

NGHIÊN CỨU NUÔI TRỒNG LẠI RONG NHỎ (*CAULERPA LENTILLIFERA* J.AGARDH, 1837) SAU THU HOẠCH

STUDY ON RE-PLANTING OF SEA GRAPES (*CAULERPA LENTILLIFERA* J.AGARDH, 1837) AFTER HARVEST

Lê Thị Tường, Vũ Ngọc Bội

Khoa Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Nha Trang

Tác giả liên hệ: Lê Thị Tường (email: tuonglt@ntu.edu.vn)

Ngày nhận bài: 16/11/2021; Ngày phản biện thông qua: 17/12/2021; Ngày duyệt đăng: 31/12/2021

TÓM TẮT

Rong nhỏ là loài rong có giá trị dinh dưỡng cao, được nuôi trồng nhiều tại các vùng biển của Việt Nam. Hiện nay, Việt Nam có tổng diện tích nuôi trồng rong nhỏ khoảng 600 ha, năng suất bình quân mỗi ha đạt 20 tấn một năm. Tuy nhiên, mức độ tiêu thụ rong nhỏ khá chậm do rong nhỏ khó bảo quản, nhanh chóng bị hư hỏng sau thu hoạch. Một trong những lý do gây nên sự hư hỏng của rong là rong bị tổn thương cơ học tại vị trí cắt khi thu hoạch. Mục đích của nghiên cứu là xác định các điều kiện thích hợp nuôi trồng lại rong nhỏ để nâng cao chất lượng nguyên liệu ban đầu. Kết quả nghiên cứu cho thấy các điều kiện môi trường bao gồm: tỷ lệ rong trong môi trường nước biển: 2%; thời gian nuôi: 2 ngày; cường độ ánh sáng từ 10-15 klux, nhiệt độ môi trường 28°C, lượng oxy hòa tan trong nước: 8 mg/l. Rong nhỏ trồng lại trong điều kiện này có tỷ lệ rong lành vết thương 95,7%, tỷ lệ rong mọc nhánh mới 0%, hàm lượng vitamin C đạt 0,265 mg/g, hàm lượng protein tổng số đạt 13,1%, hàm lượng lipid tổng số đạt 2,89%, hàm lượng chất xơ tổng số đạt 3,67% và chất lượng cảm quan rong nhỏ đạt loại tốt theo TCVN 3215-79.

Từ khóa: Rong nhỏ, nuôi trồng lại rong nhỏ, chất lượng rong nhỏ.

ABSTRACT

Sea grapes (*Caulerpa lentillifera*) is a species of seaweed with high nutritional value, which is widely cultivated in Vietnam's coastal areas. Currently, total sea grapes cultivating area in Vietnam is about 600 hectares, the average yield is 20 tons per hectare annually. However, the consumption of sea grapes is quite low because of its difficulty in preservation and quick spoil after harvest. One of the main reasons is that the sea grapes is mechanically damaged at cutting area during harvest time. The purpose of this study is to identify the suitable conditions for the re-planting of sea grapes after harvest in order to improve the initial quality of raw material. The results showed that: the rate of sea grapes in sea water was 2%; growing time was 2 days; light intensity was 10-15 klux, the temperature of medium was 28°C, the dissolved oxygen in water was 8 mg/l. In these conditions, the sea grapes could recovered 95.7%, the rate of sea grapes had new branches 0%, the vitamin C content accounted for 0.265 mg/g, the total protein content accounted for 13.1%, the total lipid content accounted for 2.89%, the total fiber content accounted for 3.67% and the good sensory quality according to TCVN 3215-79.

Keywords: Sea grapes, re-planting of sea grapes, quality of seagrapes.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trên thế giới rong nhỏ được biết đến từ những năm 70 của thế kỷ 16 [12], song đến nay rong nhỏ được nuôi trồng và chế biến mạnh ở nhiều nước, đặc biệt Nhật Bản, Trung Quốc, Hàn Quốc, Ấn Độ và Philippin [2]. Tại Việt Nam rong nhỏ được biết đến vào những năm đầu thế kỷ 20, các nhà khoa học đã phát hiện rong nhỏ phát triển mạnh ở các vùng triều ven

biển, ven các đảo đông dân cư như đảo Lý Sơn (Quảng Ngãi), Phú Quý (Bình Thuận), Phú Quốc (Kiên Giang) [4]. Hiện nay đã có nhiều nghiên cứu nuôi trồng thành công loài rong này tại các vùng biển Khánh Hòa, Bình Thuận, Phú Yên. Ước tính đến cuối năm 2020 sản lượng rong nhỏ cả nước lên đến 10 nghìn tấn rong nhỏ tươi [3].

Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước cho

thấy, rong nho *Caulerpa lentillifera* là loài rong chứa đầy đủ các dưỡng chất cần thiết, gồm chất xơ, vitamin, các axit amin không thay thế, khoáng chất và những chất có hoạt tính sinh học như hoạt tính chống oxy hóa dạng phenol, có khả năng ngăn chặn các gốc tự do, làm giảm quá trình oxy hóa, ngăn chặn bệnh ung thư và sự lão hóa [9],[10],[13],[14]. Đặc biệt, rong nho chứa một hàm lượng omega 3 và omega 6 khá cao, giúp phát triển các tế bào thần kinh, tăng cường trí nhớ, giúp điều tiết hàm lượng cholesterol trong máu, chữa trị các bệnh liên quan đến tim mạch [2],[11]. Tuy nhiên, các dưỡng chất của rong nho dễ dàng bị tổn thất sau thu hoạch nếu chất lượng nguyên liệu ban đầu kém. Theo Lamouroux, đặc điểm của rong nho có dạng mọc bò gồm phần thân bò mọc dài, từ phần thân bò sẽ mọc ra các thân đứng. Phần thân đứng là phần có giá trị dinh dưỡng và giá trị cảm quan cao nhất [3]. Khi thu hoạch, thân đứng (cọng rong) bị cắt khỏi thân bò nên cọng rong bị tổn thương cơ học ngay vùng cắt, dẫn đến cọng rong nhanh bị hư khi đưa vào bảo quản và chế biến. Vì vậy, nuôi trồng lại rong nho sau thu hoạch sẽ giúp rong lành vết cắt và ra rễ nhằm nâng cao chất lượng nguyên liệu ban đầu để kéo dài thời gian bảo

quản rong nho sau này.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Rong nho được nuôi trồng tại vùng biển Cam Phúc Nam, Cam Ranh, Khánh Hòa bởi Công ty TNHH Đại Phát BPlus. Rong nho có độ tuổi từ 35-45 ngày, chiều dài cọng rong từ 7-10cm, màu xanh lục, mọng nước.

