

Đánh giá hiện trạng nuôi trồng, tốc độ sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan rong sụn *Kappaphycus alvarezii* (Doty) ở Việt Nam

Lê Thanh Tùng^{1*}, Trần Mai Đức², Đỗ Anh Duy¹, Nguyễn Văn Nguyên¹, Lê Trọng Nghĩa², Trương Văn Tuấn¹, Trần Văn Huỳnh²

¹Viện Nghiên cứu Hải sản, 224 Lê Lai, phường Ngô Quyền, TP Hải Phòng, Việt Nam

²Viện Hải dương học, 1 Cầu Đá, phường Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa, Việt Nam

Ngày nhận bài 19/3/2024; ngày chuyển phản biện 21/3/2024; ngày nhận phản biện 14/4/2024; ngày chấp nhận đăng 19/4/2024

Tóm tắt:

Nghề trồng rong sụn *Kappaphycus alvarezii* đang phải đối mặt với nhiều vấn đề thực tiễn làm suy giảm diện tích, nguồn giống và sản lượng. Khảo sát năm 2021-2022 cho thấy, diện tích nuôi trồng rong sụn đang dần bị thu hẹp, còn khoảng 345 ha. Tổng sản lượng rong sụn vì vậy giảm đi đáng kể, với khoảng 700 tấn khô/năm. Nguyên nhân suy giảm có thể đến từ sự thiếu quy hoạch, từ chất lượng giống và đầu ra thương phẩm thiếu ổn định. Kết quả nghiên cứu cho thấy, tốc độ sinh trưởng rong sụn tương đối ổn định, trung bình dao động từ $3,43 \pm 0,36$ đến $3,67 \pm 0,42\%$ ngày. Hàm lượng carrageenan dao động từ $41,56 \pm 2,25$ đến $45,42 \pm 2,10\%$ (khối lượng rong khô sạch), sức đông dao động từ $556,67 \pm 25,17$ đến $591,00 \pm 40,10$ g/cm² và độ nhớt dao động từ $93,10 \pm 17,06$ đến $96,00 \pm 25,51$ cP. Theo nghiên cứu này, hàm lượng và chất lượng rong sụn hiện tại khá tốt, hoàn toàn đáp ứng tiêu chuẩn quốc gia về yêu cầu kỹ thuật đối với carrageenan dùng trong phụ gia thực phẩm. Nghiên cứu này đồng thời cung cấp thông tin về hiện trạng nuôi trồng, sản lượng rong sụn những năm gần đây, tạo cơ sở khoa học để đánh giá và thiết lập quy hoạch tổng thể nghề nuôi trồng rong sụn tại Việt Nam.

Từ khóa: carrageenan, hàm lượng, hiện trạng trồng, rong sụn *Kappaphycus alvarezii*.

Chỉ số phân loại: 1.6, 4.6

Evaluating the cultivation status, growth rate, carrageenan content and quality of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) in Vietnam

Thanh Tung Le^{1*}, Mai Duc Tran², Anh Duy Do¹, Van Nguyen Nguyen¹, Trong Nghia Le², Van Tuan Truong¹, Van Huynh Tran²

¹Research Institute for Marine Fisheries, 224 Le Lai Street, Ngo Quyen Ward, Hai Phong City, Vietnam

²The Institute of Oceanography, 1 Cau Da Street, Nha Trang Ward, Khanh Hoa Province, Vietnam

Received 19 March 2024; revised 14 April 2024; accepted 19 April 2024

Abstract:

Kappaphycus alvarezii farming in Vietnam is currently facing several practical challenges that have led to a decrease in area, seed availability, and output. The 2021-2022 survey shows that the area dedicated to farming has gradually diminished to approximately 345 hectares. The total production has also significantly decreased to around 700 dry tons per year. The cause of the decrease in farming area can be attributed to the lack of comprehensive planning, poor quality of seaweed seeds, and insufficient stability in commercial output. Research findings indicate that the growth rate of *K. alvarezii* remains relatively stable, with an average range of 3.43 ± 0.36 to $3.67 \pm 0.42\%$ per day. The carrageenan content ranges from 41.56 ± 2.25 to $45.42 \pm 2.10\%$ (based on the weight of clean and dry seaweed), while the gel strength ranges from 556.67 ± 25.17 to 591.00 ± 40.10 g/cm², and viscosity ranges from 93.10 ± 17.06 to 96.00 ± 25.51 cP. The research indicated that the carrageenan content and quality of *K. alvarezii* fully comply with national standards for technical requirements of carrageenan used in food additives. This study also provided an overview of the current status of *K. alvarezii* farming and production in recent years, offering a scientific foundation for evaluating and establishing a comprehensive master plan in Vietnam.

Keywords: carrageenan, content, cultivation status, *Kappaphycus alvarezii*.

Classification numbers: 1.6, 4.6

*Tác giả liên hệ: Email: tungrimf@gmail.com

1. Đặt vấn đề

Rong sụn có tên khoa học là *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex P.C. Silva, thuộc ngành rong đỏ (Rhodophyta), có hàm lượng k-carrageenan cao được sử dụng làm nguyên liệu chính trong công nghiệp thực phẩm, mỹ phẩm, dược phẩm và phân bón hữu cơ. Rong sụn có tốc độ sinh trưởng, phát triển nhanh, sinh khối có thể tăng gấp đôi trong vòng 15-30 ngày [1]. Thời gian thu hoạch có thể dao động từ 6 đến 12 tuần, tùy thuộc vào điều kiện nuôi trồng. Tuy nhiên, thông thường sau 8 tuần, rong sụn có thể đạt chỉ số tối ưu cao nhất về chất lượng (năng suất sinh khối và carrageenan cũng như độ bền của gel) cho thu hoạch [2]. Hiện nay, nhu cầu về nguyên liệu thô và các sản phẩm chế biến carrageenan đang tăng cao, thúc đẩy quá trình công nghiệp và thương mại hóa loài rong biển này. Ngoài giá trị về kinh tế, rong sụn còn có tác dụng lớn trong việc hấp thụ các yếu tố dinh dưỡng, kim loại nặng và các yếu tố gây ô nhiễm trong môi trường nước biển. Nuôi trồng rong sụn ven biển không chỉ mang lại giá trị kinh tế mà còn góp phần cải thiện đáng kể môi trường.

Trong nghiên cứu này, khái niệm rong sụn được dùng để chỉ loài rong sụn *Kappaphycus alvarezii* ở Việt Nam.

Hệ thống phân loại rong sụn, theo M.D. Guiry và cs (2024) [3]:

Ngành: Rhodophyta, Wettstein

Lớp: Florideophyceae, Cronquist

Bộ: Gigartinales, F. Schmitz

Họ: Solieriaceae, J. Agardh

Chi: *Kappaphycus*, Doty

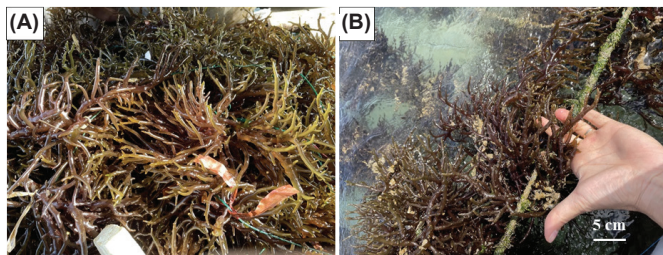
Loài: *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty

ex P.C. Silva, 1996

Tên trước đây: *Eucheuma alvarezii* (Doty, 1985)

Tên thương mại: *Eucheuma cottonii* hay Cottonii

Tên Việt Nam: Rong sụn



Hình 1. Loài rong sụn *Kappaphycus alvarezii* trồng phổ biến ở miền các tỉnh miền Trung, Việt Nam. (A) Rong được sử dụng để nhân giống sinh dưỡng, (B) Rong được nuôi bằng phương pháp dây treo phao nổi trên biển.

