

A NUTRIENT METHOD FOR CULTIVATION OF MACROALGAE *Ulva papenfussii*

Vo Thanh Trung^{1,*}, Tran Van Huynh¹, Tran Mai Duc¹,
Pham Duc Thinh¹, Pham Trung San¹, Nguyen Thanh Hang²

¹Nha Trang Institute of Technology Research and Application, VAST, Vietnam

²School of Biotechnology and Food Technology, Hanoi University
of Science and Technology, Vietnam

Received 26 May 2018, accepted 7 March 2019

ABSTRACT

Macroalgae species of the genus *Ulva* are widely distributed in the wild, many species of this genus has been used as food as an attractive material for the study of materials, fuels, food etc.. In this paper, we are focusing on nutrient method for cultivation of *Ulva papenfussii* and A nutrient source for cultivation of *U. papenfussii* was also investigated with the perspective of utilizing the produced biomass for feed. *U. papenfussii* is fragmented into 1 × 1 cm size, then it keep in *Ulva* extract of 0.1 g/l concentrate for 7 days. Then continue to keep fragments in the following conditions: 20 ml/l of PES medium, 700 μmol photon/m²/s of light, 25°C of temperature, 3% of salinity, 28 days of time. Under this condition the productivity *U. papenfussii* was 17.8 g/l of weight and its growth rate was 4.3–6.5% day. Nutritional cultivation is successful for *U. papenfussii* speceies, which is of great importance to study the potential of producing seaweed varieties like blades for commercial application of seaweed species.

Keywords: *Ulva papenfussii*, cultivation, fragmented, nutrient method.

Citation: Vo Thanh Trung, Tran Van Huynh, Tran Mai Duc, Pham Duc Thinh, Pham Trung San, Nguyen Thanh Hang, 2019. A nutrient method for cultivation of macroalgae *Ulva papenfussii*. *Tap chi Sinh hoc*, 41(1): 91–99. <https://doi.org/10.15625/0866-7160/v41n1.12590>.

*Corresponding author email: vothanhrung@nitra.vast.vn

©2019 Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT NUÔI DINH DƯỠNG RONG *Ulva papenfussii*Võ Thành Trung^{1*}, Trần Văn Huynh¹, Trần Mai Đức¹,
Phạm Đức Thịnh¹, Phạm Trung Sản¹, Nguyễn Thanh Hằng²¹Viện Nghiên cứu và Ứng dụng Công nghệ Nha Trang, Viện Hàn lâm KHCNVN²Viện Công nghệ Sinh học và Công nghệ Thực phẩm, Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội

Ngày nhận bài 26-5-2018, ngày chấp nhận 7-3-2019

TÓM TẮT

Chi rong lục *Ulva* gồm những loài phát triển phổ biến trong tự nhiên, nhiều loài đã được người dân ven biển sử dụng làm thực phẩm và là nguyên liệu tiềm năng cho các nghiên cứu vật liệu và nhiên liệu. Trong nghiên cứu này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu nuôi dinh dưỡng *Ulva papenfussii*, một loài có kích thước lớn, thích hợp cho nuôi trồng. *U. papenfussii* được phân mảnh thành kích thước $d_3 = 1 \times 1$ cm, được giữ ổn định trong chất nền dịch chiết rong *Ulva* nồng độ 0,1 g/l trong thời gian 7 ngày. Sau đó tiếp tục nuôi các mảnh rong trong theo điều kiện: nồng độ mảnh rong 4 g/l, môi trường PES 20 ml/l, ánh sáng 700 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$, nhiệt độ 25°C, độ mặn 3‰, thời gian 28 ngày. Kết quả quá trình nuôi tạo ra 17,8 g/l rong với tốc độ sinh trưởng cao đạt 4–6,5% ngày. Nuôi dinh dưỡng rong *U. papenfussii* thành công có ý nghĩa quan trọng trong sản xuất giống các loài rong biển dạng phiến cho ứng dụng nuôi thương phẩm.

Từ khóa: *Ulva papenfussii*, nuôi dinh dưỡng, phân mảnh.