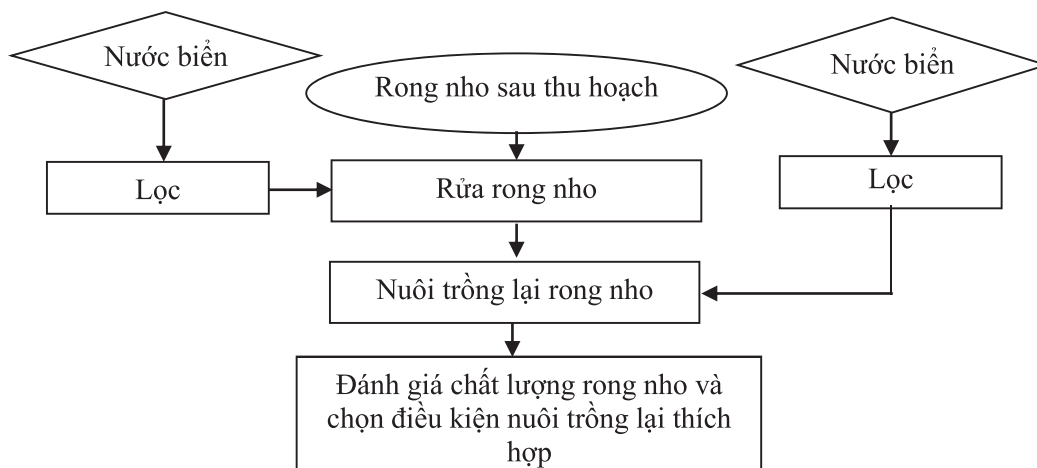
2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Cách lấy mẫu, chuẩn bị mẫu

Rong nho được thu hoạch vào buổi sáng sớm, sau đó cho vào các túi polypropylen cùng với nước biển, buộc kín miệng, vận chuyển về phòng thí nghiệm phục vụ cho quá trình nghiên cứu.

Nước biển dùng để rửa và trồng lại rong nho được lấy từ vùng biển Hòn Sên, Nha Trang, Khánh Hòa ở độ sâu cách mặt nước khoảng 2 mét, nơi ít dân cư sinh sống. Nước biển được bơm lấy vào buổi sáng sớm, chứa trong các bể composit, sau đó lọc qua hệ thống lọc 5 lớp (2 lớp cát sạch, 1 lớp than, 2 lớp sạn), nước biển đạt tiêu chuẩn theo QCVN 10:2008/BTNMT về nước biển ven bờ dùng trong sơ chế và trồng lại rong nho.

2.2. Quy trình nghiên cứu tổng quát



Hình 1. Quy trình nghiên cứu tổng quát.

Giải thích quy trình: Kế thừa kết quả nghiên cứu của Lê Thị Tường và Nguyễn Thị Mỹ Trang (2016) [6], rong nho sau thu hoạch được rửa sạch bằng nước biển có độ mặn $32 \pm 1\%$, nhiệt độ nước rửa $24 \pm 4^\circ\text{C}$, lượng nước

rửa 15 lít/kg rong nho, thời gian rửa 7 phút/lần và số lần rửa 3 lần/mẻ nhằm loại bỏ các tạp chất bám trên cọng rong. Sau đó rong nho đưa qua công đoạn trồng lại nhằm giúp rong nho lành vết thương và ra rễ để nâng cao chất lượng

nguyên liệu rong nho và giảm tổn thất sau thu hoạch. Quá trình trồng lại rong nho được thực hiện trong một thiết bị chuyên dụng, có năng suất tối đa 50kg rong/m² [7]. Thiết bị được chế tạo dạng hình chữ nhật, làm bằng vật liệu inox 304, kích thước 1000mm×1080mm, đáy cong. Thiết bị thiết kế đầy đủ các sensor cảm biến, có thể điều chỉnh được nhiệt độ trong phạm vi 20°C÷30°C, nồng độ oxy hòa tan từ 0÷20 mg/l, độ mặn từ 0÷100‰, cường độ chiếu sáng có thể điều chỉnh >15 klux thông qua hệ thống 6 đèn led. Kết thúc quá trình trồng lại, rong được đánh giá chất lượng để xác định các điều kiện trồng thích hợp.

Bố trí thí nghiệm công đoạn trồng lại rong nho: theo Nguyễn Xuân Hòa và cs (2004) và Nguyễn Hữu Đại (2006) [5],[1], khi nghiên cứu về các yếu tố của môi trường ảnh hưởng đến sự sinh trưởng, phát triển của rong nho cho rằng: cường độ ánh sáng phù hợp để rong sinh trưởng phát triển từ 10 klux đến 15 klux, nhiệt độ phù hợp nhất để rong sinh trưởng phát triển mạnh 28±1°C và độ mặn nước biển phù hợp nhất là 32±1‰. Hơn nữa, kết quả nghiên cứu của Lê Thị Tường và Nguyễn Thị Mỹ Trang (2016) [6] về tối ưu hoá công đoạn nuôi trồng lại rong nho ở quy mô phòng thí nghiệm (5kg/m²) cho thấy: lượng rong trong môi trường nước 25 kg/m³, thời gian nuôi 3 ngày và lượng oxy hòa tan 7 mg/lít thì thu được rong có chất lượng cảm quan tốt và lượng vi sinh vật bám trên rong không đáng kể. Từ các cơ sở trên kết hợp với nghiên cứu thăm dò, nhóm tác giả bố trí thí nghiệm cho công đoạn nuôi trồng lại rong nho ở quy mô pilot (tối đa 50 kg/m², tùy thuộc vào tỷ lệ rong trong môi trường nuôi) trên thiết bị chuyên dùng đã được đề cập ở trên như sau:

+ Bố trí thí nghiệm xác định nhiệt độ môi trường nuôi: đầu tiên cố định cường độ ánh sáng từ 10–15 klux thông qua hệ thống đèn led, nồng độ oxy hòa tan 7 - 8 mg/l thông qua hệ thống sục khí, tỉ lệ rong trong nước biển là 2% (tương đương 20 kg/m³), độ mặn nước biển 32 ± 1‰ và thời gian nuôi 3 ngày, khảo sát nhiệt độ nuôi ở 3 mức: 25±1°C; 28±1°C và 31±1°C (điều chỉnh nhiệt độ môi trường nuôi thông qua hệ thống lạnh và điện trở gia nhiệt của thiết bị).