Ở Việt Nam, rong sụn được di nhập từ Philippines những năm 1993 về trồng tại một số tỉnh ven biển miền Trung (hình 1) [4]. Rong có cấu trúc tán với thân hình trụ tròn hoặc hơi dẹt và có nhiều nhánh. Rong trơn bóng, phân nhánh từ gốc và phân chia các nhánh phụ thành bụi. Rong thô, giòn như sụn, hơi dẻo, mọc đứng, khoảng cách giữa các đoạn phân nhánh từ 4 đến 10 cm. Màu sắc rong biển đổi nhanh chóng và phụ thuộc

hiều vào điều kiện môi trường. Thân rong thường có màu nâu, đỏ hoặc xanh phụ thuộc vào môi trường sinh thái và điều kiện vùng trồng [5]. Rong có khả năng thích nghi tốt với điều kiện khí hậu ở Việt Nam và hiện đã trở thành một trong những đối tượng nuôi thủy sản chủ lực, tạo sinh kế bền vững cho bà con ngư dân nghèo ven biển trong nhiều thập niên qua. Vùng trồng rong tập trung lớn nhất là các tỉnh ven biển miền Trung như Ninh Thuận, Khánh Hòa và Phú Yên (cũ) [6]. Tuy nhiên, do sự biến động của các yếu tố môi trường, phát triển kinh tế, xã hội, kéo theo sự đô thị hóa nên diện tích nuôi trồng ven biển ngày càng bị thu hẹp. Đời sống dân sinh đi lên, kết hợp với sự khó khăn từ nghề là nguyên nhân làm suy giảm diện tích nuôi trồng rong sụn.

Trên thực tế, Việt Nam hiện có khoảng 10.000 ha mặt nước có thể phát triển thành vùng trồng rong biển trọng điểm làm nguyên liệu phục vụ sản xuất công nghiệp. Nghề trồng rong sụn thực sự có tiềm năng phát triển thành một nghề sản xuất hàng hóa lớn mang lại giá trị lợi nhuận cao bởi nhu cầu tiêu thụ trong nước và thế giới ngày một tăng, sản lượng sản xuất ra có thể hoàn toàn được thu nhận nếu đáp ứng được tiêu chuẩn nguyên liệu. Tuy nhiên, nghề trồng rong sụn trong nước chưa thực sự được quan tâm đúng mức và chưa thể phát triển xứng tầm. Hầu hết các vùng trồng hiện nay đều do hộ cá thể và tự phát. Giá trị cây rong sụn chưa được định mức một cách hợp lý, quy hoạch phát triển nghề trồng rong chưa có hệ thống và đồng bộ. Diện tích trồng rong sụn hiện nay ở Việt Nam còn khá khiêm tốn. Tổng diện tích ước tính khoảng 560 ha [6]. Bên cạnh đó, năng suất sản lượng thấp, đạt 2-3 tấn khô/ha [6]. Bởi vậy, rong sụn thương phẩm phục vụ sản xuất trong nước còn rất thiếu, không đủ nhu cầu tiêu thụ nội địa. Hầu hết các công ty sản xuất sản phẩm từ carrageenan trong nước đều phải nhập khẩu rong nguyên liệu từ các nước khác trong khu vực. Nghiên cứu này được tiến hành nhằm đánh giá hiện trạng trồng và cung cấp dữ liệu về tốc độ sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng cây rong sụn ở Việt Nam giai đoạn gần đây. Từ đó, đưa ra khuyến nghị nhằm phát triển nghề nuôi rong sụn một cách bài bản, có hệ thống và đưa cây rong sụn trở thành một trong những đối tượng thủy sản chủ lực, không chỉ phục vụ nhu cầu sản xuất trong nước mà còn phục vụ xuất khẩu.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp đánh giá hiện trạng nuôi trồng và khai thác rong sụn

Để nghiên cứu hiện trạng nuôi trồng và khai thác rong sụn ở vùng Việt Nam, phương pháp đánh giá nhanh có sự tham gia của người dân (Participatory Rural Assessment, PRA) được sử dụng để thu thập thông tin, dữ liệu. Điều tra, thu mẫu được thực hiện bằng cách chọn lựa ngẫu nhiên và thu thập thông tin theo phiếu điều tra đã thiết kế sẵn theo nội dung nghiên cứu.

Điều tra thu thập dữ liệu thứ cấp:

Do số liệu thống kê về hiện trạng nuôi trồng và khai thác rong sụn (*K. alvarezii*) chưa đồng bộ và đầy đủ, đặc biệt giai

đoạn gần đây đang có những thay đổi đáng kể trong nghề trồng rong biển (2014-nay). Để nắm được bức tranh tổng thể về hiện trạng nuôi trồng và khai thác rong sụn cần thu thập dữ liệu thứ cấp tại các vùng trồng ven biển. Thông tin về diện tích, hiện trạng trồng và khai thác rong sụn được tham khảo từ các Chi cục Thủy sản, các báo cáo, bài báo, dữ liệu khoa học và báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu.

Điều tra thu thập dữ liệu sơ cấp:

Điều tra dữ liệu sơ cấp được tiến hành qua 2 đợt khảo sát thực tế, vào tháng 12 năm 2021 và tháng 12 năm 2022 tại một số vùng trồng rong sụn tập trung như Ghềnh Ráng (Bình Định cũ), đầm Cù Mông (Phú Yên cũ), vịnh Vân Phong và Cam Ranh (Khánh Hòa cũ), Mỹ Hiệp, Khánh Hội, Cà Ná và Sơn Hải (Ninh Thuận cũ). Tại mỗi vùng khảo sát, thông tin về rong sụn được phỏng vấn trực tiếp thông qua bộ câu hỏi điều tra. Thông tin thu thập bao gồm: nguồn giống, hiện trạng trồng và khai thác sản lượng, phương thức thu hoạch, sơ chế, bảo quản, cách thức quản lý và định hướng phát triển nghề rong sụn tại địa phương. Đối tượng phỏng vấn được bắt đầu từ người trồng rong đến người thu mua và doanh nghiệp chế biến, thương mại rong sụn. Phiếu điều tra được thiết lập và tiến hành phỏng vấn sơ bộ để điều chỉnh cho phù hợp trước khi thực hiện.