*Địa chỉ liên hệ email: vothanhtung@nitra.vast.vn

MỞ ĐẦU

Rong biển là nguyên liệu thích hợp đáp ứng được các mục tiêu tạo ra chế phẩm sinh học, thực phẩm sạch, đã có những nghiên cứu chỉ ra rong *Ulva* được ứng dụng sản xuất nhiên liệu sinh học. Theo Annattte (2011), rong *U. lactuca* được lên men kỵ khí để sản xuất khí metan, *U. faciata* sử dụng cho sản xuất ethanol (Nitin, 2013) và rong *Ulva* còn cho nhiều loại sản phẩm nhiên liệu khác (Nawei, 2013). Trong lĩnh vực ứng dụng làm thực phẩm, rong *Ulva* là loại thực phẩm sạch trong nhiều bữa ăn của người Việt (Dang Diem Hong et al., 2007). Hai loài rong, *U. reticulata* và *U. lactuca*, có chứa nhiều loại acid amin và khoáng vi lượng, các chất này có lợi cho sức khỏe người sử dụng. Theo nghiên cứu Myonglae (2010), các dẫn xuất polysaccharid từ rong *Ulva* có ứng dụng rất lớn trong sản xuất thực phẩm chức năng và

chế phẩm trong y học. Do những công dụng của rong *Ulva*, nghiên cứu kỹ thuật nuôi rong *Ulva* bằng công nghệ sạch để tạo ra nguyên liệu cho các ứng dụng rất có ý nghĩa thực tiễn.

Ulva là chi rong lục rất phổ biến, hình thái thường thấy của chi này ở hai dạng ống và dạng phiến, trong đó *U. intestinalis*, *U. compressa* và *U. torta* có dạng ống, còn *U. reticulata*, *U. lactuca* và *U. papenfussii* có dạng phiến. Chi *Ulva* phân bố rộng thích nghi với dải độ mặn lớn từ 2 đến 35‰ và phát triển nhanh trong điều kiện giàu dinh dưỡng, đặc biệt nguồn nitrogen. Các loài thuộc chi *Ulva* sống được trên nhiều loại giá thể khác nhau như mảnh gỗ, vỏ sò, đá sỏi, đáy bùn... Chính vì vậy, sự phân bố trong tự nhiên của các loài thuộc chi này rất rộng. Rong *Ulva* có hình thức sinh sản hữu tính (Dawson, 1956). Thông thường vào mùa vụ sinh sản, rong *Ulva* sẽ thụ tinh sau đó hình thành hạt, các hạt này được

lưu giữ trong môi trường gấp và khi điều kiện thuận lợi chúng sẽ hình thành tản rong. Quá trình sinh sản này có chu kỳ kéo dài một năm. Vì vậy, để rút ngắn quá trình sản xuất giống, cần tiến hành phân mảnh rong *Ulva* để nuôi sinh khối rong này được xem là phương pháp nuôi có tiềm năng thành công cao.

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Các mẫu rong nghiên cứu thuộc loài *Ulva papenfussii* Linnaeus, được thu tại khu vực biển Hòn Chông, thành phố Nha Trang, tỉnh Khánh Hòa. Mẫu được thu vào tháng 12/2017 (hình P1).

Môi trường PES (Provasoli's enriched seawater medium) có thành phần NaNO₃ 350 mg, Na₂glycerophosphate 5H₂O 50 mg, Fe 25 ml, vitamin B12 10 µg, thiamine 0,5 mg; biotin 5 µg; Na₂EDTA 100 mg; H₃BO₃ 114 mg; FeCl₃·6 H₂O 4,9 mg; MnSO₄·H₂O 16,4 mg; ZnSO₄·7 H₂O 2,2 mg COSO₄·7 H₂O 0,48 mg; Tris buffer 500 mg; pH 7,8 pha trong 1 lít Bold and Wynne (1978).

Xác định tỷ lệ sống chết của mảnh rong theo phương pháp đếm trực tiếp, mảnh còn sống sắc tố bình thường mảnh rong có màu xanh, mảnh chết sắc tố mất hết mảnh rong có màu trắng.

Xác định nhiệt độ bằng nhiệt kế thủy ngân; độ mặn được xác định bằng khúc xạ kế Salinometer (Shibuya, Japan); ánh sáng LI-250A Light Metter.

Khối lượng rong được đo bằng cân điện tử (KP, Maxel 500, Taiwan).

Xác định tốc độ tăng trưởng theo công thức $SGR (\%d^{-1}) = [\ln(W_t/W_o)]/t \times 100\%$; trong đó W_o = Khối lượng rong ở thời điểm ban đầu, W_t = Khối lượng rong ở thời điểm t Brinkhuis (1985).

Phương pháp nuôi dinh dưỡng rong *U. papenfussii*

Xử lý rong bố mẹ

Rong bố mẹ được thu hái tại các bãi triều ven biển tỉnh Khánh Hòa được giữ trong các túi vải, không cho rong tiếp xúc ánh sáng trong quá trình vận chuyển, thời gian vận chuyển về bể nuôi nhanh không quá 1 giờ.

Các thao tác này giúp giữ ẩm cho rong và giúp tản rong không bị tổn thương và biến đổi sắc tố. Tản rong được cho vào bể nuôi rong. Quá trình xử lý nêu trên đã giúp cho các tản rong bố mẹ thích nghi được tốt với điều kiện nuôi thí nghiệm, thời gian lưu giữ tản rong bố mẹ 10 ngày trước khi tiến hành nhân giống.