+ Bố trí thí nghiệm xác định nồng độ oxy hòa tan ở 3 mức: 7 ± 0,5 mg/l; 8 ± 0,5 mg/l và 9 ± 0,5 mg/l khi cố định nhiệt độ môi trường nuôi thích hợp (kết quả thu được từ thí nghiệm xác định nhiệt độ), cố định cường độ ánh sáng từ 10 – 15 klux, tỉ lệ rong trong nước biển là 2%, độ mặn nước biển 32 ± 1‰ và thời gian nuôi 3 ngày.

+ Bố trí thí nghiệm xác định cường độ ánh sáng ở 3 mức: <10 klux; từ 10 – 15 klux và >15 klux khi cố định nhiệt độ và nồng độ oxy hòa tan thích hợp (kết quả thu được từ thí nghiệm xác định nhiệt độ và nồng độ oxy hòa tan), cố định tỉ lệ rong trong nước biển là 2%, độ mặn nước biển 32 ± 1‰ và thời gian nuôi 3 ngày.

+ Bố trí thí nghiệm xác định tỷ lệ rong trong nước biển ở 5 mức: 1%, 2%, 3%, 4% và 5% (tương đương 10 kg/m³, 20 kg/m³, 30 kg/m³, 40 kg/m³ và 50 kg/m³), khi cố định nhiệt độ nuôi, nồng độ oxy hòa tan, cường độ ánh sáng thích hợp (kết quả thu được từ các thí nghiệm xác định nhiệt độ, nồng độ oxy hòa tan và cường độ ánh sáng), cố định độ mặn nước biển 32 ± 1‰ và thời gian nuôi 3 ngày.

+ Bố trí thí nghiệm xác định thời gian nuôi ở 5 mức: 1,5 ngày, 2 ngày, 2,5 ngày, 3 ngày và 3,5 ngày khi cố định nhiệt độ nuôi, nồng độ oxy hòa tan, cường độ ánh sáng, tỷ lệ rong trong nước biển thích hợp (kết quả thu được từ các thí nghiệm xác định nhiệt độ, nồng độ oxy hòa tan và cường độ ánh sáng, tỷ lệ rong trong nước biển), cố định độ mặn nước biển 32 ± 1‰.

Tất cả các thí nghiệm, trong suốt quá trình nuôi trồng, nước biển được chuyển động và lọc tuần hoàn liên tục. Kết thúc thời gian nuôi, lấy mẫu đánh giá cảm quan, xác định hàm lượng vitamin C, hàm lượng chất xơ, lipid và protein tổng số. Riêng các thí nghiệm về thời gian nuôi, rong được đánh giá thêm tỷ lệ rong lành vết thương và tỷ lệ rong mọc nhánh mới để chọn điều kiện nuôi thích hợp. Mỗi nghiệm thức của tất cả các thí nghiệm đều được lặp lại 3 lần.

2.3. Phương pháp phân tích

Xác định hàm lượng protein theo tiêu chuẩn TCVN 4328:1-2007. Xác định hàm lượng lipid bằng phương pháp Folch và cộng sự, (1956).

Xác định hàm lượng chất xơ tổng số theo TCVN 5714:2007.

Xác định hàm lượng vitamin C bằng phương pháp sắc ký lỏng hiệu cao năng (HPLC/UV) với nguyên tắc vitamin được chiết ra khỏi nền mẫu bằng hỗn hợp Acetonitril: H₃PO₄ 0,05% (80:20), sau đó định lượng bằng sắc ký lỏng kết nối đầu dò UV.

Xác định màu sắc của rong nho bằng phương pháp phân tích thông qua phần mềm xử lý ảnh Image J được phân phối bởi Natl, Inst of Healt Bethesda, Md, U.S.A. Hình ảnh rong nho được chụp bởi máy ảnh kỹ thuật số Nikon coolpix s3300, 16 Megapixel, Nikon STYLE Series (S), Nhật Bản. Mẫu rong được chụp trong hộp đen để ngăn chặn sự can thiệp của ánh sáng bên ngoài xâm nhập vào làm sai số. Khoảng cách chụp được giữ cố định cho tất cả các mẫu.

Xác định tỷ lệ rong lành vết thương và tỷ lệ rong mọc thêm nhánh mới theo phương pháp cân. Sử dụng cân điện tử QUINTIX SARTORIUS224-1S, Đức, thang đo 220g, độ chính xác 10⁻⁴g. Rong lành vết thương có đặc điểm vết cắt trên thân rong không còn tiết nhựa, bề mặt cắt khô và ra rễ hoặc không. Rong mọc thêm nhánh mới là rong bị mọc thêm 1 hoặc nhiều nhánh mới trên thân rong.

