuôi ở vịnh Vân Phong, thấp nhất là *Sacol* (2,49%/ngày) được nuôi ở vịnh Cam Ranh. Sau 4 tuần nuôi trồng, TĐTT của các dòng có xu hướng giảm mạnh, ngoại trừ dòng rong nâu *Sacol* được nuôi trồng ở vịnh Vân Phong (2,91%/ngày). Ở các mốc thời gian sau 6 và 8 tuần nuôi trồng, các dòng rong vẫn tăng trưởng nhưng thấp hơn so với 2 và 4 tuần đầu thả giống. Sau 10 và 12 tuần nuôi trồng, hầu hết các dòng rong được nuôi trồng ở cả 2 vịnh đều có TĐTT âm (biểu đồ 5).

Ngoài ra, tỷ lệ tích lũy chất khô của 2 dòng rong nâu thuộc loài rong Bắp sú nuôi trồng ở vịnh Vân Phong đạt cao nhất sau 8 tuần nuôi trồng (biểu đồ 6). Tỷ lệ tích lũy chất khô của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* đều tăng dần qua thời gian khi nuôi ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh. Tỷ lệ tích lũy chất khô cao nhất sau 8 tuần nuôi ở vịnh Vân Phong và 10 tuần nuôi ở Cam Ranh. Khi nuôi ở vịnh Vân Phong, dòng rong nâu *Sacol* có tỷ lệ tích lũy chất khô cao nhất (12,45%), tiếp theo là *Payaka* (11,93%), thấp nhất là tỷ lệ tích lũy chất khô của dòng nâu *Payaka* (9,44%) khi nuôi ở vịnh Cam Ranh sau 8 tuần nuôi trồng (biểu đồ 6).



**Biểu đồ 6. Ảnh hưởng của thời gian nuôi trồng lên tỷ lệ tích lũy chất khô của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh.**

Dựa vào khối lượng tươi và tỷ lệ tích lũy chất khô để xác định được thời điểm thu hoạch; các dòng rong Bắp sú nuôi ở vịnh Vân Phong được thu hoạch sau 8 tuần nuôi trồng và Cam Ranh là sau 10 tuần nuôi để tiến hành xác định hàm lượng và chất lượng carrageenan. Kết quả nghiên cứu cho thấy, hàm lượng và độ nhớt carrageenan của dòng nâu *Sacol* được nuôi trồng ở vịnh Vân Phong là cao nhất (bảng 1).

**Bảng 1. Hàm lượng và chất lượng carrageenan dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* được nuôi ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh.**

| Vịnh      | Dòng                   | Hàm lượng (%/w)    | Sức đông (g/cm <sup>2</sup> ) | Độ nhớt (cps)       |
|-----------|------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------|
| Vân Phong | Rong nâu <i>Payaka</i> | 23,00 <sup>b</sup> | 726,33 <sup>a</sup>           | 26,00 <sup>b</sup>  |
|           | Rong nâu <i>Sacol</i>  | 24,67 <sup>a</sup> | 741,67 <sup>a</sup>           | 29,00 <sup>a</sup>  |
| Cam Ranh  | Rong nâu <i>Payaka</i> | 22,33 <sup>b</sup> | 723,33 <sup>a</sup>           | 27,10 <sup>b</sup>  |
|           | Rong nâu <i>Sacol</i>  | 21,67 <sup>b</sup> | 731,67 <sup>a</sup>           | 27,33 <sup>ab</sup> |

Ghi chú: các chữ cái khác nhau (a, b, c) trên cùng một cột thể hiện sự khác biệt thống kê với phép thử Duncan (với  $p < 0,05$ ).

Hàm lượng carrageenan dao động từ 21,67 đến 24,67%/w, trong đó dòng rong nâu *Sacol* (24,67%/w) được nuôi ở vịnh Vân Phong cao hơn khi nuôi ở vịnh Cam Ranh (21,67%/w). Đối với dòng rong nâu *Payaka*, hàm lượng carrageenan không khác nhau khi nuôi ở 2 môi trường khác nhau (22,33-23,00%/w). Tuy nhiên, sức đông của carrageenan được chiết xuất từ 2 dòng rong nuôi trồng ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh tương đối bằng nhau và không có sự khác biệt (bảng 1). Như vậy, dòng rong nâu *Sacol* thích hợp khi được nuôi ở vịnh Vân Phong so với khi nuôi ở vịnh Cam Ranh và thể hiện ưu thế hơn so với dòng nâu *Payaka*.