Sản xuất rong giống *U. papenfussii* bằng hình thức phân mảnh

Xử lý mảnh rong (hình P2)

Tản rong *Ulva* được phân mảnh thành các kích thước khác nhau $d_1 = 0,2 \times 0,2$ cm; $d_2 = 0,5 \times 0,5$ cm; $d_3 = 1 \times 1$ cm; $d_4 = 2 \times 2$ cm. Sau đó lấy 50 mảnh rong của mỗi loại kích thước cho vào lọ có chứa 200 ml các loại chất nền khác nhau, gồm : dịch chiết rong *Ulva*, alginate, carrageenan, agar có cùng nồng độ 0,1 g/l và nước biển nguyên chất đã được hấp khử trùng, giữ ở nhiệt độ 25°C, độ mặn 3‰, chiếu ánh sáng 700 ± 35 µmol photon/m²/s, nuôi các mảnh rong 7 ngày rồi xác định tỷ lệ sống chết, từ đó chọn chất nền thích hợp cho xử lý mảnh rong.

Nuôi dinh dưỡng mảnh rong giống *U. papenfussii* (hình P2)

Khảo sát sinh trưởng của các loại kích thước mảnh

Các loại kích thước mảnh được nuôi trong điều kiện: Mật độ 4 g/l, nhiệt độ 25°C, ánh sáng 700 ± 35 µmol photon/m²/s, độ mặn 3‰, PES 20 ml/l, thời gian nuôi 28 ngày. Sau đó xác định lượng sinh khối tăng và tốc độ tăng sinh khối để chọn ra kích thước mảnh thích hợp cho quá trình nuôi.

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nuôi mảnh

Bố trí các thí nghiệm nghiên cứu sự thay đổi: Mật độ rong 2; 4; 6; 8 và 10 g/l; nhiệt độ, 20; 25; 30 và 35°C; ánh sáng, 300; 700 và 1100 µmol photon/m²/s, độ mặn 2; 2,5; 3 và 3,5‰, dinh dưỡng PES 10; 20; 30 và 40 ml/l. Sau khi kết thúc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nuôi dinh dưỡng mảnh rong giống *U. papenfussii*, chúng tôi sẽ chọn được điều kiện thích hợp của quá trình nuôi.

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Sản xuất rong giống *U. papenfussii* bằng hình thức phân mảnh

Tần rong *U. papenfussii* được phân mảnh thành các kích thước d1, d2, d3 và d4 rồi được nuôi trong các môi trường chất nền khác nhau, gồm nước biển nguyên chất, dịch chiết rong *Ulva*, alginate, carrageenan và agar. Mục đích của quá trình này là làm lành vết thương của mảnh rong nâng cao tỷ lệ sống cho các mảnh. Kết quả nghiên cứu thể hiện ở bảng 1.

Kết quả bảng 1 chỉ ra các mảnh rong vừa được phân mảnh sau đó giữ trong chất nền nước biển, carragennan và agar có tỷ lệ sống không cao. Trong khi đó, các mảnh rong

được giữ trong chất nền alginate và dịch chiết rong *Ulva* có tỷ lệ sống cao. Các mảnh d1, d2 có tỷ lệ sống thấp, chỉ đạt 43–58%, do kích thước các mảnh d1, d2 nhỏ rất dễ bị tổn thương bởi các tác động của môi trường nuôi. Các mảnh d3 và d4 có tỷ lệ sống cao 73–96%, đặc biệt khi d3 và d4 được giữ trong chất nền là dịch chiết rong *Ulva* có tỷ lệ sống đạt đến 96%. Điều này cho thấy, dịch chiết từ rong *Ulva* tốt hơn agar, carragennan, alginate và nước biển, vì dịch chiết *Ulva* có đầy đủ các chất cần thiết cho việc phục hồi tổn thương của các mảnh d1, d2, d3 và d4. Chính vì vậy, sử dụng dịch chiết *Ulva* để xử lý các mảnh rong, và chọn d3 làm giống rong để nuôi thương phẩm là thích hợp.