Đánh giá cảm quan rong nho theo TCVN 3215-79. Số lượng thành viên trong hội đồng là 5. Các thành viên được trang bị kiến thức và huấn luyện trước khi tham gia đánh giá. Các chỉ tiêu cảm quan của rong nho được đánh giá

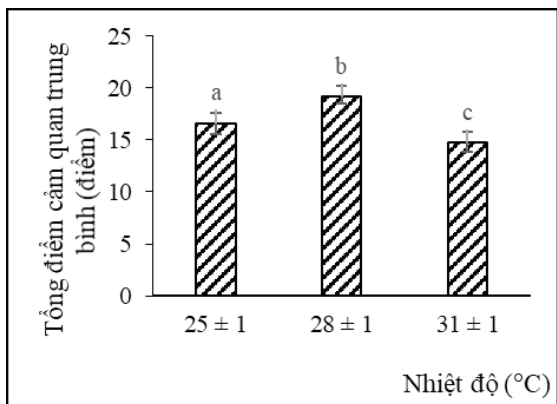
bao gồm trạng thái, màu sắc và mùi vị với hệ số quan trọng tương ứng là 1,8; 1,4 và 0,8. Sử dụng thang điểm 5 (từ 0 đến 5). Tổng điểm cảm quan trung bình của mẫu = (a × HSQTa) + (b × HSQTb) + (c × HSQTC). Trong đó, a là điểm trung bình chung của các thành viên trong hội đồng đối với chỉ tiêu màu sắc, HSQTa là hệ số quan trọng của chỉ tiêu màu sắc; b là điểm trung bình chung của các thành viên trong hội đồng đối với chỉ tiêu trạng thái, HSQTb là hệ số quan trọng của chỉ tiêu trạng thái; c là điểm trung bình chung của các thành viên trong hội đồng đối với chỉ tiêu mùi vị và HSQTC là hệ số quan trọng của chỉ tiêu mùi vị.

2.4. Phương pháp xử lý số liệu: Số liệu được xử lý bằng phần mềm thống kê SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA). Phân tích ANOVA một nhân tố và kiểm định Duncan được sử dụng để đánh giá sự khác biệt có ý nghĩa thống kê giữa các kết quả với mức ý nghĩa p<0,05.

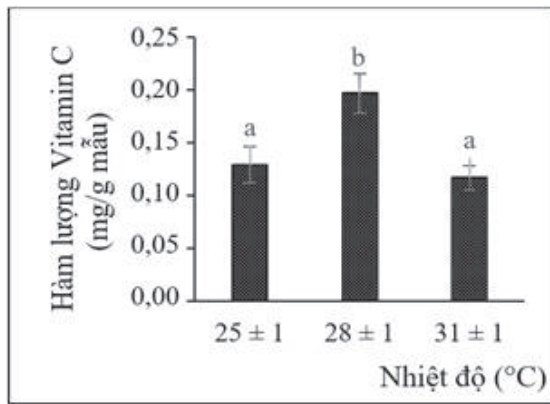
III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường nuôi trồng lại đến chất lượng rong nho

Về chất lượng cảm quan: rong nho trồng lại ở nhiệt độ 28±1°C có chất lượng cảm quan cao hơn so với các nhiệt độ thấp hơn hoặc cao hơn, thể hiện qua tổng điểm cảm quan trung bình (TĐCQTb) của rong. TĐCQTb của các mẫu rong nho trồng ở các nhiệt độ 25±1°C, 28±1°C, 31±1°C tương ứng là 16,6 điểm, 19,2 điểm và



Hình 2. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới chất lượng cảm quan của rong nho.



Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ tới hàm lượng vitamin C của rong nho.

Bảng 1. Thành phần hóa học cơ bản của rong nho sau khi nuôi trồng lại

Chỉ tiêu phân tích (tính theo % chất khô tuyệt đối)	Mẫu thí nghiệm			
	Rong nho trước khi nuôi	25 ± 1°C	28 ± 1°C	31 ± 1°C
Chất xơ tổng số	3,19 ^a ±0,87	3,15 ^a ±1,27	3,94 ^b ±0,97	3,12 ^a ±1,12
Lipid tổng số	2,43 ^a ±0,96	2,50 ^a ±0,76	2,82 ^b ±0,86	2,47 ^a ±0,962
Protein tổng số	11,9 ^a ±1,62	11,9 ^a ±1,91	12,9 ^b ±1,42	11,5 ^a ±1,76

^{a, b} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có ký tự mũ khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê (P<0,05).

14,8 điểm. Như vậy, xét về mặt chất lượng cảm quan, nhiệt độ trồng lại thích hợp là 28±1°C. Về hàm lượng vitamin C của rong trồng ở các nhiệt độ lớn hơn và nhỏ hơn 28°C đều có hàm lượng vitamin C thấp hơn so với trồng ở 28±1°C. Hàm lượng vitamin C của các mẫu ở 25±1°C, 28±1°C, 31±1°C tương ứng là 0,129 mg/g, 0,197 mg/g và 0,117 mg/g. Như vậy, xét về hàm lượng vitamin C thì nhiệt độ trồng lại thích hợp là 28±1°C.

Về một số thành phần như chất xơ, lipid, protein tổng số cũng cho thấy hàm lượng protein, lipid và chất xơ tổng số của rong nho trồng lại ở nhiệt độ 28°C±1°C cao hơn so với

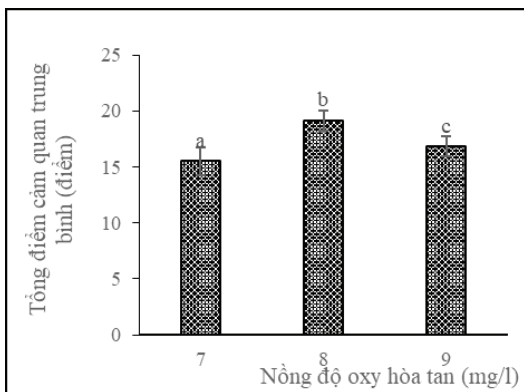
nhiệt độ cao hơn hoặc thấp hơn 28°C. Kết quả nghiên cứu này phù hợp với các nghiên cứu về đặc tính sinh lý của rong nho đã được một số tác giả công bố như công bố của Nguyễn Hữu Đại, 2006 [1], Nguyễn Xuân Hòa và cs, 2004 [5]. Các tác giả trên đều cho rằng nhiệt độ thích hợp nhất cho sự sinh trưởng, phát triển của rong nho là 28°C±1°C và ở các nhiệt độ thấp hơn hay cao hơn rong nho đều sinh trưởng phát triển kém, cũng như khả năng tích lũy các chất dinh dưỡng thấp hơn.