Các yếu tố môi trường ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của cây rong. Rong Bắp sú chỉ sinh trưởng và phát triển tốt ở độ mặn từ 27 đến 33‰. Độ mặn dưới 20‰ kéo dài nhiều ngày, rong ngừng phát triển và chết sau một tuần. Độ mặn cao từ 35 đến 40‰ thì sinh trưởng của rong bị ức chế [21]. Nhiệt độ nước thích hợp nhất cho rong sinh trưởng và phát triển là 25-30°C [22]. Trong nghiên cứu này, hàm lượng khoáng biến động liên tục là do vịnh Vân Phong và Cam Ranh là vùng có hoạt động nuôi trồng thủy sản, nước thải từ những trại nuôi làm cho hàm lượng muối khoáng  $\text{NH}_4^+$  tăng lên.

Giai đoạn đầu nuôi trồng, cả 2 dòng rong đều có TĐTT cao nhất khi nuôi ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh. Kết quả này tương tự với báo cáo của K.M. Ali và cs (2014) [23], sau 5 ngày nuôi thì dòng *Sacol* của loài rong Bắp sú có TĐTT cao nhất (3,5%/ngày), sau đó giảm dần. Nghiên cứu của chúng tôi cho thấy, cả 2 dòng rong đạt khối lượng cao nhất sau 10 tuần nuôi ở vịnh Cam Ranh và 8 tuần nuôi ở vịnh Vân Phong; sau đó, khối lượng giảm dần, TĐTT âm. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của K.M. Ali và cs (2014) [23] là sau 8 tuần nuôi thì TĐTT thấp nhất và sinh khối đạt cực đại. Xét về hình thái sau khi đạt sinh khối cực đại, dòng rong nâu *Payaka* nuôi trồng ở 2 vịnh không có sự khác biệt (hình 2C và 2E). Tuy nhiên, dòng rong nâu *Sacol* nuôi trồng ở vịnh Vân Phong có màu sắc nâu sáng, các nhánh có kích thước lớn và khoảng cách giữa các nhánh xa hơn (hình 2D) so với dòng *Sacol* nuôi ở vịnh Cam Ranh (hình 2F). Điều này có thể giải thích là dòng rong nâu



*Sacol* nuôi ở vịnh Vân Phong đã sinh trưởng nhanh hơn so với dòng *Sacol* nuôi ở vịnh Cam Ranh. Các yếu tố môi trường ở vịnh Cam Ranh không thuận lợi để dòng rong nâu *Sacol* phát triển.

Trong nghiên cứu này, TĐTT tích lũy của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* ở vịnh Vân Phong (1,30%/ngày) cao hơn so với TĐTT tích lũy của dòng rong nâu *Payaka* (1,26%/ngày) và *Sacol* (1,05%/ngày) ở vịnh Cam Ranh. Kết quả này thấp hơn so với các nghiên cứu của các tác giả khác trên cùng đối tượng (bảng 2). TĐTT cao nhất của dòng rong nâu *Payaka* đạt (2,76-5,04%/ngày) [24, 25]. Khi nuôi ở vịnh Vân Phong, dòng rong nâu *Sacol* có TĐTT 5,7-5,8%/ngày, cao hơn TĐTT 4,5%/ngày khi nuôi ở vịnh Cam Ranh. TĐTT của 2 dòng rong cao và sự chênh lệch không lớn, có thể là do điều kiện môi trường ở 2 vịnh gần giống nhau về độ mặn và nhiệt độ (32-33‰, 26-30°C) [26]. Theo nghiên cứu của L.D. Hung và cs (2019) [27], loài rong Bắp sú có TĐTT đạt 4,1-5,8%/ngày vào mùa mưa và 2,5-3,1%/ngày vào mùa khô khi nuôi ở vịnh Cam Ranh. Các nghiên cứu khác trên cùng đối tượng đạt 2,92-5,79%/ngày ở Philippines [28] và 3,7-4,7%/ngày ở Brazil [29]. Trong nghiên cứu này, TĐTT thấp hơn so với các nghiên cứu trước đây có thể là do đặc điểm vùng sinh thái thay đổi. Tại vịnh Cam Ranh, ở thời điểm nghiên cứu này có độ mặn thấp (29,27‰) và nhiệt độ khá cao (28,68°C). Tại vịnh Vân Phong, các yếu tố môi trường tương đương so với các nghiên cứu trước đây, tuy nhiên TĐTT thấp có thể là do giống rong trải qua nhiều lần sinh sản vô tính đã bị thoái hóa.