Bảng 1. Tỷ lệ sống của các loại mảnh rong *U. papenfussii* trong các môi trường chất nền khác nhau

Chất nền \ Kích thước mảnh	Tỷ lệ sống của mảnh rong (%)			
	d1	d2	d3	d4
Nước biển	43,0 ± 1,5	62,0 ± 1,7	78,0 ± 1,3	81,0 ± 1,4
Alginate	56,0 ± 1,2	69,0 ± 1,1	83,0 ± 1,7	87,0 ± 1,5
Carragennan	40,0 ± 0,8	58,0 ± 0,9	73,0 ± 1,1	75,0 ± 1,1
Agar	35,0 ± 0,3	45,0 ± 0,5	53,0 ± 0,8	61,0 ± 0,7
Dịch chiết rong <i>Ulva</i>	62,0 ± 0,9	78,0 ± 1,3	96,0 ± 1,9	96,0 ± 2,0

Nuôi dinh dưỡng mảnh rong giống *U. papenfussii*

Khảo sát sinh trưởng của các loại mảnh có kích thước khác nhau

Các mảnh rong sau khi được xử lý sẽ được nuôi trong 28 ngày để xác định lượng tăng sinh khối và tốc độ tăng trưởng của các loại kích thước khác nhau. Kết quả được thể hiện bảng 2.

Bảng 2. Tốc độ tăng trưởng, lượng sinh khối tăng của các kích thước mảnh theo thời gian

Thời gian (ngày)	Lượng sinh khối tăng (g)				Tốc độ tăng trưởng (%ngày)			
	d1	d2	d3	d4	d1	d2	d3	d4
0	4	4	4	4				
7	4,8 ± 0,1	5,2 ± 0,1	5,4 ± 0,16	5,5 ± 0,1	2,6	3,7	4,3	4,5
14	6,2 ± 0,12	7,3 ± 0,1	8,5 ± 0,19	8,6 ± 0,2	3,7	4,8	6,5	6,4
21	9,1 ± 0,15	10,5 ± 0,12	12,9 ± 0,25	12,9 ± 0,26	5,9	5,2	6,0	5,8
28	12,6 ± 0,2	14,4 ± 0,27	17,8 ± 0,3	17,8 ± 0,3	4,2	4,5	4,6	4,6
Trung bình					4,1	4,6	5,3	5,3

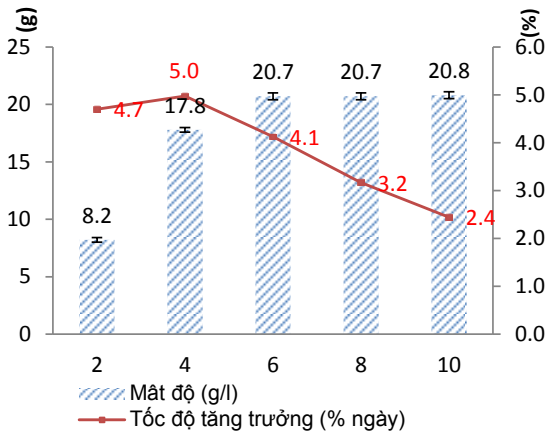
Kết quả nuôi các dạng mảnh rong cho thấy, tất cả các loại mảnh đều tăng khối lượng

sau 28 ngày nuôi. Khối lượng của d1, d2 tăng không cao dao động khoảng 12–14 (g), và tốc

độ tăng trưởng của d1 và d2 thấp hơn d3 và d4. Trong khi đó d3 và d4 có khối lượng tăng trọng cao với tốc độ tăng trưởng cao đạt 5,3% ngày. Vì vậy mảnh d3 và d4 là thích hợp được chọn để nuôi trồng thu sinh khối. Bên cạnh đó kích thước tán rong *U. papenfussii* trưởng thành đạt 20 cm × 30 cm = 600 cm², tương ứng với khoảng 600 mảnh d3 và 300 mảnh d4. Điều này cho thấy kích thước mảnh loại d3 đã sản xuất được nhiều giống hơn d4, do đó d3 được chọn cho nuôi khảo sát các yếu tố ảnh hưởng.

Khảo sát các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình nuôi mảnh

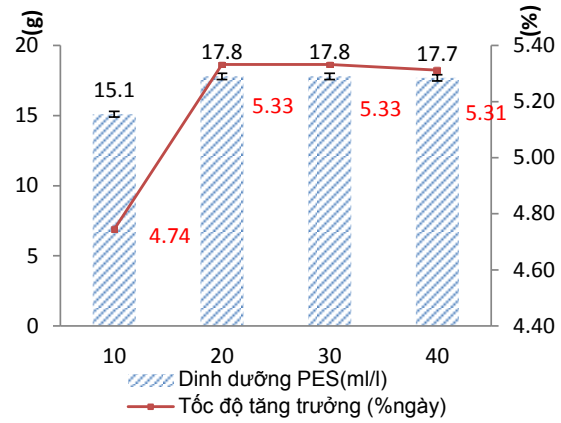
Tàn rong *U. papenfussii* được phân mảnh thành kích thước d3 được xử lý với dịch chiết rong *Ulva* rồi được nuôi khảo sát các yếu tố ảnh hưởng: mật độ rong 2; 4; 6; 8 và 10 g/l; nhiệt độ 20; 25; 30 và 35°C; ánh sáng, 300; 700 và 1100 μmol photon/m²/s, độ mặn, 2; 2,5; 3 và 3,5%, dinh dưỡng 10; 20; 30 và 40 ml/l. Kết quả khảo sát được trình bày ở các hình 1, 2, 3, 4, 5, 6.