2.2. Phương pháp đánh giá tốc độ sinh trưởng và chất lượng rong biển

Đánh giá tốc độ sinh trưởng:

Thí nghiệm trồng rong được thiết kế nhằm đánh giá tốc độ sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng rong sụn tại ba vùng trồng là Vân Phong, Cam Ranh (Khánh Hòa cũ) và Khánh Hội (Ninh Thuận cũ), từ tháng 3 đến tháng 4/2021. Rong được nuôi trồng trong các lồng lưới theo phương pháp giàn treo phao nổi để hạn chế hao hụt do sóng gió và cá ăn rong. Lồng lưới dạng hình hộp có các cạnh đáy là 1,5 m và chiều cao 0,8 m làm bằng lưới tấm với mắt lưới 1 cm. Mỗi địa điểm thí nghiệm được bố trí lặp lại 3 lần (3 lồng lưới) với tổng số 90 khóm rong (30 khóm/lồng lưới, có đánh số thứ tự đầu cuối nhằm phục vụ cho việc thu số liệu). Chọn mỗi khóm rong có trọng lượng ban đầu 100 g tươi. Các khóm rong buộc nối tiếp nhau vào dây rong ($\Phi=2$ mm) bằng nylon mềm. Khoảng cách buộc các khóm rong vào dây rong bình quân 20 cm. Các dây rong buộc song song nhau trong ô lồng lưới, khoảng cách các dây rong là 30 cm. Giữ các dây rong cách mặt nước khoảng 30 cm bằng phao xốp. Định kỳ 9 ngày một lần cân khối lượng từng bụi rong sụn để đánh giá tốc độ sinh trưởng.

Tốc độ sinh trưởng về khối lượng (L%/ngày) của rong sụn tại các thí nghiệm được tính theo công thức của C.A. Penniman và cs (1986) [7]:

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

trong đó: L là tốc độ tăng trưởng về khối lượng (%/ngày); W_0 là khối lượng rong ban đầu (g); W_t là khối lượng rong sau t ngày trồng (g); t là thời gian nuôi trồng (ngày).

Phân tích hàm lượng carrageenan:

Hàm lượng và chất lượng carrageenan của rong sụn được phân tích vào cuối chu kỳ nuôi để tránh hao hụt rong thí nghiệm. Khi thí nghiệm kết thúc, rong được thu hoạch, phơi khô và tiến hành phân tích. Phương pháp xác định hàm lượng carrageenan của rong sụn tuân theo mô tả của S. Istini và cs (1994) [8]. Cụ thể: rong sụn tươi sau khi thu, được rửa sạch bằng nước biển nhằm loại bỏ bùn, sạn cát, các loài rong tạp và sinh vật bám, rồi đem phơi khô. Rong khô được rửa sạch và ngâm rửa nước ngọt nhiều lần để loại bỏ hết muối và đem sấy ở nhiệt độ 60°C đến khi đạt khối lượng không đổi. Lấy 20 g rong sạch muối xử lý trong dung dịch KOH 6%, theo tỷ lệ rong so với dung dịch KOH là 1/20, ở nhiệt độ 80°C trong 3 giờ. Tiếp theo, trung hòa bằng axit H_2SO_4 5% trong vòng 30 phút. Cuối cùng, rửa sạch rong bằng nước máy nhiều lần cho đến môi trường trung tính. Rong xử lý ở trên được nấu chiết trong nước cất theo tỷ lệ rong chiết so với nước cất là 1/50 ở nhiệt độ 95-100°C. Thời gian nấu chiết khoảng 1-1,5 giờ đến khi rong nát và tiến hành lọc lấy dịch. Dịch chiết được cô đặc bằng cách khuấy bay hơi trên nồi cách thủy đến 1/2 thể tích ban đầu. Đưa vào dịch chiết đã cô đặc cồn ethanol 96% với tỷ lệ dịch chiết: cồn = 1:3 và khuấy định kỳ. Tủa carrageenan được tách ra bằng ly tâm và sấy khô. Carrageenan khô được cân, tính hàm lượng carrageenan trong rong sụn theo tỷ lệ rong sạch muối.

Đánh giá chất lượng carrageenan:

Chất lượng carrageenan của rong sụn được phân tích tuân theo TCVN 10372:2014 [9]. Cụ thể, mẫu rong sụn tươi cuối thí nghiệm được tiến hành đo sức đông bằng cách sử dụng dung dịch 1,5% carrageenan trong nước cất có bổ sung 0,2% KCl, ở ngưỡng nhiệt độ ở 20°C. Độ nhớt được đo bằng cách sử dụng dung dịch 1,5% carrageenan trong nước cất, ở ngưỡng nhiệt độ 75°C. Độ nhớt và sức đông đều được tiến hành đo bằng máy RheoMeter, Model CR-500DX, Sun Scientific Co. Ltd. (Nhật Bản).

2.3. Phương pháp phân tích và xử lý số liệu

Các số liệu thu thập được tính toán các giá trị trung bình, độ lệch chuẩn bằng phần mềm Microsoft Excel 2013, so sánh sự khác biệt giữa các nghiệm thức theo phương pháp phân tích ANOVA một nhân tố với phép thử Duncan bằng phần mềm thống kê SPSS 22.0 ở mức ý nghĩa ($p < 0,05$).

3. Kết quả

3.1. Hiện trạng trồng và khai thác rong sụn ở Việt Nam

Hiện trạng trồng rong sụn ở Việt Nam:

Kết quả điều tra hiện trạng trồng rong sụn trong năm 2021-2022 tại các tỉnh ven biển miền Trung cho thấy diện tích và sản lượng đang giảm đi một cách rõ rệt. Rong sụn hiện tại chỉ còn trồng tập trung tại vùng ven biển Vân Phong, Khánh Hòa cũ và vùng biển hồ tại các xã ven biển: Cà Ná, Khánh Hội, Phước Diên, Sơn Hải, tỉnh Ninh Thuận cũ. Một số vùng trồng khác

như Ghềnh Ráng (Bình Định cũ), Cù Mông (Phú Yên cũ) hay Cam Ranh (Khánh Hòa cũ) hiện không còn canh tác. Một số nguyên nhân chính dẫn đến sự suy giảm diện tích trồng được cho là thiếu nguồn cung ứng rong giống chất lượng, giá cả thị trường đầu ra rong thương phẩm thấp và thiếu ổn định, được mùa thì mất giá, làm giảm động lực theo đuổi nghề của người dân. Bên cạnh đó, sự phát triển nhanh của các ngành nghề kinh tế khác cũng kéo theo nguồn nhân lực của nghề rong biển. Sự phát triển kinh tế và du lịch cũng làm giảm đáng kể diện tích nuôi trồng rong ven biển.

