

MÔ HÌNH NUÔI TRỒNG RONG SỤN - *Kappaphycus alvarezii* Doty TRONG LỒNG LƯỚI TREO GIÀN PHAO NỔI

¹Trần Mai Đức, ¹Trần Quang Thái, ¹Nguyễn Bách Khoa, ²Đỗ Kim Tâm

¹Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang

²Trung tâm Khuyến nông - Khuyến ngư Ninh Thuận

Tóm tắt: Rong Sụn (*Kappaphycus alvarezii* Doty) được nuôi trồng trong lồng lưới dạng hình trụ treo giàn phao nổi vùng ven biển hồ thôn Khánh Hội, xã Tri Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận trong thời gian từ tháng 11/2010 đến tháng 04/2011. Tốc độ tăng trọng và năng suất của rong Sụn bị ảnh hưởng theo các tháng nuôi trồng. Tốc độ tăng trọng (mean \pm SD) rong Sụn cao nhất là $2,13 \pm 0,34$ %/ngày vào tháng 12/2010 khi nhiệt độ nước biển tháng (mean \pm SD) là $27,61 \pm 1,27^{\circ}\text{C}$ và tốc độ tăng trọng rong Sụn thấp nhất là $1,26 \pm 0,04$ %/ngày vào tháng 04/2011 khi nhiệt độ nước $29,52 \pm 1,31^{\circ}\text{C}$. Hàm lượng và sức đông Carrageenan của rong Sụn tăng nhanh chóng từ lúc ban đầu cho đến 45 ngày trồng và sau đó là tăng chậm lại vào cuối mùa vụ trồng. Loại rong Sụn tăng 400% về sinh khối trong một lồng lưới sau 75 ngày trồng (đạt 4,8 kg từ sinh khối ban đầu là 1,2 kg trọng lượng tươi) khi được nuôi trồng trong lồng lưới và năng suất đạt 75,2 tấn rong tươi/ha/năm với 2 vụ trong 6 tháng nuôi trồng. Nuôi trồng rong Sụn trong lồng lưới treo giàn phao nổi mở ra triển vọng cho việc phát triển và tăng năng suất ở vùng biển nước sâu vì hạn chế được sự hao hụt rong do sóng gió làm gãy rong và hiện tượng cá ăn trong quá trình trồng.

Từ khóa: *Kappaphycus alvarezii*, Carrageenan, Nuôi trồng, Lồng lưới.

THE MODEL OF CULTIVATION FOR *Kappaphycus alvarezii* Doty IN NET CAGE HANGING ON FLOATING RAFT

¹Tran Mai Duc, ¹Tran Quang Thai, ¹Nguyen Bach Khoa, ²Do Kim Tam

¹Nha Trang Institute of Technology Research and Application

²Center for Agriculture and Fishery Extension of Ninh Thuan province

Abstract: *Kappaphycus alvarezii* was cultured in the open sea at Khanh Hoi village, Tri Hai commune, Ninh Hai district, Ninh Thuan province, from November 2010 to April 2011. The highest growth rate (mean \pm SD) was $2.13 \pm 0.34\%.\text{day}^{-1}$ in December 2010 when the monthly seawater temperature (mean \pm SD) were $27.15 \pm 1.13^{\circ}\text{C}$, and the lowest growth rates were 1.26 ± 0.04 % day^{-1} in April 2011, when water temperature was $29.52 \pm 1.31^{\circ}\text{C}$. Carrageenan yield and gel strength recorded a rapid increase up to 45 days, and after that slowly increased towards the end of the crop. *K. alvarezii* exhibited 400% increase in biomass in a net cage within 75 days in culture (4.8 kg from an initial biomass of 1.2 kg wet weight) when was cultured in net cages and production was 75.2 tone wet weight ha^{-1} in six months. The model of cultivation for *K. alvarezii* in net cage is promising for the development

and increase production in deep seawater due to reduced the loss of seaweed by waves, wind and fish.

Key words: *Kappaphycus alvarezii*, Carrageenan, Cultivation, Net cage.