**Bảng 2. So sánh hàm lượng và chất lượng carrageenan dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* với các nghiên cứu trước đây.**

| Dòng                   | TĐTT (%/ngày) | Hàm lượng carrageenan (%/w) | Chất lượng carrageenan        |               | Nguồn          |
|------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------|----------------|
|                        |               |                             | Sức đông (g/cm <sup>2</sup> ) | Độ nhớt (cps) |                |
| Rong nâu <i>Payaka</i> | 2,96-5,04     | 25,84-28,7                  | 873-1117                      | 103,32-105    | [24, 25]       |
| Rong nâu <i>Sacol</i>  | 5,7-5,8       | 26,2                        | 778                           | 96            | [26]           |
| Rong nâu <i>Sacol</i>  | 2,5-5,8%      | 25,1-28,4                   | 555-935                       | 23,8-34,6     | [27, 28]       |
| Rong nâu <i>Payaka</i> | 1,26-1,30     | 22,33-23,00                 | 723,33-726,33                 | 26-27,10      | Nghiên cứu này |
| Rong nâu <i>Sacol</i>  | 1,05-1,30     | 21,67-24,67                 | 731,67-741,67                 | 27,33-29,00   | Nghiên cứu này |

Tỷ lệ tích lũy chất khô ít bị ảnh hưởng bởi yếu tố dòng rong mà bị ảnh hưởng nhiều bởi yếu tố sinh thái bên ngoài. Có thể do môi trường ở vịnh Vân Phong thích hợp hơn (như có nhiệt độ nước thấp, độ mặn cao hơn, hàm lượng khoáng nằm trong khoảng thích hợp cho rong phát triển, môi trường nước sạch) là những yếu tố đóng góp sự tích lũy chất khô trong rong cao hơn so với rong được nuôi ở vịnh Cam Ranh - nơi có độ mặn thấp và nước đục.

Nhìn chung, khối lượng và TĐTT của dòng rong nâu *Payaka* và *Sacol* được nuôi trồng ở vịnh Vân Phong luôn lớn hơn 2 dòng thuộc loài rong Bắp sú nuôi trồng ở vịnh Cam Ranh. Khi nuôi ở vịnh Vân Phong, sau 8 tuần nuôi trồng rong đạt được sinh khối tối đa, sau đó sinh khối không tăng. Ở vịnh Cam Ranh, do TĐTT chậm nên sau 10 tuần rong đạt sinh khối tối đa, sau đó TĐTT của 2 dòng rong giảm dần. Vì vậy thời điểm thu hoạch khác nhau, ở vịnh Vân Phong nên thu hoạch sau 8 tuần nuôi và vịnh Cam Ranh nên

thu hoạch sau 10 tuần nuôi. Nguyên nhân có thể là do các điều kiện môi trường như nhiệt độ, độ mặn và đặc biệt là hàm lượng khoáng trong nước ở khu vực nuôi trồng rong tại vịnh Vân Phong tốt hơn so với môi trường tại khu vực nuôi ở vịnh Cam Ranh. Ngoài ra môi trường nước ở vịnh Vân Phong sạch, không có các sinh vật cũng như các loài tảo tạp bám vào rong, điều này thuận lợi cho sự sinh trưởng và phát triển của rong. Ở vịnh Cam Ranh, môi trường nước thường đục, tảo tạp phát triển mạnh, ký sinh lên cây rong, làm ảnh hưởng đến sự sinh trưởng và phát triển của rong. Ngoài ra, khu vực nuôi trồng rong ở vịnh Cam Ranh thường có các loài ăn rong (cá đĩa, cá giò...) dẫn đến giảm sinh khối. Qua quan sát cho thấy, ở dòng rong nâu *Payaka* nuôi trồng ở vịnh Cam Ranh thường xuất hiện bệnh trắng nhũn thân sau 4 tuần nuôi, rong dễ bị đứt gãy và rơi xuống đáy biển. Vì thế nên 2 dòng thuộc loài rong Bắp sú được nuôi ở vịnh Vân Phong phát triển nhanh hơn và sinh khối thu được cao hơn khi so với 2 dòng này được nuôi ở vịnh Cam Ranh.