Những năm 1996-1997, rong sụn được di trồng thử nghiệm ở miền Bắc (Hải Phòng và Quảng Ninh) nhưng hiệu quả không cao nên chưa được nhân rộng [10]. Năm 2020-2022, rong sụn được du nhập trồng tại khu vực đảo Phất Cờ, huyện Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh. Mặc dù, diện tích trồng còn hạn chế nhưng kết quả cho thấy rong sụn thích nghi và cho tiềm năng phát triển tốt tại khu vực này. Kết quả thực nghiệm từ Viện Nghiên cứu Hải sản cho thấy, rong sụn được trồng thành công tại khu vực đảo Phất Cờ, huyện Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh bằng mô hình lồng lưới kết hợp giàn phao nổi HDPE. Rong thích nghi và cho tốc độ phát triển tốt nhất khi thời tiết mát mẻ, thường từ tháng 9 đến tháng 12 và tháng 3 đến tháng 5 hằng năm. Thân rong phát triển lớn, tạo thành các tán dài với nhiều nhánh nhỏ phát sinh, tốc độ sinh trưởng trung bình lên tới 5-7%/ngày, năng suất ước tính đạt 20-30 tấn rong tươi/ha cho một mùa vụ 3-5 tháng. Khi rong phát triển tốt nhất, trọng lượng có thể gấp đôi chỉ sau 20-30 ngày nuôi trồng. Tuy nhiên, vào mùa nắng nóng (cuối tháng 5 đến cuối tháng 8) hoặc mùa lạnh (cuối tháng 12 đến tháng 2), rong khó phát triển và có thể chết hàng loạt.

Tại các tỉnh ven biển miền Trung, rong sụn thích nghi tốt và được sản xuất ổn định theo mùa vụ. Hiệu suất sản lượng thu được hằng năm có sự biến động phụ thuộc nhiều vào điều kiện thời tiết, môi trường nuôi và chất lượng nguồn giống ban đầu. Rong sụn có thể trồng được ở hầu hết các thủy vực ven biển, đầm phá, vũng vịnh và cả các đảo nổi, nơi có độ sâu 0,5-10 m. Rong sụn được trồng phổ biến theo phương pháp dây treo phao nổi tại các vùng ven biển hoặc tại các ao đầm để giữ giống (kết hợp nuôi thương phẩm). Mùa vụ trồng rong biển phụ thuộc nhiều vào vị trí địa lý và đặc trưng khí hậu của khu vực. Tại khu vực vịnh Vân Phong, tỉnh Khánh Hòa cũ nơi có địa hình vụng, vịnh kín, rong biển được lưu giữ và phát triển quanh năm. Tuy nhiên, mùa mát (tháng 10-4 năm sau) vẫn thích hợp nhất để trồng và thu hoạch rong sụn, các tháng còn lại trồng rong Bắp sú và rong sụn gai được trồng phổ biến hơn. Tại tỉnh Ninh Thuận cũ, rong sụn được chia thành hai mùa trồng rõ rệt. Tại vùng Từ Thiện, Sơn Hải, Khánh Nhơn nơi có nước trời và mùa gió trướng, rong sụn được trồng chính vào tháng 5-9 hằng năm. Trong khi đó, tại các vùng khác như Cà Ná, Khánh Hội, Phước Diêm, rong thường được trồng vào tháng 10 đến tháng 4 năm sau tại những nơi ít chịu tác động trực tiếp của sóng và gió mùa Đông Bắc.

Diện tích và hình thức nuôi trồng rong sụn:

Theo kết quả thống kê sơ bộ, diện tích tiềm năng cho trồng rong biển khu vực ven biển Vân Đồn (Quảng Ninh) ước tính lên tới 100 ha với khoảng 23 hộ dân nuôi trồng thủy sản có thể tiến hành trồng rong. Năm 2022, khu vực ven đảo Phất Cờ đang có khoảng 2-3 ha do Hợp tác xã Phất Cờ kết hợp với Công ty Cổ phần nhựa Super Trường Phát triển khai thực hiện và có khoảng 8-10 ha phía ngoài đảo tính từ bờ do các hộ dân triển khai nuôi tự phát. Các hộ gia đình nuôi rong chủ yếu kết hợp với nuôi hàu trên giàn phao nổi HDPE. Nếu quy trình nuôi ổn định, tiềm năng phát triển mô hình rong thương phẩm tại khu vực này là rất lớn (hình 2).



Hình 2. Rong sụn được trồng bằng 2 phương pháp. (A) phương pháp giàn phao nổi HDPE tại Vân Đồn, Quảng Ninh, **(B)** phương pháp dây treo phao nổi khu vực Cà Ná, Thuận Nam, Ninh Thuận.

Theo thống kê của D.D. Thu và cs (2014) [4], tổng diện tích trồng rong sụn tại các tỉnh ven biển Việt Nam chỉ còn khoảng 560 ha, các vùng trồng lớn (≥ 100 ha) gồm có vịnh Vân Phong, Cam Ranh (Khánh Hòa cũ) và Sơn Hải (Ninh Thuận cũ). Trong đó vùng trồng có diện tích lớn nhất với khoảng 200 ha tại vịnh Vân Phong và Cam Ranh với khoảng 120 ha (Khánh Hòa cũ). Các vùng nuôi khác có diện tích bé hơn, như Sông Cầu, Phú Yên hay Khánh Hội, chỉ khoảng 10-30 ha. Tuy nhiên, theo số liệu thực tế điều tra hiện trạng nuôi trồng rong sụn trong hai năm 2021-2022 cho thấy, hiện tại vùng trồng rong sụn đang bị thu hẹp, vùng trồng lớn nhất còn duy trì ở hai khu vực chính là các xã ven biển tỉnh Ninh Thuận cũ (Phước Diêm, Cà Ná, Sơn Hải, Khánh Hội và Mỹ Hiệp) và khu vực vịnh Vân Phong (Khánh Hòa cũ). Trong đó, khu vực Vân Phong có sự đan xen của các loài rong sụn, rong sụn gai (*Kappaphycus denticulatum*) và rong bắp sú (*Kappaphycus striatus*) theo mùa vụ thích hợp. Loài rong sụn (*K. alvarezii*) chỉ được trồng từ tháng 10 đến tháng 4 năm sau và chiếm khoảng 90% sản lượng vùng trồng. Từ tháng 4

đến tháng 9 chủ yếu trồng rong bắp sủ và rong sụn gai, rong sụn chỉ được trồng một lượng ít (chiếm 2-3% diện tích) với mục đích giữ giống. Các điểm còn lại như Ghềnh Ráng (Bình Định), Sông Cầu (Phú Yên) hay Cam Ranh (Khánh Hòa) hiện không còn nuôi trồng rong sụn. Bà con nông dân tại các khu vực này chuyển sang các mô hình kinh tế khác có thu nhập tốt hơn. Một số bà con chuyển qua đánh bắt thủy sản xa bờ, thu mua hải sản và một số hiện không còn làm nghề thủy sản.

Theo khảo sát, tổng diện tích nuôi trồng sụn tại các tỉnh miền Trung đang bị thu hẹp, ước tính chỉ còn khoảng 345 ha trong những năm gần đây và khoảng 70% sản lượng rong sụn tập trung chủ yếu tại vùng ven biển Ninh Thuận (bảng 1). Do đó, sản lượng rong sụn nuôi trồng thu được thấp, chủ yếu phục vụ nhu cầu thị trường trong nước. Rong sụn khô được thu mua và cung cấp nguyên liệu cho các cơ sở chế biến mứt, kẹo mềm và nước uống từ rong biển tại Ninh Thuận và TP Hồ Chí Minh.

Bảng 1. Diện tích trồng rong sụn (*K. alvarezii*) ước tính tại Việt Nam theo các nghiên cứu và theo khảo sát thực tế trong năm 2021-2022.