I. MỞ ĐẦU

Kappaphycus alvarezii (Doty) Doty ex P. Silva, (tên thương mại “cottonii” và Việt Nam gọi là rong Sụn) thuộc ngành Rong đỏ (Rhodophyta), nguồn gốc phân bố tự nhiên ở vùng biển nhiệt đới châu Á và khu vực Tây Thái Bình Dương. Trồng thương mại loài rong Sụn được bắt đầu vào năm 1970 ở Philippines và sau khi trồng thành công nó đã được chuyển giao cho Indonesia, Malaysia, Tanzania, và một số nơi khác trong quần đảo Thái Bình Dương. Trong bốn thập kỷ qua, rong Sụn đã được giới thiệu trên toàn cầu đến với những quốc gia có biển để trồng thử nghiệm và thương mại như là một sinh kế thay thế bền vững cho những người dân sống vùng ven biển. Cho đến nay, rong Sụn đã được giới thiệu đến hơn 20 nước nhiệt đới trên thế giới để nuôi trồng (Hugh, 2003).

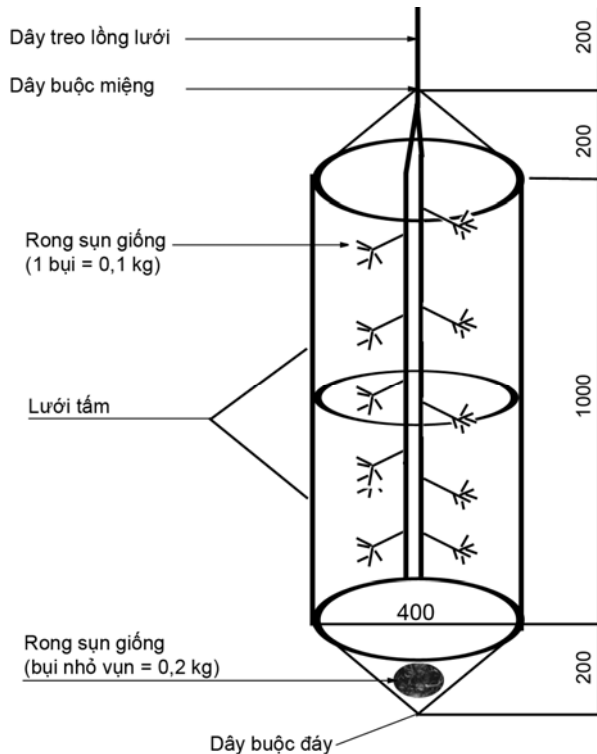
Loài rong Sụn - *K. alvarezii* được di nhập từ Philippines và trồng ở Việt Nam từ năm 1993. Nuôi trồng rong Sụn đã trở thành một nghề phát triển trong nuôi trồng thủy sản ở Việt Nam và đã được mở rộng với quy mô lớn ven biển trong suốt 18 năm qua. Hiện nay, nó trở thành một đối tượng nuôi trồng thủy sản quan trọng của một số tỉnh ven biển phía Nam Việt Nam như Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận và Bình Thuận.

Tuy nhiên, các mô hình nuôi trồng rong Sụn hiện nay có một số nhược điểm như: (1) tỷ lệ hao hụt của rong là quá cao (30 - 50%, thậm chí có lúc 100%) do sóng gió mạnh làm gãy cây và rong bị các loài cá ăn; (2) lưu giữ giống trong mùa bất lợi rất khó khăn để cung cấp các vụ trồng tiếp theo... đã làm giảm về năng suất và hiệu quả kinh tế. Do đó, việc tìm ra một mô hình nuôi trồng rong Sụn để khắc phục tình trạng trên là hết sức cần thiết để góp phần phát triển bền vững nghề trồng rong Sụn tại Việt Nam.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Rong Sụn được nuôi trồng trong lồng lưới dạng hình trụ treo giàn phao nổi vùng ven biển hồ thôn Khánh Hội, xã Tri Hải, huyện Ninh Hải, tỉnh Ninh Thuận với diện tích 1 ha và tiến hành trồng 2 vụ trong thời gian từ tháng 11/2010 đến tháng 04/2011. Mật độ lồng là 10.000 lồng lưới/ha.