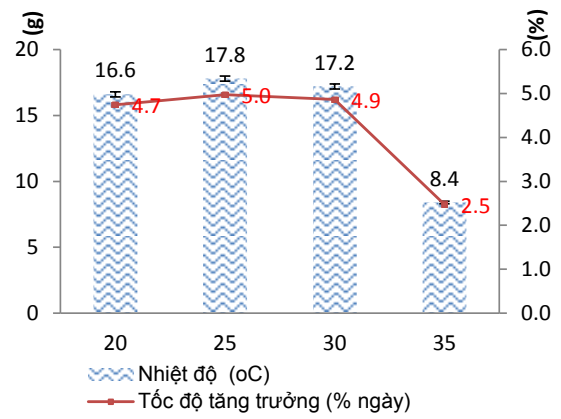
Hình 1 Ảnh hưởng của mật độ

Hình 1 cho thấy, trong quá trình nuôi 28 ngày tất cả công thức thí nghiệm đều tăng về khối lượng. Tại mật độ 10 g/l có khối lượng rong tăng cao nhất đạt 20,8 g trong đó, mật độ 2 g/l có khối lượng rong tăng thấp nhất đạt 8,2 g/l. Nhưng nếu xét theo tốc độ tăng trưởng thì tại mật độ 4 g/l có tốc độ tăng trưởng cao nhất 5% ngày đạt khối lượng 17,8 g, trong khi đó các mật độ khác chỉ đạt 3,2–4,7% ngày. Vì

vậy, mật độ nuôi 4 g/l thích hợp cho nuôi thương phẩm.



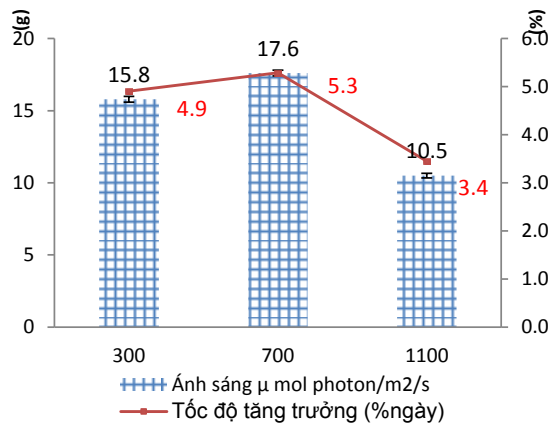
Hình 2. Ảnh hưởng của dinh dưỡng



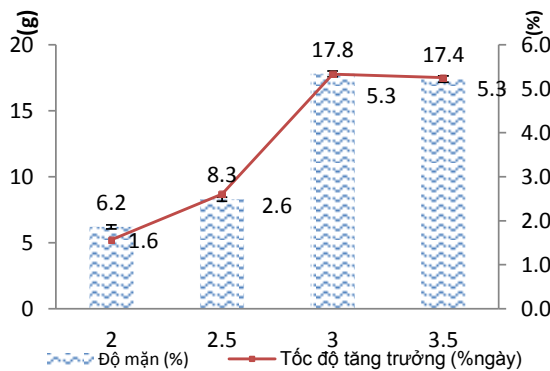
Hình 3. Ảnh hưởng của nhiệt độ

Hình 2 cho thấy kích thước loại d3 được nuôi với dinh dưỡng PES tăng về khối lượng và đạt khối lượng 15–17,8 g/l. Trong đó nồng độ dinh dưỡng PES 10 ml/l cho kết quả thấp hơn các nồng độ PES 20, 30, 40 ml/l. Nồng độ dinh dưỡng thích hợp được lựa chọn là PES 20 ml/l vì ở nồng độ này sẽ tiết kiệm được dinh dưỡng và không gây lãng phí.