2. Nghiên cứu ảnh hưởng nồng độ oxy hoà tan trong môi trường nuôi trồng đến chất lượng rong nho

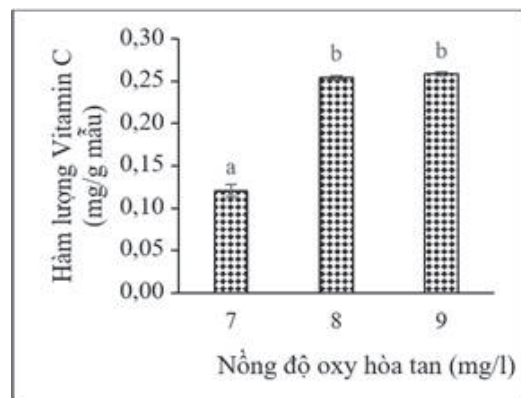
Bảng 2. Thành phần hóa học cơ bản của rong nho sau khi nuôi trồng lại

Chỉ tiêu phân tích (% tính theo chất khô tuyệt đối)	Mẫu thí nghiệm			
	Rong nho trước khi nuôi	7± 0,5 mg/l	8± 0,5 mg/l	9± 0,5 mg/l
Chất xơ tổng số	3,19 ^a ±0,87	3,28 ^a ±0,92	3,84 ^b ±1,01	3,82 ^b ±0,82
Lipid tổng số	2,43 ^a ±0,96	2,59 ^{ab} ±0,77	2,72 ^c ±0,75	2,77 ^c ±0,87
Protein tổng số	11,9 ^a ±1,62	11,7 ^a ±2,12	12,9 ^b ±1,81	13,1 ^b ±1,92
Tỷ lệ rong lành vết thương	0,0	79±6,30	>90	>90
Tỷ lệ rong mọc nhánh mới	0,0	0,0	<10	10-15

^{a, b} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có ký tự mũ khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê (P<0,05).



Hình 4. Ảnh hưởng nồng độ oxy hòa tan tới chất lượng cảm quan của rong nho.



Hình 5. Ảnh hưởng nồng độ oxy hòa tan tới hàm lượng vitamin C của rong nho.

Về chất lượng cảm quan: đối với mẫu rong nuôi ở điều kiện oxy hòa tan 7 mg/l, tỷ lệ rong lành vết thương chỉ 79% nên chất lượng cảm quan không đạt yêu cầu, thể hiện qua màu sắc các cầu rong và thân rong không đồng đều nhau, các cầu rong có màu xanh hơi đậm hoặc màu trắng, phần thân rong có màu xanh đậm. Kết quả này có thể lý giải là do nồng độ oxy hòa tan trong môi trường nuôi thấp - tức tốc độ sục khí ở mức thấp nên rong không được đảo trộn đều trong nước, dẫn tới nhiều thân rong bị chìm phía dưới bể nuôi, thiếu ánh sáng để thực hiện quá trình quang hợp nên màu rong hơi trắng. Đối với mẫu rong nuôi ở điều kiện oxy hòa tan 8 mg/l cho thấy rong có chất lượng cảm quan tốt nhất. Tỷ lệ rong lành vết thương > 90%, tỷ lệ rong mọc nhánh mới ít (<10%). Cầu rong và thân rong giòn, mọng nước, to đều, phần lớn rong có màu lục sáng bóng. Kết quả này có thể lý giải là tốc độ sục khí trong môi trường được điều chỉnh phù hợp (oxy hòa tan 8 mg/l) nên thân rong di chuyển tốt trong nước dẫn đến rong tiếp xúc tốt với ánh sáng. Mặt khác, rong được di chuyển trong nước đều đặn sẽ làm cho các tạp chất bám vào rong bị tách ra nên rong có chất lượng cảm quan tốt hơn. Đối với mẫu rong nuôi ở điều kiện oxy hòa tan 9 mg/l, rong có màu sắc và trạng thái tốt, nhìn chung các chỉ số chất lượng tương đương với điều kiện oxy hòa tan 8 mg/l. Tuy nhiên, đối với mẫu rong nuôi ở điều kiện oxy hòa tan 9 mg/l cho thấy rong có hiện tượng bị đứt cầu rong nên tổng điểm cảm quan giảm và tỷ lệ rong mọc thêm nhánh mới cũng cao hơn so

với điều kiện oxy hòa tan 8 m/l. Kết quả này có thể được lý giải là do tốc độ sục khí quá mạnh, rong di chuyển nhanh liên tục trong nước và va đập vào nhau dẫn tới một số cầu rong bị đứt gãy.

Về hàm lượng vitamin C: chế độ sục khí khác nhau dẫn đến hàm lượng vitamin C của rong nho sau trồng lại cũng khác nhau. Cụ thể, mẫu rong nuôi với nồng độ oxy hòa tan 7mg/l có hàm lượng vitamin C thấp nhất, chỉ đạt 0,121 mg/g. Trong khi mẫu rong nuôi với nồng độ oxy hòa tan là 8mg/l có hàm lượng vitamin C tăng cao hơn, đạt 0,254 mg/g và rong nuôi ở nồng độ oxy hòa tan là 9mg/l có hàm lượng vitamin C đạt cao nhất 0,258 mg/g. Tuy nhiên khi xử lý thống kê không thấy sự khác biệt về hàm lượng vitamin C giữa 2 nồng độ oxy này. Về hàm lượng protein, lipid và chất xơ tổng số của rong đạt giá trị cao nhất khi nồng độ oxy hòa tan trong nước đạt 8 mg/l. Khi nồng độ oxy hòa tan trong nước nhỏ hơn hoặc cao hơn 8 mg/l thì thành phần hóa học cơ bản của rong nho đều thấp hoặc chênh lệch không đáng kể so với khi nuôi rong ở nồng độ oxy hòa tan 8 mg/l. Kết quả này được lý giải là do nồng độ oxy hòa tan thấp hơn 8 mg/l - tức tốc độ sục khí thấp nên tỷ lệ rong nho chưa phục hồi cao nên thành phần dinh dưỡng của rong nho thấp. Tuy vậy khi tốc độ sục khí cao, rong bị va chạm gây các cầu rong cũng làm thành phần dinh dưỡng của rong bị ảnh hưởng.