Lồng lưới trồng rong có cấu tạo dạng hình trụ với kích thước có chiều cao là 1,1m, đường kính là 0,4 m (Hình 1). Mỗi lồng lưới bao gồm 10 bụi rong giống được buộc vào dây bằng dây mềm. Các lồng lưới nối với nhau thành hàng và treo vào giàn phao nổi. Khoảng cách giữa các dây lồng lưới là 1 m.



Bố trí ngẫu nhiên 20 lồng lưới (lượng rong giồng mỗi lồng ban đầu là 1,2 kg) khắp giàn trồng để theo dõi tăng trọng, hàm lượng và sức đông Carrageenan của rong Sụn theo thời gian trồng. Định kỳ 15 ngày/1 lần cân theo dõi tăng trọng và thu mẫu rong phơi khô để phân tích hàm lượng và sức đông Carrageenan của rong Sụn.

Xác định nhiệt độ nước và độ mặn hàng ngày ở độ sâu khung giàn trồng (40 cm). Nhiệt độ xác định bằng nhiệt kế. Độ mặn xác định bằng khúc xạ kế Salinometer - Japan.

Hình 1. Lồng lưới trồng rong sụn.

Tốc độ tăng trọng được tính theo công thức:

$$DGR = \left(\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right) 100$$

- Trong đó: DGR : tốc độ tăng trọng của rong (%/ngày).
 t : thời gian giữa 2 lần cân (ngày).
 W_o : trọng lượng ban đầu (g).
 W_t : trọng lượng sau thời gian t ngày (g).

Phân tích hàm lượng Carrageenan trong rong Sụn theo phương pháp Istini và cs. (1994). Xác định sức đông Carrageenan (dung dịch 1,5% Carrageenan) bằng máy Rheo Meter, Model CR - 500DX, Sun Scientific Co. Ltd, Japan.

Đánh giá hiệu quả kinh tế mô hình thông qua các chỉ tiêu như chi phí đầu tư, chi phí sản xuất, tỷ suất lợi nhuận, thời gian hoàn vốn ... theo phương pháp Shang (1990).

Xử lý và phân tích số liệu bằng phương pháp thống kê theo chương trình Microsoft Excel trong công cụ *Data Analysis*.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Tốc độ tăng trọng và sản lượng

Nhiệt độ nước biển thấp nhất là $27,09 \pm 1,04^{\circ}\text{C}$ vào tháng 1/2011 với sự biến động các ngày trong khoảng 26°C đến 29°C , nhiệt độ nước biển cao nhất là $29,52 \pm 1,31^{\circ}\text{C}$ vào tháng 4/2011 với sự biến động các ngày trong khoảng 28°C đến 32°C . Độ mặn thấp nhất vào tháng 11/2010 với sự biến động các ngày trong khoảng 18‰ - 33‰, được xác định là do ảnh hưởng của nước ngọt sau bão và lũ vào đầu tháng 11. Từ tháng 12/2010 đến tháng 4/2011, độ mặn ít biến đổi trong thời gian nuôi trồng và nó bị ảnh hưởng bởi những thay đổi của thủy triều, dao động từ $31,00 \pm 0,97\%$ đến $32,35 \pm 0,88\%$ (Bảng 1).

Bảng 1. Sự biến đổi theo tháng của nhiệt độ, độ mặn và tốc độ tăng trọng (mean \pm SD).

Chỉ tiêu	Thời gian nuôi trồng					
	Tháng 11/2010	Tháng 12/2010	Tháng 01/2011	Tháng 02/2011	Tháng 03/2011	Tháng 04/2011
Nhiệt độ ($^{\circ}\text{C}$)	28,2 \pm 1,28	27,6 \pm 1,27	27,1 \pm 1,04	28,1 \pm 1,09	29,0 \pm 1,15	29,5 \pm 1,31
Độ mặn (‰)	28,7 \pm 3,86	31,2 \pm 1,03	31,6 \pm 0,78	31,7 \pm 0,87	31,4 \pm 0,90	31,8 \pm 0,79
Tốc độ tăng trọng (%/ngày)	2,1 \pm 0,39	2,1 \pm 0,34	1,8 \pm 0,04	1,7 \pm 0,22	1,8 \pm 0,09	1,26 \pm 0,04

Tốc độ tăng trọng của rong Sụn cao nhất là $2,13 \pm 0,34$ %/ngày vào tháng 12/2010 và thấp nhất là $1,26 \pm 0,04$ %/ngày vào tháng 4/2011 (Bảng 1).