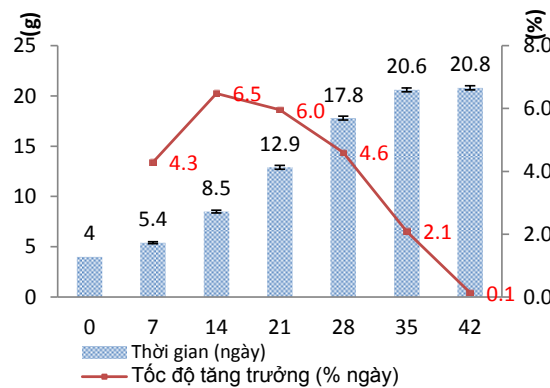
Hình 3 cho thấy mảnh rong d3 được nuôi ở các nhiệt độ khác nhau, trong đó nhiệt độ 20°C cho rong có khối lượng và tốc độ tăng trưởng thấp hơn so với nhiệt độ 25–30°C. Khi nhiệt độ tăng đến 35°C tốc độ tăng trưởng và khối lượng tăng thấp. Như vậy, nhiệt độ thích hợp cho rong phát triển là 25–30°C.



Hình 4. Ảnh hưởng của ánh sáng



Hình 5. Ảnh hưởng của độ mặn



Hình 6. Ảnh hưởng của thời gian

Hình 4 cho thấy rõ cường độ ánh sáng có ảnh hưởng lớn lên quá trình nuôi mảnh. Trong đó mảnh rong sống trong cường độ lớn 1.100 μmol photon/m²/s có tốc độ sinh trưởng thấp hơn nhiều so với cường độ ánh sáng yếu 300 và 700 μmol photon, và tại cường độ 700

μmol photon, mảnh rong có tốc độ sinh trưởng tốt nhất đạt 5,3% ngày và có khối lượng 17,7 g. Hình 5 cho thấy độ mặn ở 2–2,5%, mảnh rong sinh trưởng chậm chỉ đạt khối lượng 6–8,3 g. Trong khi đó ở độ mặn 3–3,5% rong đạt khối lượng đến 17,4–17,8 g.

Hình 6 cho thấy sinh trưởng của rong trong khoảng thời gian 42 ngày. Khối lượng mảnh rong tăng chậm trong khoảng thời gian từ 0–7 ngày, từ ngày thứ 7–28, rong tăng nhanh, đạt sinh khối từ 5,4 g lên 17,8 g, các ngày tiếp theo khối lượng rong có tăng nhưng không đáng kể và cao nhất đạt 20,8 g sau 42 ngày nuôi. Trong suốt thời gian nuôi, tốc độ sinh trưởng của rong tốt nhất từ ngày thứ 7 đến ngày thứ 28, tốc độ sinh trưởng giai đoạn này đạt 4,3–6,5% ngày, còn các giai đoạn khác tốc độ sinh trưởng đều thấp.

Như vậy, có thể thấy điều kiện giúp mảnh rong sinh trưởng tốt là 4g mảnh rong có kích thước 1 × 1 cm được nuôi trong môi trường có bổ sung 20 ml/l môi trường PES, nuôi ở nhiệt độ 25°C, cường độ ánh sáng 700 μmol photon/m²/s, độ mặn 3%, thời gian 28 ngày.

THẢO LUẬN

Theo Hiraoka (1998), tế bào rong *Ulva* bị ảnh hưởng rõ rệt bởi các yếu tố môi trường như ánh sáng, nhiệt độ, độ muối, dinh dưỡng và pH trong quá trình nuôi mảnh rong, ảnh hưởng này có thể thấy khi nuôi mảnh rong *U. mutabilis* có kích thước là 0,5 × 0,5 cm (Nordpy, 1977) hoặc nuôi mảnh rong *U. lactuca* có kích thước nhỏ hơn 1 × 2 cm (Prue Pettett, 2009). Còn trong nghiên cứu này của chúng tôi, ảnh hưởng rõ khi c nuôi rong *U. papenfussii* kích thước 1 × 1 cm.

Theo Prue Pettett (2009), rong *U. lactuca* được nuôi với nồng độ 10/3 lít, tương ứng 3,3 g/l, Theo công bố của Xiao jie (2016) đã cho thấy *U. prolifera* được nuôi với nồng độ 1 g/l và khi rong tăng trọng đến 20 g/l thì dừng lại. Điều này có thể thấy nồng độ nuôi 4 g/l rong *U. papenfussii* trong nghiên cứu của chúng tôi là thích hợp so với các nghiên cứu đã công bố trước đây.

Cũng theo Prue Pettett (2009), rong *U. lactuca*, *U. intestinalis*, *U. prolifera* được nuôi

trong môi trường Aquasol với nồng độ 87 mg/l, còn ở công bố của Tatyana (2013) *U. lactuca* được nuôi trong PES. Xiao Jie (2016) đã dùng PES để nuôi *U. prolifera*. Như vậy, có thể thấy PES là môi trường thích hợp cho phát triển *U. papenfussii*.