Hàm lượng và chất lượng carrageenan của dòng rong nâu *Pakaya* và *Sacol* khi nuôi ở vịnh Vân Phong và Cam Ranh thấp hơn so với trước đây (bảng 2). Dòng rong nâu *Payaka* nuôi ở vịnh Cam Ranh cho hàm lượng carrageenan từ 25,84 đến 28,7%/w và sức đông, độ nhớt đạt lần lượt là 873-1117 g/cm<sup>2</sup> và 103,32-105 cps [25]. Dòng rong nâu *Payaka* nuôi ở vịnh Nha Trang có hàm lượng, sức đông và độ nhớt carrageenan đạt lần lượt là 25,79%/w, 1085,86 g/cm<sup>2</sup> và 26,52 cps vào mùa khô [25]. Theo kết quả của Trần Kha và cs (2007) [26], khi nuôi các dòng rong thuộc loài rong Bắp sú ở vịnh Vân Phong thì hàm lượng carrageenan cao (rong nâu *Payaka* đạt 27,8%/w và *Sacol* là 26,2%/w), chất lượng carrageenan (rong nâu *Payaka* đạt 647 g/cm<sup>2</sup> và 84 cps; *Sacol* là 778 g/cm<sup>2</sup> và 96 cps) [26]. Hàm lượng carrageenan cùng loài dao động rất cao khi nuôi ở các khu vực khác như (39,7-50,3%/w) ở Philippines [29], (35,3-46,6%/w) ở Brasil và Indonesia [12, 31].

Như vậy, sau gần 20 năm di trồng, sự phát triển của các dòng rong thuộc rong Bắp sú thể hiện sinh khối, TĐTT, hàm lượng carrageenan đã giảm so với thời gian đầu mới di trồng từ Philippines về. Vùng sinh thái đã ảnh hưởng đến sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng của các dòng rong. Vịnh Vân Phong có điều kiện tự nhiên thuận lợi cho cả 2 dòng sinh trưởng và phát triển. Ở vịnh Cam Ranh kém thuận lợi hơn so với vịnh Vân Phong, ở khu vực này thì dòng rong nâu *Sacol* tỏ ra thích nghi hơn so với *Payaka*.

#### 4. Kết luận

Vùng sinh thái đã ảnh hưởng đối với sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan của dòng rong nâu *Sacol* và *Payaka*. TĐTT tích lũy của 2 dòng rong được nuôi ở vịnh Vân Phong bằng nhau (1,30%/ngày) và cao hơn so với TĐTT tích lũy của hai dòng khi nuôi ở vịnh Cam Ranh. Hàm lượng carrageenan (24,67%/w), độ nhớt (29 cps) của dòng rong nâu *Sacol* được nuôi ở vịnh Vân Phong là cao nhất. Dòng rong nâu *Sacol* và *Payaka* đã bị thoái hóa sau gần 20 năm di trồng thể hiện ở TĐTT, hàm lượng và chất lượng carrageenan đều giảm so với trước đây.