Sự biến đổi sinh khối trung bình trong lồng lưới ở Bảng 2 đã chỉ ra rằng sự gia tăng sinh khối phụ thuộc vào thời gian nuôi trồng. Sinh khối đạt được có một sự gia tăng nhanh chóng cho đến 45 ngày và sau đó là tăng chậm lại vào cuối mùa vụ trồng. Loại rong Sụn tăng 400% về sinh khối trong một lồng lưới sau 75 ngày trồng (đạt 4,8 kg từ sinh khối ban đầu là 1,2 kg trọng lượng tươi) khi được nuôi trồng trong lồng lưới. Năng suất của rong Sụn ở mô hình này là 75,2 tấn rong tươi/ha với 2 vụ trong 6 tháng trồng.

2. Hàm lượng và sức đông carrageenan

Kết quả xác định hàm lượng và sức đông carrageenan của rong Sụn theo các khoảng thời gian nuôi trồng khác nhau đã chỉ ra rằng hàm lượng và sức đông phụ thuộc vào thời gian của giai đoạn nuôi trồng. Hàm lượng và sức đông của carrageenan tăng nhanh chóng cho đến 45 ngày và sau đó là tăng chậm lại vào cuối mùa vụ trồng. Hàm lượng carrageenan của rong Sụn đạt $44,80 \pm 0,77\%$ trọng lượng rong khô sạch và sức đông của carrageenan là từ 651 ± 43 g/cm² sau 75 ngày trồng (Bảng 2).

Bảng 2. Sự biến đổi sinh khối trong lồng lưới, hàm lượng và sức đông carrageenan (mean \pm SD) của rong Sụn theo khoảng thời gian trồng khác nhau.

Chỉ tiêu	Thời gian nuôi trồng				
	15 ngày	30 ngày	45 ngày	60 ngày	75 ngày
Sinh khối (kg rong tươi/lồng lưới)	1,55±0,05	2,10±0,15	2,88±0,35	3,80±0,45	4,80±0,77
Hàm lượng carrageenan (% rong khô sạch)	42,18±2,52	43,15±2,10	44,30±2,16	44,45±1,64	44,92±1,79
Sức đông carrageenan (g/cm ²)	432±78	561±49	620±27	642±34	651±43

3. Hiệu quả kinh tế

Bảng 3 và 4 là chi phí đầu tư và chi phí hoạt động sản xuất cho mô hình với diện tích 1 ha, tiến hành trồng 2 vụ trong thời gian từ tháng 11/2010 đến tháng 04/2011.

Bảng 3. Chi phí đầu tư ban đầu của quy trình.

Các loại vật tư	Đơn vị tính	Số lượng	Đơn giá (đồng)	Chi phí (đồng)	Tuổi thọ (năm)	Khấu hao (đồng)
Giàn trồng rong						
- Bao xi măng chứa cát, đá	cái	300	2.000	600.000	2	300.000
- Dây làm khung giàn /dây neo Φ: 20 mm.	kg	200	27.000	5.400.000	3	1.800.000
- Dây treo lồng lưới Φ: 10 mm	kg	100	27.000	2.700.000	2	1.350.000
- Lồng lưới hình trụ đứng	cái	10000	16.000	160.000.000	3	53.333.333
- Xốp tấm (1x0.5x0.1m)	tấm	50	26.000	1.300.000	2	650.000
- Phao (can nhựa 20 lít)	cái	90	35.000	3.150.000	2	1.575.000
- Thùng chai vận chuyển	cái	2	2.000.000	4.000.000	4	1.000.000
Tổng đầu tư ban đầu				177.150.000		
Tổng khấu hao (năm)						60.008.333