Ánh sáng thích hợp cho sinh trưởng rong *Ulva* là mùa xuân và mùa hè (Sousa, 2007). Theo Han (2005), ánh sáng cần thiết cho *U. pertusa* có cường độ > 30 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$, trong đó Tatyana (2013) cho rằng rong *U. lactuca* được nuôi dưới ánh sáng 60 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$ thấp hơn cường độ ánh sáng tự nhiên, trong nghiên cứu của chúng tôi ánh sáng cần thiết 700 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$, còn theo Xiao jie (2016), rong *U. prolifera* nuôi trực tiếp ngoài trời có ánh sáng là 1.200 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$.

Nhiệt độ thích hợp cho rong sinh trưởng thường là 22–25°C, trong đó *U. pertusa* ở 25°C (Han, 2005), rong *U. mutabilis* ở 22°C (Nordby, 1977), và *U. lactuca* ở 22°C (Niesenbaum, 1998). Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy trong khoảng nhiệt độ 22–25°C cũng thích hợp đối với loài *U. papenfussii*.

Độ mặn có ảnh hưởng lớn đến mảnh rong vì chúng tạo nên áp suất thẩm thấu tác động lên đường kính tế bào rong. Theo Han (2005), độ mặn thích hợp cho *Ulva* sinh trưởng là từ 2,5–3,5%. Theo Xiao jie (2016), loài *U. prolifera* sinh trưởng tốt ở độ mặn 3,2%. Kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy độ mặn 3% thích hợp cho *U. papenfussii*.

Tốc độ tăng sinh khối của một số rong *Ulva* dạng phiến đã được báo cáo trong nhiều công bố. Theo Taylor et al. (2001), tốc độ tăng trưởng của *U. curvata* là 13% ngày, theo Ale et al., (2011) tốc độ tăng trưởng của *U. lactuca* 16% ngày, còn *U. linza* là 6,75% ngày (Kim et al., 2011), *U. pertusa* là 12% ngày (Liu, 2010). Tốc độ tăng trưởng của các loài rong này cao từ 6–16% ngày. Còn kết quả nghiên cứu của chúng tôi cho thấy, tốc độ tăng trưởng của rong *U. papenfussii* là 4,3–6,5% ngày.

KẾT LUẬN

Phương pháp phân mảnh trong quá trình sản xuất giống rong *U. papenfussii* bước đầu đã cho được một số kết quả. Rong *U. papenfussii* được phân mảnh thành kích thước $d_3 = 1 \times 1$ cm được giữ ổn định trong chất nền dịch chiết rong *Ulva* nồng độ 0,1 g/l trong thời gian 7 ngày. Sau đó tiếp tục nuôi các mảnh rong trong theo điều kiện: nồng độ mảnh rong 4 g/l, môi trường PES 20 ml/l, cường độ ánh sáng 700 $\mu\text{mol photon/m}^2/\text{s}$, nhiệt độ 25°C, độ mặn 3%, thời gian nuôi 28 ngày. Trong điều kiện nêu trên rong đạt 17,8 g/l với tốc độ sinh trưởng cao 4,3–6,5% ngày.

Lời cảm ơn: Nhóm tác giả xin chân thành cảm ơn kinh phí hỗ trợ của Đề tài Cơ sở 2018-VLHCTNB và đề tài hợp tác quốc tế VAST.HTQT.NGA.15-06/16–17 của Viện Nghiên cứu và Ứng dụng công nghệ Nha Trang, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

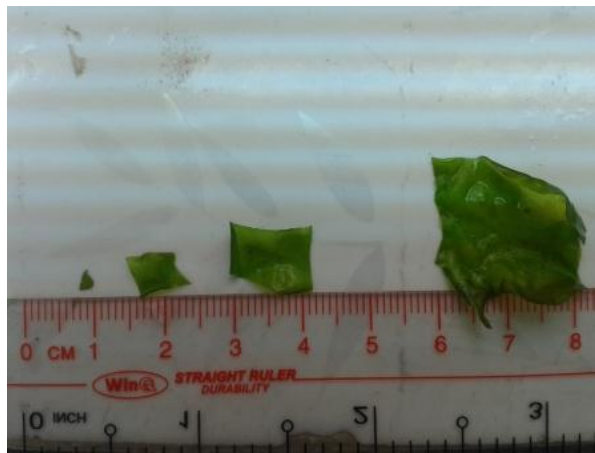
- Ale M. T., Mikkelsen J. D., Meyer A. S., 2011. Differential growth response of *Ulva lactuca* to ammonium and nitrate assimilation. *J. Appl. Phycol.*, 23(3): 345–351.
- Annette B., Jonas D., Carlos, 2011. Bioenergy potential of *Ulva lactuca*: Biomass yield, methane production and combustion. *Bioresource Technology*, 102: 2595–2604.
- Brinkhuis B. H., 1985 Handbook of Phycological Methods, Ecological Field Methods: Macroalgae. Cambridge: Cambridge University Press. 461–477.
- Dang Diem Hong, Hien H. M. & Son P. N., 2007. Use of Vietnamese seaweed for functional food, medicine and biofertilizer. *J. Applied Phycology*, Volume 19, 6: 817–826.
- Dawson, 1956. How to know seaweed. Brown company. Iowa., pp. 279.
- Han, T. and Choi, G., 2005. A novel manire algal toxicity bioassay based on sporulation inhibition in the green macroalgae *Ulva pertusa* (Chlorophyta). *Aquat. Toxicol.*, 75: 202–212.