## TÀI LIỆU KHAM KHẢO

- [1] G.C.J. Trono (1992), "Eucheuma and Kappaphycus: Taxonomy and cultivation", *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries, Kochi University*, **12**, pp.51-65.
- [2] R. Adharini, E.A. Suyono, A.D. Jayanti, et al. (2018), "A comparison of nutritional values of *Kappaphycus alvarezii*, *Kappaphycus striatum* and *Kappaphycus spinosum* from the farming sites in gorontalo province, Sulawesi, Indonesia", *Journal of Applied Phycology*, **31**(1), pp.725-730, DOI:10.1007/s10811-018-1540-0.
- [3] H.P.S. Makkar, G. Tran, V. Heuzé, et al. (2016), "Seaweeds for livestock diets: A review", *Animal Feed Science and Technology*, **212**, pp.1-17, DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2015.09.018.
- [4] P. Bhuyar, S. Sundararaju, M.H.A. Rahim, et al. (2021), "Antioxidative study of polysaccharides extracted from red (*Kappaphycus alvarezii*), green (*Kappaphycus striatus*) and brown (*Padina gymnospora*) marine macroalgae/seaweed", *SN Applied Sciences*, **3**(4), pp.1-9, DOI: 10.1007/s42452-021-04477-9.
- [5] A. Ariano, N. Musco, L. Severino, et al. (2021), "Chemistry of tropical eucheumatoids: potential for food and feed applications", *Biomolecules*, **11**(6), pp.804-811, DOI: 10.3390/biom11060804.
- [6] S.S. Rathore, D.R. Chaudhary, G.N. Boricha, et al. (2009), "Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions", *South African Journal of Botany*, **75**(2), pp.351-355, DOI: 10.1016/j.sajb.2008.10.009.
- [7] P. Rajasulochana, P. Krishnamoorthy, R. Dhamotharan (2012), "Potential application of *Kappaphycus alvarezii* in agricultural and pharmaceutical industry", *Indian Journal Chemical and Pharmaceutical Research*, **4**(1), pp.33-37.
- [8] M.T. Shah, S.T. Zodape, D.R. Chaudhary, et al. (2013), "Seaweed sap as an alternative liquid fertilizer for yield and quality improvement of wheat", *Journal of Plant Nutrition*, **36**(2), pp.192-200, DOI: 10.1080/01904167.2012.737886.
- [9] B. Pramanick, K. Brahmachari, A. Ghosh, et al. (2013), "Effect of seaweed saps on growth and yield improvement of green gram", *African Journal Agricultural Research*, **8**(13), pp.1180-1186, DOI: 10.5897/AJAR12.1894.
- [10] M.D.N. Meinita, Y.K. Hong, G.T. Jeong (2012), "Detoxification of acidic catalyzed hydrolysate of *Kappaphycus alvarezii* (cottonii)", *Bioprocess and Biosystems Engineering*, **35**(1-2), pp.93-98, DOI: 10.1007/s00449-011-0608-x.
- [11] Y. Khambhaty, K. Mody, M.R. Gandhi, et al. (2012), "*Kappaphycus alvarezii* as a source of bioethanol", *Bioresour Technology*, **103**(1), pp.180-185, DOI: 10.1016/j.biortech.2011.10.015.
- [12] P.I. Hargreaves, C.A. Barcelos, A.C.A. da Costa, et al. (2013), "Production of ethanol 3G from *Kappaphycus alvarezii*: Evaluation of different process strategies", *Bioresour Technology*, **134**, pp.257-263, DOI: 10.1016/j.biortech.2013.02.002.
- [13] H. Bixler, H. Porse (2011), "A decade of change in the seaweed hydrocolloids industry", *Journal of Applied Phycology*, **23**(11), pp.321-335, DOI: 10.1007/s10811-010-9529-3.
- [14] A.Q. Hurtado-Ponce, R.F. Agbayani, E.A.J. Chavoso (1996), "Economics of cultivating *Kappaphycus alvarezii* using the fixed-bottom line and hanging-long line methods in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines", *Journal of Applied Phycology*, **8**(2), pp.105-109, DOI: 10.1007/BF02186312.
- [15] A.Q. Hurtado, A.T. Critchley, A. Trespoe, et al. (2008), "Growth and carrageenan quality of *Kappaphycus striatum* var. *Sacol* grown at different stocking densities, duration of culture and depth", *Journal of Applied Phycology*, **20**(5), pp.551-555, DOI: 10.1007/s10811-008-9339-z.
- [16] S. Istini, M. Ohno, H. Kusunose (1994), "Methods of analysis for agar, carrageenan and alginate in seaweed", *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries, Kochi University*, **14**, pp.49-55.