Với sản lượng thu hoạch 75,2 tấn rong tươi và giá bán 2.600 đồng/kg rong tươi thì doanh thu của mô hình trồng rong Sụn trong túi lưới treo giàn phao nổi diện tích 1 ha sau 6 tháng trồng là 195.520.000 đồng. Lợi nhuận mô hình đạt được 40.811.667 đồng, tỷ suất lợi nhuận (lợi nhuận/tổng chi phí sản xuất) là 27,2% và thời gian hoàn vốn là 1,74 năm.

Bảng 4. Chi phí đầu hoạt động sản xuất trong 6 tháng trồng.

	Đơn vị tính	Số lượng	Đơn giá (đồng)	Chi phí (đồng)
1. Chi phí cố định				
Khấu hao				60.008.333
Tổng chi phí cố định (1)				60.008.333
2. Chi phí biến đổi				
- Rong Sụn giống	kg	12.000	5.000	60.000.000
- Công xây dựng giàn trồng	công	10	80.000	800.000
- Công buộc rong giống	công	200	80.000	16.000.000
- Công buộc lồng lưới	công	50	80.000	4.000.000
- Công thu hoạch rong tươi	công	10	80.000	800.000
- Lương công nhân chăm sóc	tháng	6	2.000.000	12.000.000
- Dụng cụ rẻ tiền: dao, kéo, ..			50.000	100.000
Tổng chi phí biến đổi (2)				93.700.000
TỔNG CHI PHÍ SẢN XUẤT (3=1+2)				153.708.333

IV. THẢO LUẬN

Dawes và cs. (1994) cho rằng rong Sụn thích nghi với nhiệt độ từ 22⁰C đến 25⁰C và không thích nghi khi nhiệt độ giảm dần hoặc thay đổi đột ngột đến mức 18⁰C. Ohno và cs. (1994) cho rằng rong Sụn không thể tăng trọng dưới 20⁰C và nhiệt độ tối ưu ở trong khoảng 25 - 28⁰C, rong Sụn chỉ phát triển tốt vào mùa khí hậu ẩm (20 - 30⁰C) thuộc vùng nước có tính cận nhiệt đới như ở vịnh Tosa, Nhật Bản. Kết quả nghiên cứu tương tự tại vùng cận nhiệt đới của Brazil, nơi có mối tương quan hoàn toàn về nhiệt độ khi quan sát về tốc độ tăng trọng của rong Sụn (Paula và Pereira, 2002). Tuy nhiên, tại các khu vực nuôi trồng nhiệt đới, Trono và Ohno (1989) đã cho rằng rong Sụn phát triển rất nhanh và sản xuất sinh khối cao xảy ra trong những tháng có nhiệt độ ấm hơn, tức là 25 - 30⁰C. Kết quả nghiên cứu phạm vi nhiệt độ nơi rong Sụn trồng ở Việt Nam đã chỉ ra rằng tăng trưởng nhanh và sản xuất sinh khối cao chỉ xảy ra trong những tháng nhiệt độ thấp, tức là 25⁰C - 30⁰C theo báo cáo Năng và Dinh (1999); Đức và cs. (2007).

Rong Sụn là loài rong ưa mặn, sinh trưởng và phát triển ở vùng nước có độ mặn cao và tương đối ổn định, tốt nhất là từ 30‰ trở lên, thấp hơn 20‰ và kéo dài nhiều ngày sẽ làm rong ngừng phát triển và chết dần (Trono 1993). Theo kết quả của Năng và Dinh (1999); Đức và cs. (2007) chỉ ra rằng rong Sụn thường sinh trưởng và phát triển tốt ở điều kiện thực địa với độ mặn trong khoảng 25 - 35‰ và ở độ mặn thấp (< 20‰) sự sinh trưởng của loài rong này bị hạn chế.

Kết quả theo dõi thay đổi về nhiệt độ nước biển và độ mặn tại Khánh Hội trong thời gian nuôi trồng cho thấy rằng nó hầu như thích hợp cho việc nuôi trồng rong Sụn.