Địa phương	Vùng nuôi trồng	Diện tích trồng 2003 (ha)*	Diện tích trồng 2006 (ha)**	Diện tích trồng 2014 (ha)***	Diện tích trồng 2021-2022 (ha)
Quảng Ninh	Vân Đồn				10
Khánh Hòa	Vân Phong		135	200	130
	Cam Ranh	300	160	120	
Ninh Thuận	Mỹ Hiệp	350	100	40	45
	Khánh Hội		80	30	15
	Sơn Hải		290	100	75
Phú Yên	Phước Diêm & Cà Ná		140	60	70
	Sông Cầu	100	100	10	
Bình Định	Ghềnh Ráng		5		
Bình Thuận	Tuy Phong		110		
Kiên Giang	Phú Quốc	30	10		
Tổng cộng		780	1130	560	345

*: H.Q. Nang (2004) [11]; **: H.Q. Nang và cs (2007) [4], ***D.D. Thu và cs (2014) [6].

Hiện nay, chưa có doanh nghiệp trực tiếp thu mua rong sụn, giao dịch chủ yếu thông qua các thương lái nên giá rong sụn khô thường biến động nhiều. Năm được mùa thì giá giảm và năm mất mùa giá có thể tăng cao. Giá thành nguyên liệu rong sụn khô còn thấp, dao động 35.000-45.000 đồng/kg. Với giá thành này, một mùa vụ người nông dân thu hoạch chỉ khoảng 60-80 triệu đồng/ha, thấp hơn nhiều so với việc canh tác các loài rong và thủy sản khác. Điều này ảnh hưởng lớn đến hiệu quả kinh tế và tính cạnh tranh trong sản xuất và trồng rong sụn. Diện tích và sản lượng trồng vì vậy không ổn định, bà con ít canh tác, dẫn đến diện tích và sản lượng rong sụn giảm.

Sản lượng rong sụn sau thu hoạch:

Kết quả điều tra cho thấy, sản lượng rong sụn nguyên liệu thu hoạch tại các tỉnh ven biển miền Trung vào khoảng 700 tấn rong

nguyên liệu khô (tương đương khoảng 56.000 tấn rong tươi) trong những năm 2021-2022 (bảng 2). Theo đó, các tỉnh như Bình Định, Phú Yên cũ, hiện không ghi nhận nuôi trồng rong sụn. Tại khu vực Cam Ranh (Khánh Hòa cũ), với diện tích khoảng 120 ha đã không còn hoạt động, các hộ nuôi rong chuyển sang khai thác hải sản và nuôi một số đối tượng có giá trị kinh tế khác. Sản lượng rong sụn thu hoạch được chủ yếu đến từ các hộ nuôi trồng thuộc vịnh Vân Phong, huyện Vạn Ninh, tỉnh Khánh Hòa cũ (khoảng 210 tấn khô) và các xã ven biển Ninh Thuận (khoảng 490 tấn khô). Khu vực phía Bắc, cụ thể là vùng trồng rong sụn quanh đảo Phất Cờ, Vân Đồn mới chỉ bước đầu triển khai được hai mùa vụ, bởi vậy, sản lượng rong thu hoạch chưa đáng kể với khoảng 2,1 tấn rong khô (tương đương 20-25 tấn rong tươi).

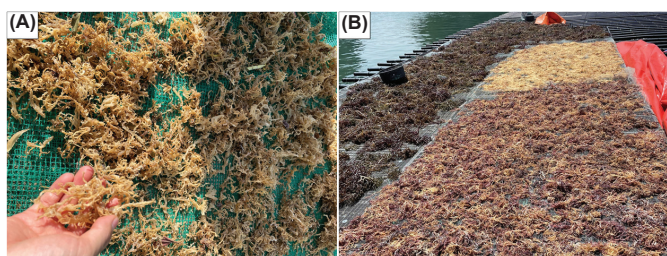
Bảng 2. Tổng sản lượng ước tính rong sụn (*K. alvarezii*) tại Việt Nam theo các nghiên cứu và theo khảo sát thực tế trong năm 2021-2022.

Năm	Số hộ nuôi	Năng suất bình quân (tấn khô/ha/3 tháng)	Tổng sản lượng (tấn rong khô)	Nguồn tham khảo
Năm 2003			1200	H.Q. Nang (2004) [11]
Năm 2006	1500	2,0-3,5	2500	H.Q. Nang và cs (2007) [4]
Năm 2014		2-3	1200	D.D. Thu và cs (2014) [6]
Năm 2021-2022		2-3	700	Số liệu khảo sát

Phương thức thu hoạch, sơ chế và bảo quản:

Thời gian trồng và thu hoạch rong sụn liên quan nhiều đến mùa vụ, vùng trồng và tốc độ sinh trưởng. Trung bình thời gian thu hoạch rong sụn khoảng sau 60 ngày. Người dân thường thu hoạch vào ngày thời tiết tốt, nắng nhiều, không mưa. Rong có thể được tiến hành thu tỉa (thu từng phần) hoặc thu hoàn toàn phụ thuộc vào nhu cầu của người trồng rong. Rong thu hoạch được rửa sạch các chất bám bẩn bằng nước biển, sau đó loại bỏ rong tạp và các tạp chất khác trước khi tiến hành phơi khô. Rong được thu trên các thuyền thúng, vận chuyển vào bờ và phơi trên các bạt nhựa, phơi trên giàn tre, giàn lưới hoặc phơi ngay trên sân xi măng, sân gạch. Bà con ngư dân phơi rong bằng phương pháp truyền thống, chủ yếu bằng ánh nắng mặt trời. Phương pháp đơn giản, dễ thực hiện và có thể tiến hành ở mọi nơi. Độ dày của lớp rong phơi thường ≤10 cm, rong được trải đều, không vón và được đảo đều trong quá trình phơi. Thời gian phơi rong tốt nắng thì 3 ngày, yếu nắng thì 4 ngày. Trong quá trình phơi thường trở mặt rong 1-2 lần/ngày. Sau một ngày phơi, rong ngót đi và được dọn lại để lấy diện tích trồng cho lượt phơi rong của ngày hôm sau.

Khi phơi rong không được phơi quá dày, thường khoảng 5-10 cm và thường trở mặt rong để rong khô đều. Trong quá trình phơi rong, thường hạn chế nước mưa hay nước ngọt. Ban đêm, người dân thường dọn thành đống và phủ bạt để che sương, che mưa. Sau khoảng 3 nắng, rong khô và xuất hiện một lớp muối trắng trên bề mặt thân rong. Sau đó, gỡ bỏ các dây buộc, rác, giữ sạch cát, muối rồi cho vào bao đóng thành từng kiện. Rong khô, được thu và cho vào bao tải, để nơi thoáng mát, kê trên kệ gỗ cách nền nhà, cách tường 20 cm để tránh ẩm mốc (hình 3).



Hình 3. Phương thức thu hoạch và phơi rong sụn trên giàn lưới tại khu vực nuôi ven biển: (A) Khánh Hội, Ninh Thuận và tại bè nổi khu vực (B) đảo Phát Cờ, Vân Đồn, Quảng Ninh.