- Harold C. Bold, Michael J. Wynne, 1978. Introduction to the Algae: Structure and Reproduction. *The Quarterly Review of Biology*, 53(4): 455–456.
- Hiraoka, M. and Entomoto, S., 1998. The induction of reproductive cell formation of *Ulva pertusa* Kjellman (Ulvales, Ulvophyceae). *Phycol. Res.*, 46: 199–203.
- Kim J. H. et al., 2011. Effects of temperature and irradiance on photosynthesis and growth of a green-tide-forming species (*Ulva linza*) in the Yellow Sea. *J Appl Phycol.*, 23(3): 421–432.
- Liu Dongyan, Keesing J. K., Dong Zhijun, et al., 2010. Recurrence of the world's largest green-tide in 2009 in Yellow Sea, China. *Mar Pollut Bull.*, 60(9): 1423–1432.
- Niesenbaum, R. A., 1988. The ecology of sporulation by the macroalgae *Ulva lactuca* L. (Chlorophyceae). *Aquat. Bot.*, 32:155–166.
- Nitin T., 2013. Enzymatic hydrolysis and production of bioethanol from common macrophytic green alga *Ulva fasciata* Delile. *Bioresource Technology*, 150: 106–112.
- Nordby, Q., 1977. Optimal conditions for meiotic spore formation in *Ulva mutabilis* Foy. *Bot. Mar.*, 20: 19–28.
- Phạm Hoàng Hộ, 1969. Rong biển Việt Nam. Trung tâm Học liệu Sài Gòn, 558 tr.
- Sousa, G. M., 1947. On the reproduction of some pacific coast species of *Ulva*. *A. J. Bot.*, 84: 80–87.
- Tatyana Kalita, Eduard A. Titlyanov, 2013. Influence of temperature on the infradian growth rhythm in *Ulva lactuca* (Chlorophyta). *Eur. J. Phycol.*, 48(2): 210–220.
- Taylor R., Fletcher R. L., Raven J. A., 2001. Preliminary studies on the growth of selected 'Green tide' algae in laboratory culture: effects of irradiance, temperature, salinity and nutrients on growth rate. *Bot. Mar.*, 44: 327–336.
- Tsutsui Isao, Huỳnh Quang Năng, 2005. The common Marine Plants of Southern Vietnam. Pulished by Japan Seaweed Association, Japan, pp. 250.
- Wei N., Quarterman J., Jin Y. S., 2013. Marine macroalgae: an untapped resource for producing fuels and chemicals. *Trends in Biotechnology*, 31(2): 70–77.
- Xiao jie, Zhang Xiaohong, 2016. Effect of temperature, salinity and irradiance on growth and photosynthesis of *Ulva prolifera*. *Acta Oceanol. Sin.*, 35(10): 114–121.

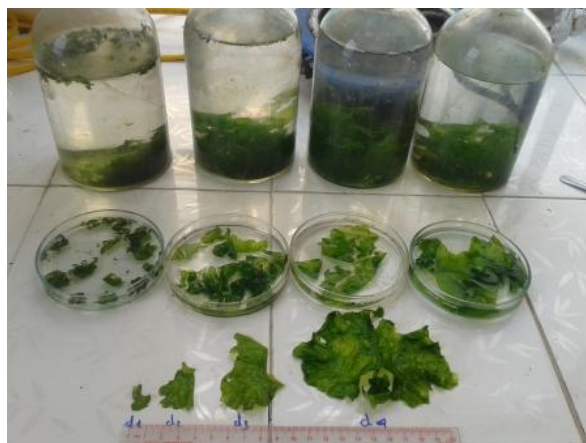
PHỤ LỤC HÌNH



Hình P1. Tảo rong *Ulva papenfussii*



Hình P2. Xử lý mảnh rong (Kích thước d1, d2, d3, d4 của rong *U.papenfussii*)



Hình P3. Nuôi dinh dưỡng mảnh rong giống *U. papenfussii* (Kích thước d1, d2, d3, d4 của rong *U.papenfussii* sau khi nuôi được 28 ngày)