Giá trị tốc độ tăng trọng cao nhất đạt được vào tháng 12/2010 khi nhiệt độ nước biển là $27,61 \pm 1,27^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ nước biển thuận lợi cho rong Sụn thể hiện trong nghiên cứu này đã được nêu rõ bởi Hurtado - Ponce (1992), Ohno và cs. (1994, 1996). Kết quả xác định tốc độ tăng trọng của rong Sụn trong suốt thời gian nuôi trồng tại Khánh Hội đã cho thấy rằng có sự suy giảm tăng trọng từ tháng 11/2010 đến tháng 4/2011 và sự suy giảm này có thể là do sự tăng lên của nhiệt độ nước biển. Nhiệt độ nước tối đa (hơn 31°C) đã đo được trong tháng 4/2011 trùng với thời kỳ tỷ lệ tăng trọng thấp. Nhiệt độ cao đã làm giảm tốc độ tăng trọng của rong Sụn trong nghiên cứu này cũng tương tự như ở các nước trong khu vực nhiệt đới như là Philippines (Hurtado – Ponce, 1992, 2001).

Tốc độ tăng trọng tối đa ($2,13 \pm 0,34 \%/ngày$) của mô hình trồng rong Sụn trong lồng lưới treo giàn phao nổi tại Khánh Hội thấp hơn giá trị tốc độ tăng trọng tối đa đã được xác định ở trong các mô hình trồng rong Sụn khác tại Việt Nam của một số tác giả (Ohno và cs. 1996; Năng và Dinh 1999; Đức 2007; Hung và cs. 2009). Tuy nhiên, trong nuôi trồng thương mại, tốc độ tăng trọng cao hơn $1,5 \%/ngày$ là được xem năng suất tốt và có hiệu quả kinh tế (Hurtado - Ponce và cs. 2001).

Hàm lượng và sức đông Carrageenan của mô hình trồng rong Sụn trong lồng lưới treo giàn phao nổi tăng không đáng kể từ 60 ngày trồng đến cuối vụ là tương tự với kết quả nghiên cứu của Villanueva và cs. (2011), tác giả cho rằng hàm lượng và sức đông Carrageenan đạt cao nhất sau 8 - 9 tuần nuôi trồng và đây chính là thời điểm thích hợp để tiến hành thu hoạch rong thương phẩm.

Hàm lượng và sức đông Carrageenan của rong Sụn xác định được trong nghiên cứu này là nằm trong khoảng đã được theo dõi ở các nước khác như Japan, Brazil và Philippines (Ohno và cs. 1994; Hayashi và cs. 2007; Villanueva và cs. 2011). Theo Hugh (2003), hàm lượng Carrageenan cho mục đích công nghiệp phải đạt 30% và sức đông phải cao hơn 500 g/cm^2 . Do đó, hàm lượng và sức đông Carrageenan của mô hình trồng rong Sụn trong lồng lưới là đáp ứng các yêu cầu trong thương mại.

Qua kết quả đánh giá hiệu quả kinh tế của mô hình trồng rong Sụn trong lồng lưới treo giàn phao nổi đã cho thấy mô hình này có thể triển khai nhân rộng và mở ra triển vọng cho hướng phát triển trồng rong Sụn ở vùng biển nước sâu, đồng thời hạn chế được sự hao hụt rong do sóng gió làm gãy rong và hiện tượng cá ăn trong quá trình trồng.