3.2. Tốc độ sinh trưởng, hàm lượng và chất lượng carrageenan

Tốc độ sinh trưởng:

Để đánh giá tốc độ sinh trưởng rong sụn, các thí nghiệm được thiết lập tại ba vùng nuôi trọng điểm Vân Phong, Cam Ranh (Khánh Hòa) và Khánh Hội (Ninh Thuận). Tốc độ sinh trưởng được theo dõi với chu kỳ 9 ngày một lần được tiến hành thông qua cách đo về khối lượng của rong sụn tại các địa điểm thí nghiệm (bảng 3). Kết quả nghiên cứu cho thấy, tốc độ tăng trưởng trung bình của rong sụn được nuôi trồng tại ba vùng thí nghiệm không có nhiều khác biệt, biến động cùng xu thế và đạt ngưỡng trung bình lớn hơn 3%/ngày. Tốc độ sinh trưởng cao nhất đạt được ở tuần thứ hai (ngày thứ 10-18), đạt ngưỡng $4,30 \pm 0,46$ đến $4,71 \pm 0,52\%$ /ngày và thấp nhất ở tuần thứ bảy (ngày thứ 37-45), đạt ngưỡng $2,42 \pm 0,24$ đến $2,67 \pm 0,21\%$ /ngày ở cả ba vùng nghiên cứu. Sự phát triển của rong theo từng chu kỳ quan sát là khác biệt và có sự biến động rõ rệt. Tốc độ sinh trưởng của rong sụn tại các điểm nghiên cứu Vân Phong, Cam Ranh và Khánh Hội đều có xu hướng tăng mạnh ở giai đoạn hai tuần đầu (sau 18 ngày) khi rong bắt đầu được nuôi trồng tại các vị trí tiến hành thí nghiệm. Tuy nhiên, ở cuối chu kỳ nuôi (ngày thứ 28-36) rong có xu hướng bình ổn và bắt đầu phát triển chậm lại. Đặc biệt, sau 5 chu kỳ theo dõi (ngày thứ 37-45), rong cho tốc độ sinh trưởng thấp nhất với mức trung bình đạt mức $2,42 \pm 0,24$ đến $2,67 \pm 0,21\%$ /ngày.

Bảng 3. Tốc độ sinh trưởng (%/ngày) tính bằng khối lượng theo thời gian nuôi trồng (mean \pm SD) tại các địa điểm tiến hành thí nghiệm.

Thời gian	Địa điểm		
	Vân Phong	Cam Ranh	Khánh Hội
Ngày 1-9	2,97 ^b \pm 0,25	3,28 ^b \pm 0,33	3,15 ^b \pm 0,17
Ngày 10-18	4,30 ^a \pm 0,46	4,71 ^a \pm 0,52	4,49 ^a \pm 0,44
Ngày 19-27	4,18 ^a \pm 0,45	4,26 ^a \pm 0,58	4,14 ^a \pm 0,39
Ngày 28-36	3,29 ^b \pm 0,41	3,58 ^b \pm 0,34	3,42 ^b \pm 0,27
Ngày 37-45	2,42 ^c \pm 0,24	2,54 ^c \pm 0,33	2,67 ^c \pm 0,21
Trung bình	3,43 \pm 0,36	3,67 \pm 0,42	3,57 \pm 0,30

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

Khi mới di nhập về Việt Nam, rong sụn được trồng tại khu vực nước sâu Sơn Hải, Ninh Phước, Ninh Thuận, vùng nước nông Đầm Nại, Ninh Hải, Ninh Thuận và vùng nước nông ven Đầm Thủy Triều thuộc các xã Cam Nghĩa, Cam Phúc, Cam Ranh, Khánh Hòa. Tốc độ tăng trưởng của rong sụn dao động 7-9%/ngày vào tháng 6 và dao động 5-6%/ngày vào tháng 1-7, nhưng giảm xuống dưới 4%/ngày vào tháng 8 (mùa nóng) [12]. Tốc độ tăng trưởng cũng được ghi nhận với 6,1%/ngày theo kết quả ghi nhận khi di trồng rong sụn tại một số tỉnh miền Trung những năm sau đó và lên tới 8%/ngày trong mô hình trồng rong sụn *K. alvarezii* luân canh trong ao, địa nuôi tôm ven biển tại khu vực này [13, 14].

Tuy nhiên, ghi nhận thời gian gần đây cho thấy tốc độ sinh trưởng rong sụn nuôi trồng tự nhiên tại vùng ven biển miền Trung có xu thế suy giảm, đạt 2,47%/ngày tại khu vực đầm Báy, Nha Trang, Khánh Hòa cũ với ba đợt trồng tháng 2-5/2012, tháng 6-8 và tháng 9-11/2012 [15]. Tốc độ sinh trưởng rong sụn tại vùng ven biển hồ thôn Khánh Hội, xã Tri Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận cũ, bình quân chỉ đạt $2,13 \pm 0,34\%$ /ngày [16] trong thời gian trồng từ tháng 11/2010 đến tháng 04/2011 và dao động 3-6,2%/ngày tại các tỉnh ven biển Ninh Thuận, Khánh Hòa cũ trong thời gian thí nghiệm từ tháng 4 đến tháng 5 năm 2014 (hình 4) [6].



Hình 4. Thí nghiệm đánh giá tốc độ tăng trưởng, hàm lượng và chất lượng rong sụn tại vùng ven biển miền Trung, Việt Nam. (A) Thiết kế lồng lưới, (B) Buộc dây treo rong theo từng ô lồng thí nghiệm; (C), (D) Nuôi thả và theo dõi sinh trưởng rong sụn.

Tốc độ sinh trưởng trung bình của rong sụn trong nghiên cứu này thấp hơn nhiều so với giai đoạn đầu di nhập rong sụn về trồng tại Việt Nam. Tuy nhiên, tốc độ sinh trưởng trung bình có phần nhỉnh hơn một số nghiên cứu trong giai đoạn gần đây. Sự khác biệt này đến từ phương pháp tiến hành thí nghiệm. Rong sụn trồng thí nghiệm được bố trí trong ô lồng lưới để hạn chế sự xâm hại từ các đối tượng động vật ăn rong. Bởi vậy, kết quả này hoàn toàn tương

thích với nghiên cứu trước đây, khi tiến hành nuôi rong sụn bằng ô lồng lưới, hạn chế được sự xâm hại từ các loài cá ăn rong tại khu vực vịnh Cam Ranh (Khánh Hòa cũ). Theo kết quả nghiên cứu trước đó, tốc độ sinh trưởng rong sụn tốt nhất, đạt được 3,25%/ngày với lồng lưới có kích thước mắt lưới 2a=5cm. Tốc độ sinh trưởng này cao hơn hẳn so với rong sụn trồng không qua ô lồng lưới, chỉ đạt 2,57%/ngày [17]. Kết quả này cũng tương đồng với nghiên cứu thiết lập mô hình trồng rong sụn tại khu vực đảo Phú Quý (Bình Thuận cũ), với tốc độ tăng trưởng đạt 3,74±0,19 [18]. Điều này cho thấy, rong sụn trồng cho tốc độ sinh trưởng tốt và ổn định hơn nhiều nếu hạn chế được tác động từ địch hại.