3. Nghiên cứu ảnh hưởng cường độ ánh sáng của môi trường nuôi trồng đến chất lượng rong nho

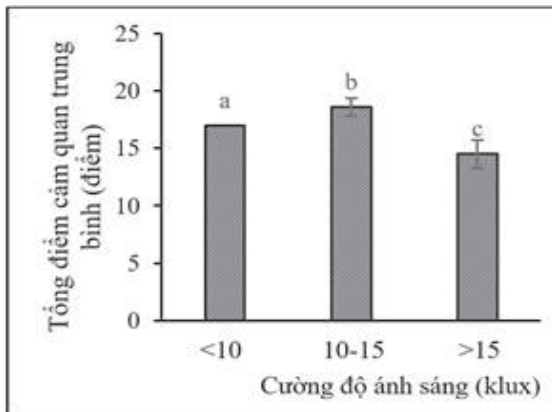
Bảng 3. Thành phần hóa học của rong nho sau khi nuôi trồng lại

Chỉ tiêu phân tích (% tính theo chất khô tuyệt đối)	Mẫu thí nghiệm			
	Rong nho trước khi nuôi	<10 klux	10÷15 klux	>15 klux
Chất xơ tổng số	3,19 ^a ±0,87	3,12 ^a ±0,87	3,79 ^b ±0,97	3,18 ^a ±0,82
Lipid tổng số	2,43 ^a ±0,96	2,33 ^a ±0,96	2,67 ^b ±0,86	2,34 ^a ±0,84
Protein tổng số	11,9 ^a ±1,62	11,4 ^a ±1,62	12,6 ^b ±1,42	11,9 ^a ±1,22

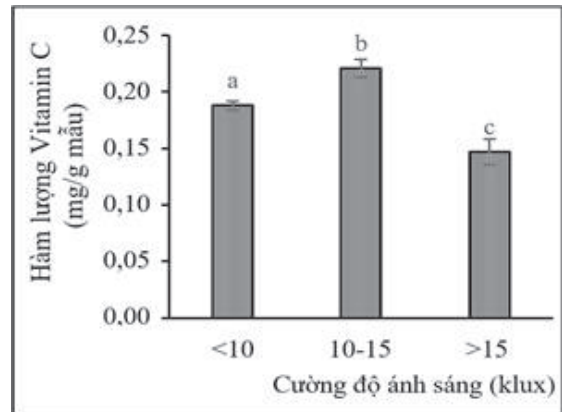
^{a, b} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có ký tự mũ khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

Về chất lượng cảm quan: cường độ chiếu sáng có ảnh hưởng mạnh đến chất lượng cảm quan của rong nho. Cụ thể, khi nuôi rong ở

cường độ chiếu sáng 10-15 klux thì rong nho có chất lượng cảm quan cao nhất (đạt 18,6 điểm), cao tương ứng gấp 1,1 lần và 1,3 lần so



Hình 6. Ảnh hưởng của cường độ sáng tới chất lượng cảm quan của rong nho.



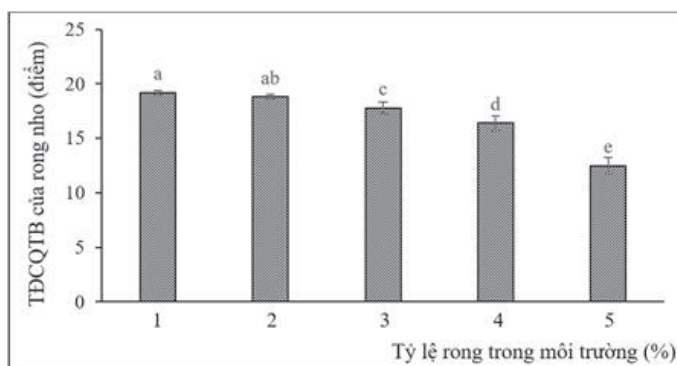
Hình 7. Ảnh hưởng của cường độ sáng tới hàm lượng vitamin C của rong nho.

với cường độ chiếu sáng <10 klux và >15 klux. Kết quả này được giải thích là do đặc tính sinh học của rong nho, khi cường độ chiếu sáng quá mạnh (>15 klux) thì rong nho không phát triển được, thậm chí nếu chiếu sáng mạnh trong thời gian dài rong nho có thể bị thối hỏng. Vì thế khi sơ chế rong nho ở cường độ chiếu sáng mạnh (>15 klux), rong có trạng thái mềm, màu xanh đậm, hơi ngả vàng. Khi chiếu sáng ở cường độ chiếu sáng thấp (<10 klux), rong phát triển chậm, sự tích lũy chất dinh dưỡng kém nên chất lượng cảm quan giảm. Như vậy, xét về mặt chất lượng cảm quan, cường độ chiếu sáng thích hợp là 10-15 klux.

Tương tự như chất lượng cảm quan, hàm lượng vitamin C của rong nho cũng thay đổi phụ

thuộc vào cường độ chiếu sáng. Khi nuôi rong ở cường độ chiếu sáng 10-15 klux thì rong có hàm lượng vitamin C cao nhất và đạt 0,221 mg/g mẫu – cao tương ứng gấp 1,2 lần và 1,5 lần so với cường độ chiếu sáng <10 klux và >15 klux. Như vậy, xét về hàm lượng vitamin C thì cường độ chiếu sáng thích hợp cho quá trình trồng lại rong nho là 10-15 klux. Về một số thành phần hóa học cơ bản cho thấy, rong nho được trồng lại ở cường độ chiếu sáng từ 10-15 klux cũng cho hàm lượng chất xơ, hàm lượng lipid và hàm lượng protein tổng số cao hơn so với cường độ chiếu sáng < 10 klux hoặc > 15 klux.

4. Nghiên cứu ảnh hưởng tỷ lệ rong trong môi trường nuôi trồng lại đến chất lượng rong nho



Hình 8. Ảnh hưởng của tỷ lệ rong trong môi trường nuôi đến chất lượng cảm quan.