Lời cảm ơn: Bài báo này được hoàn thành bởi nguồn kinh phí được tài trợ từ Dự án cạnh tranh Nông nghiệp Việt Nam (Cr.4518 - VN) - APC. Các tác giả xin cảm ơn những người đọc bản thảo đã đóng góp những ý kiến quý báu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Dawes, C. J., A. O. Lluisma and G. C. Jr. Trono, 1994. Laboratory and field growth studies of commercial strains of *Euclima denticulatum* and *Kappaphycus alvarezii* in the Philippine. *Journal of Applied Phycology* 6, pp. 21 - 24.
2. Hayashi, L., E. J. de Paula and F. Chow, 2007. Growth rate and carrageenan analyses in four strains of *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) farmed in the subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Journal of Applied Phycology* 19, pp. 393 - 399.
3. Hung, L. D., K. Hori, H. Q. Nang, T. Kha, L. T. Hoa, 2009. Seasonal changes in growth rate, carrageenan yield and lectin content in the red alga *K. alvarezii* cultivated in Camranh Bay, Vietnam. *J. of Applied Phycology* 21, pp. 265 - 272.
4. Hurtado - Ponce, A. Q., 1992. Cage culture of *Kappaphycus alvarezii* var. *tambalang* (Gigartinales, Rhodophyceae). *J. of Applied Phycology* 4, pp. 311 - 313.
5. Hurtado - Ponce, A. Q., R. F. Agbayani, R. Sanares and M. T. R. de Castro - Mallare, 2001. The seasonality and economic feasibility of cultivating *K. alvarezii* in Panagatan Cays, Caluya, Antique, Philippines. *Aquaculture* 199, pp. 295 - 310.
6. Huỳnh Quang Năng và Nguyễn Hữu Dinh, 1999. Kết quả nghiên cứu di trồng rong Sụn - *K. alvarezii* Doty vào vùng biển Việt Nam. *Tuyển tập Báo cáo khoa học, Hội nghị Khoa học Công nghệ Biển toàn quốc lần thứ IV, Tập II*, trang 942 - 947.
7. Istini, S., M. Ohno and H. Kusunose, 1994. Methods of analysis for Agar, Carrageenan and Alginate in Seaweed. *Bulletin of Marine Sciences and Fisheries, Kochi University, Number 14*, pp. 49 - 55.
8. Mc Hugh, D. J., 2003. A guide to the seaweed industry. *FAO Fisheries Technical Paper, Number 441, Rome, FAO*, 105 pp.
9. Ohno, M., D. B. Largo and T. Ikumoto, 1994. Growth rate, carrageenan yield and gel properties of cultured kappa - carrageenan production red alga *K. alvarezii* Doty in the subtropical waters of Shikoku, Japan. *J. of Applied Phycology* 6, pp. 1 - 5.
10. Ohno M., Q. N. Huynh, and S. Hirase, 1996. Cultivation and carrageenan yield and quality of *K. alvarezii* in the waters of Vietnam. *J. of Applied Phyc.* 8: 431 - 437.
11. Paula, E. J., R. T. L. Pereira and M. Ohno, 2002. Growth rate of the carrageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyta, Gigartinales) introduced in subtropical waters of São Paulo State, Brazil. *Phycological Research* 50, pp. 1 - 9.
12. Shang Y. C., 1990. *Aquaculture economic analysis: An introduction*. Published by The World Aquaculture Society, 211 pp.
13. Trần Mai Đức, Huỳnh Quang Năng, Trần Kha và Trần Quang Thái, 2007. Di trồng loài *K. striatum* Doty vào Việt Nam và nghiên cứu so sánh kết quả di

- trồng với loài *K. alvarezii* (Doty) Doty. Báo cáo Hội nghị Quốc gia Biển Đông, trang 121 - 128.
14. Trono, G. C. Jr. and M. Ohno, 1989. Seasonality in the biomass production of the *Eucheuma* strains in Northern Bohol, Philippines. *In*: Isamu Umezaki (Ed.), Scientific Survey of Marine Algae and their Resources in the Philippine Islands. Monbusho International Scientific Research Program Publication, pp. 71 - 80.
 15. Trono G.C.Jr., 1993. *Eucheuma* and *Kappaphycus*: Taxonomy and cultivation. *In*: M. Ohno and A.T. Critchley (Eds.), Seaweed Cultivation and Marine Ranching. Japan International Cooperation Agency (JICA), Yokosuka, pp. 75 - 88.
 16. Villanueva, R. D., J. B. Romero, M. N. E. Montaña, P. O. de la Peña, 2011. Harvest optimization of four *Kappaphycus* species from the Philippines. *Biomass and Bioenergy* 35, pp. 1311 - 1316.