Hàm lượng và chất lượng carrageenan:

Hàm lượng và chất lượng carrageenan được xem là tiêu chí quan trọng để đánh giá chất lượng rong sụn. Trong nghiên cứu này, hàm lượng (tính theo % rong khô sạch), sức đông (g/cm²) và độ nhớt (cP) được phân tích để đánh giá chất lượng rong trồng thương phẩm. Kết quả phân tích cho thấy, vùng trồng có ảnh hưởng đến hàm lượng nhưng không ảnh hưởng đến chất lượng carrageenan. Cụ thể, hàm lượng carrageenan (tính theo % khối lượng rong khô sạch), dao động từ 41,56±2,25% (tại Cam Ranh) đến 45,42±2,10% (Khánh Hội) (bảng 4). Tuy nhiên, sự sai khác về hàm lượng carrageenan là không quá lớn giữa các vùng thí nghiệm.

Bảng 4. Hàm lượng và chất lượng carrageenan rong sụn thương phẩm tại một số vùng nghiên cứu.

Địa điểm	Hàm lượng (%/w rong khô sạch)	Sức đông (g/cm ²)	Độ nhớt (cP)
Vân Phong	43,27 ^{ab} ±1,94	576,67±35,12	91,10±17,06
Cam Ranh	41,56 ^b ±2,25	591,00±40,10	95,67±12,66
Khánh Hội	45,42±2,10	556,67±25,17	97,07±25,51

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

Hàm lượng carrageenan rong sụn trong nghiên cứu này có giá trị tương đương với hàm lượng carrageenan của rong sụn trồng tại Khánh Hòa thời gian đầu di nhập, 40,2-51,9% trọng lượng khô sạch và hoàn toàn tương đồng với hàm lượng carrageenan thu được trong nghiên cứu tối ưu hiệu suất tách chiết carrageenan rong sụn trồng tại Ninh Thuận cũ, đạt 48,31% trọng lượng rong khô sạch hay tương đồng với hàm lượng carrageenan của rong sụn trồng tại vùng biển hồ thôn Khánh Hội, xã Tri Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận cũ, đạt 42,18-44,95% trọng lượng khô sạch [12, 16, 19].

So với một số nghiên cứu về hàm lượng carrageenan rong sụn tại Việt Nam, kết quả nghiên cứu này nằm trong ngưỡng dao động 30-46% trọng lượng rong khô sạch [13]. Tuy nhiên, kết quả nghiên cứu này có phần thấp hơn khi so sánh với nghiên cứu về carrageenan rong sụn tại Khánh Hòa và Ninh Thuận cũ, giai đoạn tháng 4-5, năm 2014, hàm lượng trung bình của carrageenan, dao động 51-56% trọng lượng rong khô sạch [20].

Chất lượng carrageenan thu được thể hiện thông qua sức đông và độ nhớt. Chất lượng carrageenan trong nghiên cứu này có sự biến động so với các nghiên cứu trước đây, cụ thể sức đông dao động từ đến 556,67±25,17 đến 591,00± 40,10 g/cm² và độ nhớt dao động từ 91,10±17,06 đến 97,07±25,66 cP theo các điểm thí nghiệm (bảng 5). Sự sai khác về chất lượng và độ nhớt của carrageenan trong nghiên cứu này so với các nghiên cứu khác có thể đến từ phương pháp tiến hành đo và cách thức phân tích mẫu.

Nhìn chung, hàm lượng và chất lượng carrageenan của rong sụn trong nghiên cứu này khá tốt, đảm bảo theo tiêu chuẩn quốc gia về carrageenan dùng trong phụ gia thực phẩm, với hàm lượng cho phép dao động 15-40% khối lượng chất khô, chất lượng carrageenan không nhỏ hơn 300 g/cm² và độ nhớt không nhỏ hơn 5 cP, theo TCVN 10372:2014 [9].

4. Một số thuận lợi và khó khăn của nghề trồng rong sụn tại Việt Nam

Nghề nuôi trồng rong sụn ở Việt Nam là nghề có triển vọng kinh tế bởi nhu cầu ngày càng tăng các sản phẩm từ rong biển như thực phẩm, dược phẩm, mỹ phẩm và phân bón hữu cơ. Nghề nuôi trồng rong sụn thường ít phải đầu tư, kỹ thuật đơn giản nhưng cần nhiều công chăm sóc. Sản lượng rong sụn khô nhiều năm đạt ngưỡng cao, mang lại giá trị kinh tế và cơ hội việc làm cho bà con nông dân và thúc đẩy sự phát triển kinh tế địa phương. Việc nuôi trồng rong biển còn đóng góp vai trò quan trọng trong việc bảo vệ và cải tạo môi trường nước ở các vùng nuôi trồng thủy sản, đặc biệt trong bối cảnh ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu ngày càng gia tăng. Trên thực tế, từ khi di nhập vào Việt Nam, rong sụn (*K. alvarezii*) đã tạo nên một nghề mới, giúp bà con ngư dân vùng ven biển Ninh Thuận và Khánh Hòa và một số địa phương lân cận có được sinh kế bền vững và thoát nghèo.

Những năm gần đây, nuôi trồng rong sụn hiện đang gặp nhiều khó khăn với các tác động từ biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường, từ suy thoái nguồn rong giống đến thiếu ổn định giá cả thị trường. Điều kiện thời tiết bất lợi, các sinh vật địch hại như cá tạp ăn rong, bão gió, nước lủ có thể cuốn trôi hoặc làm đứt gãy, góp phần làm sản lượng rong thương phẩm bị hao hụt một cách nghiêm trọng. Thời tiết nắng nóng bất thường kéo dài và nhiệt độ cao làm rong kém sinh trưởng, teo thân, tàn lụi và có thể chết trắng. Ô nhiễm môi trường tạo điều kiện cho bệnh rong phát triển, rong bám, rong ký sinh và bệnh nhũn thân. Bên cạnh đó, phương thức canh tác truyền thống bằng cách nhân giống sinh dưỡng liên tục góp phần làm suy giảm năng suất và tốc độ sinh trưởng của cây rong sụn. Nhiều mùa vụ, năng suất ước tính chỉ đạt 7-10 tấn rong khô/ha sau thời gian trồng 6 tháng. Giá rong sụn thương phẩm thấp và phụ thuộc nhiều vào việc thu mua của thương lái cũng là một trong những nguyên nhân làm cho việc cung ứng, sản xuất rong sụn bị thu hẹp. Các hộ nuôi trồng rong biển thường xuyên rơi vào tình trạng được mùa thì mất giá, dẫn đến người dân nuôi trồng rong biển không được đảm bảo hiệu quả kinh tế. Nhiều gia đình

thậm chí chịu thua lỗ hoặc không có vốn để tiếp tục đầu tư, phải tìm kiếm công việc khác để mưu sinh hoặc chuyển đổi sang các đối tượng khác có giá trị kinh tế cao hơn.