- [17] N. Stanley (1987), *Production, Properties and Uses of Carrageenan (Production and Utilization of Products from Commercial Seaweeds)*, FAO Fisheries Technical, pp.116-146.
- [18] Earthdata, <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>, accessed 15 September 2021.
- [19] R.B. Baird, L. Bridgewater (2017), *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, American Public Health Association, 23<sup>rd</sup> ed., 26pp.
- [20] C.E. Penniman, A.C. Mathieson, C.A. Penniman (1986), "Reproductive phenology and growth of *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) in the great bay Estuary, New Hampshire", *Botanica Marina*, **29**(2), pp.147-154, DOI: 10.1515/botm.1986.29.2.147.
- [21] H.Q. Nang, N.H. Dinh (1999), "Results of research on cultivating cartilaginous seaweed - *Kappaphycus alvarezii* (Doty) into Vietnamese waters", *4<sup>th</sup> National Marine Science and Technology Conference*, **II**, pp.942-947 (in Vietnamese).
- [22] E.P. Glenn, M.S. Doty (1990), "Growth of the seaweed *Kappaphycus alvarezii*, *K. striatus* and *Eucheuma denticulatum* as affected by environment in Hawaii", *Aquaculture*, **84**(3-4), pp.245-255, DOI: 10.1016/0044-8486(90)90090-A.
- [23] K.M. Ali, J.V.H. Wong, J. Sulaiman, et al. (2014), "Improvement of growth and mass of *Kappaphycus striatum* var. *Sacol* by using plant density study at Selakan island in Semporna Malaysia", *International Conference on Biological, Chemical and Environmental Sciences*, **14-15**, pp.58-63.
- [24] G.S. Gerung, M. Ohno (1997), "Growth rates of *Eucheuma denticulatum* (Burman) Collins et Harvey and *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty under different conditions in warm waters of southern Japan", *Journal Applied Phycology*, **9**(5), pp.413-415, DOI: 10.1023/A:1007906326617.
- [25] D.D. Hong, H.M. Hien, N.T.H. Thu, et al. (2010), "Establish cultivation by mixing crops of different strains of *Eucheuma* and *Kappaphycus* species", *Journal of Marine Bioscience and Biotechnology*, **4**(1), pp.24-30.
- [26] T. Kha, V.D. Triet, H.Q. Nang (2007), "Experimental cultivation of two seaweed species *Eucheuma denticulatum* (Burman) Collins et Harvey and *Kappaphycus striatum* (Schmitz) Doty in the waters of Khanh Hoa province, Vietnam", *Collection Report of the 2007 East Sea National Conference*, pp.343-352 (in Vietnamese).
- [27] L.D. Hung, L.T. Hoa, L.N. Hau, et al. (2019), "The lectin accumulation, growth rate, carrageenan yield, and quality from the red alga *Kappaphycus striatus* cultivated at Camranh bay, Vietnam", *Journal of Applied Phycology*, **31**(3), pp.1991-1998, DOI: 10.1007/s10811-018-1692-y.
- [28] L.D. Hung, L.T. Hoa (2020), "Seasonal change in growth rate, carrageenan yield and quality from the red alga (*Kappaphycus striatus*) cultivated in Cam Ranh bay", *Vietnam Journal Biotechnology*, **18**(4), pp.763-771, DOI: 10.15625/1811-4989/18/4/14700.
- [29] M.L.S. Orbita, J.A. Arnaiz (2014), "Seasonal changes in growth rate and carrageenan yield of *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum* (Rhodophyta, Gigartinales) cultivated in Kolambagan, Lanao del Norte", *AAB Bioflux*, **6**(2), pp.134-144.
- [30] A.Q. Hurtado, A.T. Critchley, A. Trespoe, et al. (2008), "Growth and carrageenan quality of *Kappaphycus striatum* var. *Sacol* grown at different stocking densities, duration of culture and depth", *Journal of Applied Phycology*, **20**(5), pp.551-555, DOI: 10.1007/s10811-008-9339-z.
- [31] H. Bimasuci, R.I. Adharini, D.W.K. Sari (2021), "Characteristics of semi-refined carrageenan from *Kappaphycus* seaweed farmed in coastal waters of northern Java, Indonesia", *Asian Fisheries Science*, **34**(3), pp.207-216, DOI: 10.33997/j.afs.2021.34.3.002.