Về chất lượng cảm quan: tổng điểm cảm quan trung bình của rong nho giảm khi tăng tỷ lệ rong trong môi trường nuôi, cụ thể: đối với mẫu 1%, mật độ rong trong môi trường ít, khi sục khí tất

cả thân rong đều luân chuyển tốt trong bể nuôi. Kết quả đánh giá về chất lượng cảm quan cho thấy, rong khỏe, mức độ lành vết thương và ra rễ nhanh, tỷ lệ rong lành vết thương >80%. Đối

Bảng 4. Thành phần hóa học cơ bản của rong nho sau khi nuôi trồng lại

Chỉ tiêu phân tích (% tính theo chất khô tuyệt đối)	Tỷ lệ rong nho trong môi trường nuôi trồng				
	1%	2%	3%	4%	5%
Protein tổng số	12,3 ^a ±1,21	13,1 ^{ab} ±1,34	10,9 ^c ±1,46	10,3 ^c ±1,35	10,1 ^c ±1,47
Lipid tổng số	2,69 ^a ±0,61	2,89 ^{ab} ±0,86	2,11 ^c ±0,75	2,09 ^c ±0,56	1,87 ^d ±0,82
Chất xơ tổng số	3,48 ^a ±0,76	3,67 ^{ab} ±1,10	3,26 ^c ±0,92	3,19 ^d ±0,69	3,18 ^d ±0,89
Vitamin C (mg/g mẫu)	0,225 ^a ±0,013	0,265 ^b ±0,017	0,199 ^c ±0,012	0,194 ^c ±0,018	0,165 ^d ±0,015

^{a, b} Các giá trị trung bình trong cùng một hàng có ký tự mũ khác nhau thể hiện khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$).

với mẫu 2%, mật độ rong trong môi trường nuôi vừa phải, khi sục khí tất cả rong đều di chuyển. Kết quả đánh giá cảm quan rong ở thí nghiệm này cho thấy, chất lượng của rong nho không có sự khác biệt nhiều so với mẫu nuôi 1%. Đối với mẫu 3%, mật độ rong trong môi trường hơi dày, khi sục khí rong di chuyển hay bị vướng vào nhau. Kết quả đánh giá cảm quan cho thấy rong khỏe nhưng thời gian lành vết thương chậm hơn so với mẫu 1% và mẫu 2%. Đối với mẫu 4%, mật độ rong trong môi trường dày, khi sục khí rong di chuyển bị vướng vào nhau mạnh, các cầu rong gãy nhiều. Đối với mẫu 5%, mật độ rong trong môi trường dày đặc, rong lành vết thương chậm, các cầu rong bị gãy rụng nhiều, một số cọng rong bị chìm dưới đáy không di chuyển được nên màu sắc của rong không đều nhau, có đoạn bị trắng.

Về thành phần hóa học: nhìn chung hàm lượng protein, lipid và chất xơ tổng số của rong nho có xu hướng tăng nhẹ, đặc biệt đối với thành

phần vitamin C tăng rõ rệt hơn khi tăng mật độ rong trong môi trường từ 1% đến 2%. Sau đó các thành phần hóa học này có xu hướng giảm dần khi tăng mật độ rong trong môi trường nuôi lên đến 3%, 4% và 5%. Điều này có thể lý giải, mật độ rong trong môi trường nuôi càng lớn, sự di chuyển rong từ dưới lên trên rất khó khăn, rong bị vướng, dính vào nhau dẫn đến rong càng khó di chuyển lên trên tiếp xúc ánh sáng thực hiện quá trình quang hợp tổng hợp các chất dinh dưỡng và phục hồi trạng thái. Đồng thời nước biển cũng là nguồn cung cấp một số khoáng cho sự sinh trưởng, phát triển rong nho, nếu mật độ rong lớn, lượng nước biển ít cũng ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của rong (Jian-Hui H., 2012) [8]. Như vậy, để vừa đảm bảo chất lượng của rong nho, vừa đảm bảo hiệu quả kinh tế thì tỷ lệ rong trong môi trường nuôi phù hợp nhất là 2%.

5. Nghiên cứu ảnh hưởng thời gian nuôi trồng lại đến chất lượng rong nho

Bảng 5. Tỷ lệ rong lành vết thương, tỷ lệ rong mọc nhánh mới theo thời gian nuôi trồng

Chỉ tiêu phân tích	Thời gian nuôi trồng (ngày)				
	1,5	2	2,5	3	3,5
Tỷ lệ rong lành vết thương (%)	65 ± 2	95,7 ± 2	97 ± 2	97 ± 2	98 ± 2
Tỷ lệ rong mọc nhánh mới (%)	0	0	20 ± 2	35 ± 2	40 ± 2

Từ kết quả ở bảng 5 cho thấy, thời gian nuôi trồng ngắn thì tỷ lệ rong lành vết thương và mọc nhánh mới thấp nhưng thời gian trồng càng dài thì tỷ lệ rong lành vết thương, mọc nhánh mới càng cao. Cụ thể, đối với mẫu nuôi trồng 1,5 ngày có tỷ lệ rong lành vết thương và tỷ lệ rong mọc nhánh lần lượt là 65% và

0% - có nghĩa là 65% rong đã lành vết thương, ra rễ nhưng chưa mọc thêm nhánh; Đối với mẫu nuôi 2 ngày có tỷ lệ rong lành vết thương và tỷ lệ rong mọc nhánh mới lần lượt là 95,7% và 0% - có nghĩa là 95,7% rong đã lành vết thương, ra rễ nhưng chưa mọc thêm nhánh. Đối với mẫu nuôi > 2 ngày, mặc dù tỷ lệ rong

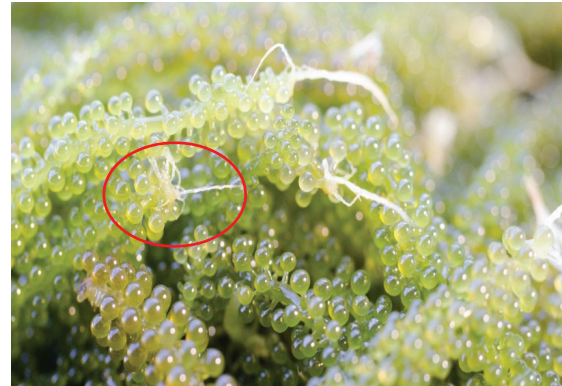
lành vết thương cao hơn so với thời gian nuôi < 2 ngày nhưng đã xuất hiện tỷ lệ rong mọc nhánh mới > 20%. Điều này có thể lý giải: khi trồng lại, rong nho sẽ tích lũy chất dinh dưỡng để phục hồi trạng thái (lành vết thương và ra rễ), nhưng nếu thời gian trồng quá dài thì rong nho sẽ mọc thêm nhánh mới, quá trình mọc thêm nhánh mới làm cho rong bị giảm sức khỏe do nguồn dinh dưỡng của rong đã



Hình 9. Rong bị tổn thương vùng cắt khi thu hoạch.

phục vụ thêm cho việc ra nhánh mới nên thời gian bảo quản rong nho sau này không tốt so với mẫu rong đã lành vết thương, ra rễ nhưng chưa mọc thêm nhánh mới [8].