5. Kết luận

Rong sụn là đối tượng thủy sản giàu tiềm năng trong phát triển kinh tế, xóa đói giảm nghèo cho nông dân các tỉnh ven biển. Hiện nay, nghề trồng rong sụn hiện đang bị suy giảm mạnh cả về diện tích lẫn sản lượng. Bên cạnh sự tác động của ô nhiễm môi trường và biến đổi khí hậu, nguồn giống di nhập theo thời gian dần bị thoái hóa, dẫn tới tốc độ sinh trưởng và sản lượng thu hoạch ngày càng thấp. Đầu vào và đầu ra sản phẩm thiếu ổn định. Người dân hầu hết canh tác tự phát và có thể bị thua lỗ. Công tác quy hoạch, quản lý và phát triển nhóm loài này chưa được quan tâm đúng mức. Bởi vậy, diện tích và sản lượng nuôi trồng ngày càng bị thu hẹp. Để có thể phát triển và ổn định nghề trồng rong sụn, cần có sự quan tâm, hỗ trợ đúng mức của các đơn vị quản lý, nhà khoa học và người làm chính sách. Cây rong sụn cần được tập trung nghiên cứu phát triển và khai thác tối đa lợi ích.

Theo tinh thần của Quyết định số 339/QĐ-TTg ngày 11/3/2021 [21] của Thủ tướng Chính phủ phê duyệt Chiến lược phát triển thủy sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, cần thiết phải xây dựng một hệ thống đồng bộ từ công tác định hướng quản lý, sự quan tâm của các doanh nghiệp sản xuất và sự góp sức góp trí tuệ của các nhà khoa học cũng như công sức của người dân lao động. Xây dựng một chiến lược đồng bộ sẽ thúc đẩy phát triển được chuỗi giá trị sản phẩm từ rong biển. Trong đó, giải pháp cung cấp cho người dân nguồn giống chất lượng, hỗ trợ kỹ thuật canh tác, kết nối thông tin, ổn định đầu ra sản phẩm và tối ưu hóa sản xuất sẽ mang lại hiệu quả kinh tế bền vững cho ngành rong biển trong nước.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này là một phần kết quả của đề tài: “Nghiên cứu ứng dụng công nghệ cao trong sản xuất giống và công nghệ trồng rong cho năng suất, chất lượng carrageenan cao ở miền Trung”, do Viện Nghiên cứu Hải sản tiến hành và được tài trợ kinh phí bởi Bộ Nông nghiệp và Môi trường. Tác giả xin trân trọng cảm ơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] C. Gavino, J. Trono (1992), “*Euclidean and Kappaphycus*: Taxonomy and cultivation”, *Bulletin Marine Science*, **12**, pp.51-65.

[2] R.D. Villanueva, J.B. Romero, M.N.E. Montano, et al. (2011), “Harvest optimization of four *Kappaphycus* species from the Philippines”, *Biomass and Bioenergy*, **35**, pp.1311-1316. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.12.044.

[3] M.D. Guiry, G.M. Guiry (2024), “AlgaeBase”, National University of Ireland, Galway, <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=371403>, accessed 2 April 2024.

[4] H.Q. Nang (2007), *Planning Investigation and Proposing Solutions to Develop Sustainable Cultivation of Kappaphycus Alvarezii (Doty) Doty*, Scientific and technical report, The Ministry of Fisheries, 240pp (in Vietnamese).

[5] L.D. Hung, T. Sato, H. Shibata, et al. (2009), “Biochemical comparison of lectins among three different color strains of the red alga, *Kappaphycus alvarezii*”, *Fisheries Science*, **75**(3), pp.723-730, DOI: 10.1007/s12562-009-0088-y.

[6] D.D. Thu, N.V. Nguyen, T.M. Duc (2014), “Current status of *Kappaphycus alvarezii* cultivation in Vietnam”, *Science and Technology Journal of Agriculture and Rural Development*, **7**, pp.221-227 (in Vietnamese).

[7] C.A. Penniman, A.C. Mathieson, C.E. Penniman (1986), “Reproductive phenology and growth of *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (*Gigartinales*, *Rhodophyta*) in the Great Bay Estuary, New Hampshire”, *Botanica Marina*, **29**, pp.147-154, DOI: 10.1515/botm.1986.29.2.147.

[8] 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.

[9] Ministry of Science and Technology (2014), *National Standard TCVN 10372:2014 on Carrageenan - Technical Requirements*.

[10] N.X. Ly, P.T. Nhan (2000), *Research on Resources and Growing Technology and Exploiting Some Seaweed Species*, Final report, The Ministry of Fisheries (in Vietnamese).

[11] H.Q. Nang (2004), “Results on the production of seaweed in Vietnam, orientation for production research in the future”, *Proceedings of The National Conference on R&D of Science and Technology in Aquaculture*, The Ministry of Fisheries, pp.559-569 (in Vietnamese).

[12] M. Ohno, Q.N. Huynh, S. Hirase (1996), “Cultivation and carrageenan yield and quality of *Kappaphycus alvarezii* in the waters of Vietnam”, *Journal of Applied Phycology*, **8**, pp.431-437.

[13] H.Q. Nang, N.H. Dinh (1998), “Results on growing the seaweed *Kappaphycus alvarezii* imported to Vietnamese waters”, *The 4th Proceedings of National Marine Science and Technology*, **4**(2), pp.942-947 (in Vietnamese).

[14] H.Q. Nang (2005), *Developing an Integrated Seaweed-Shrimp Polyculture Model for Coastal Aquaculture*, Summary report on SUMA program, The Ministry of Fisheries, 109pp (in Vietnamese).

[15] D.T.H. Yen (2015), “Testing of seaweed growing (*Kappaphycus alvarezii*) in Bay lagoon, Nha Trang, Khanh Hoa”, *Proceedings of National Science on Ecology and Biological Resources*, pp.1818-1833 (in Vietnamese).

[16] T.M. Duc, T.Q. Thai, N.B. Khoa, et al. (2013), “The model of cultivation for *Kappaphycus alvarezii* Doty in net cage hanging on floating raft”, *Proceedings of The International Conference on “Bien Dong 2012”*, Natural Science and Technology Publishing House, **1**, pp.244-252 (in Vietnamese).

[17] P.Q. Hung, L.T.H. Mo, P.T. Trung, et al. (2014), “Research on improvement of *Kappaphycus (Kappaphycus alvarezii* Doty, 1989) culture production by preventing rabbit fish (*Siganus* spp.)”, *Journal of Fisheries Science and Technology*, **1**, pp.24-30 (in Vietnamese).

[18] P.V. Gioi, D.A. Duy, B.M. Tuan, et al. (2019), “Cultivation model of seaweed (*Kappaphycus alvarezii*) in net cages in Phu Quy island, Binh Thuan province”, *Bulletin of Marine Fisheries Science and Technology*, **4**, pp.18-24 (in Vietnamese).

[19] N.T.T. Thuy, L.T.L. Thanh (2015), “A study on the extraction of carrageenan from Ninh Thuan *Kappaphycus alvarezii*”, *Journal of Science and Technology, University of Danang*, **11**(96), pp.114-118 (in Vietnamese).

[20] D.D. Thu (2017), *Research on Micropropagation of Kappaphycus Alvarezii*, Final report of Research Institute for Marine Fisheries, 225pp (in Vietnamese).

[21] Vietnamese Government (2021), *Decision No. 339/QĐ-TTg of The Prime Minister: Approving The Strategy for Development of Vietnam’s Fisheries by 2030 with Vision Towards 2045*.