Như vậy, điều kiện thích hợp nhất cho quá trình nuôi trồng lại rong nho là thời gian nuôi 2 ngày, nồng độ oxy hòa tan $8 \pm 0,5$ mg/l, nhiệt độ môi trường $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, cường độ chiếu sáng từ 10-15 klux và tỷ lệ rong trong môi trường nuôi 2%.



Hình 10. Rong lành vết cắt và ra rễ sau khi nuôi trồng lại.



Hình 11. Rong mọc thêm nhánh mới sau khi nuôi trồng lại.

IV. KẾT LUẬN

Điều kiện trồng lại rong nho ở quy mô pilot trong thiết bị chuyên dùng có năng suất tối đa 50 kg rong/m² thích hợp với các điều kiện: tỷ lệ rong trong môi trường nước biển: 2%; thời gian nuôi: 2 ngày; lượng oxy hòa tan trong nước: 8 mg/l; cường độ ánh sáng từ 10-15 klux, nhiệt độ môi trường nuôi 28°C . Rong nho trồng lại trong điều kiện trên có tỷ lệ rong lành vết thương 95,7%, không có rong mọc thêm nhánh mới, hàm lượng vitamin C đạt 0,265 mg/g, hàm

lượng protein tổng số đạt 13,1%, hàm lượng lipid tổng số đạt 2,89%, hàm lượng chất xơ tổng số đạt 3,67% và chất lượng cảm quan rong nho đạt chất lượng tốt theo TCVN 3215-79.

Lời cảm ơn

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn đến ThS Nguyễn Thị Mỹ Trang, chủ nhiệm đề tài cấp Nhà nước KC07.08/11-15 và dự án VLIR Network VietNam đã hỗ trợ một phần kinh phí thực hiện nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Nguyễn Hữu Đại (2006), “Nghiên cứu ảnh hưởng của một số các yếu tố môi trường đối với sự phát triển của rong nho biển (*Caulerpa lentillifera*)”. *Tuyển tập Nghiên cứu biển, Tập 15, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.*
2. Nguyễn Hữu Đại (2006), “Trồng rong Nho biển (*Caulerpa lentillifera*) dùng làm thực phẩm”. *Báo cáo tổng kết đề tài nghiên cứu khoa học cấp Viện. Viện Hải dương học Nha Trang, Khánh Hòa.*
3. Nguyễn Hữu Đại (2009), “Di nhập và trồng rong nho biển (*Caulerpa lentillifera*) ở Khánh Hòa”. *Báo cáo hội nghị khoa học toàn quốc về sinh thái và tài nguyên sinh vật lần III, Hà Nội.*
4. Nguyễn Hữu Đại (2009), “Thành phần và nguồn lợi rong biển, cỏ biển đảo Phú Quý (Cù Lao Thu), Bình Thuận”. *Tuyển tập Nghiên cứu biển, Tập 16, Nxb. Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.*
5. Nguyễn Xuân Hòa, Nguyễn Hữu Đại, Nguyễn Thị Linh, Phạm Hữu Trí (2004), “Cơ sở Khoa học cho việc phát triển nuôi trồng rong nho biển *Caulerpa lentillifera* ở Việt Nam”. *Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học cấp Viện, Phòng Thực vật biển, Viện Hải dương học, Nha Trang, Khánh Hòa.*
6. Lê Thị Tường, Nguyễn Thị Mỹ Trang (2016), “Tối ưu hóa sơ chế rong nho (*Caulerpa lentillifera* J.Agarhd,1937)”. *Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ, số 47(2016): 54-61.*
7. Lê Thị Tường (2019), “Nghiên cứu sơ chế và bảo quản rong nho (*Caulerpa lentillifera* J.Agarhd,1937) sau thu hoạch”. *Luận án tiến sĩ ngành Công nghệ chế biến thủy sản. Trường Đại học Nha Trang.*

Tiếng Anh

8. Jian-Hui H., (2012), “Effects of concentrations of nitrogen and phosphorus and different culture methods on the growth of *Caulerpa lentillifera*”. *Journal of Fujian Fisheries, Vol: 34, 416-419.*
9. Patricia Matanjun, Mohamed S., Mustapha NM., Muhammad K., Ming CH., (2008), “Antioxidant activities and phenolics content of eight species of seaweeds from north Borneo”. *Journal of applied phycology, DOI 10.1007/s10811-007-9264-6.*
10. Patricia Matanjun, Suhaila Mohamed, Noordin M. Mustapha, Kharidah (2009). “Nutrient content of tropical edible seaweeds, *Eucheuma cottonii*, *caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*”. *Journal of applied phycology, 21:75–80.*
11. Patricia Matanjun, Mohamed S., Muhammad K., Mustapha N. M., (2010), “Comparison of cardiovascular protective effects of tropical seaweeds, *Kappaphycus alvarezii*, *Caulerpa lentillifera* and *Sargassum polycystum*, on high-cholesterol/high-fat diet in rats”. *Journal of medicinal food, 13(4), pp.792-800.*
12. Nisizawa K., Noda H., Kikuchi R., and Watanabe T., (1987) “The main seaweed food in Japan”. *Hydrobiologia 151/152: 5-29.*
13. Pattama Ratana-arporn, Anong Chirapart (2006), “Nutritional evaluation of tropical green seaweeds *Caulerpa lentillifera* and *Ulva reticulata*”. *Journal of natural sciences, 40, Suppl.:75–83.*
14. Tang Nguyen Van, Jinn – Pyng Ueng, and Cuo-Jane Tsai (2011), “Proximate composition, total phenolic content, and antioxidant activity of seagrape (*Caulerpa lentillifera*)”. *Journal of food science, Vol.76, No.7.*