

NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG DINH DƯỠNG NUÔI TẢO XOẮN (*Spirulina platensis*) CẢI TIẾN TỪ MÔI TRƯỜNG ZARROUK TĂNG HIỆU QUẢ KINH TẾ TẠI TRÀ VINH

Dương Hoàng Oanh¹

IMPROVING NUTRIENT FORMULATION FOR CULTURE OF (*Spirulina platensis*) TO REPLACE THE TRADITIONAL ZARROUK IN TERMS OF ECONOMIC ASPECT IN TRA VINH

Duong Hoang Oanh¹

Tóm tắt – Nghiên cứu môi trường dinh dưỡng nuôi tảo xoắn cải tiến từ môi trường Zarrouk nhằm tăng hiệu quả kinh tế, góp phần tìm ra môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis* đơn giản, hiệu quả. Đề tài nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* được thực hiện trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng) với hai nghiệm thức, nghiệm thức 1 là môi trường cải tiến 25% Zarrouk + i-ốt và nghiệm thức 2 là môi trường Zarrouk làm đối chứng, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Kết quả nghiên cứu cho thấy, mật độ tảo ở nghiệm thức 1 đạt 38.742 ± 3.881 tb/ml, khối lượng $643,3 \pm 80,2$ (g/bể/0,5 m³); nghiệm thức 2 đạt 43.422 ± 3.845 tb/ml, khối lượng $\sim 791,7 \pm 52,0$ (g/bể/0,5 m³). Hai nghiệm thức không khác biệt thống kê ($P < 0,05$) nhưng nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* ở nghiệm thức 1 (giảm các thành phần dinh dưỡng trong môi trường Zarrouk còn tỉ lệ 25% và có bổ sung i-ốt) làm giảm chi phí về môi trường dinh dưỡng nuôi tảo khoảng 75%.

Từ khóa: Công thức cải tiến, i-ốt, tảo *spirulina platensis*, zarrouk.

Abstract – This study aims to find an improved nutrient formulation for culturing spirulina (*Spirulina platensis*) from the traditional formulation (Zarrouk). Experiments are applied in outside condition with simple transparent plastic cover combined with black camo netting. The first experiment tested the efficiency of 25% Zarrouk + iodine formulation and the second experiment was applied fully Zarrouk formulation. The result shows that the first experiment reached 37.42 ± 3.881 cells/ml with total biomass approaches 643.3 ± 80.2 (g /0.5 m³). The second experiment reaches 43.422 ± 3.845 cells/ml with average biomass of $\sim 791.7 \pm 52$ (g/0,5 m³) with (P -value $< 0,05$). In conclusion, the improved nutrient formulation with original 25% Zarrouk adding iodine which contributes to improve *Spirulina* culture effectiveness in economic aspect which decreases expenses up to 75% as compared to Zarrouk

Keywords: Improved formulation, iodine, spirulina platensis, zarrouk.

I. GIỚI THIỆU

Tảo xoắn *Spirulina spp* chứa hàm lượng protein 60-70%, glucit 13-16%, lipit 7-8%, ngoài ra còn chứa nhiều axit amin không thay thế, vitamin và khoáng [1]–[3]. Tảo *Spirulina platensis* là nguyên liệu tiềm năng của siêu thực phẩm và dược phẩm, y học, được tách chiết thành các chế phẩm giàu dinh dưỡng và giàu sắc tố có tác dụng tăng khả

¹Bộ môn Thủy sản, Khoa Nông nghiệp – Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

Ngày nhận bài: 07/3/2018; Ngày nhận kết quả bình duyệt: 13/3/2018; Ngày chấp nhận đăng: 20/3/2018

Email: dhoanh@tvu.edu.vn

¹Department of Aquaculture, School of Agriculture and Aquaculture, Tra Vinh university

Received date: 7th March 2018; Revised date: 13th March 2018; Accepted date: 20th March 2018

năng đề kháng, nâng cao thể trạng của bệnh nhân, hạn chế sự phát triển của ung thư [4].

Môi trường dinh dưỡng nuôi tảo *Spirulina platensis* phát triển tốt được xác định là môi trường Zarrouk [5]. Tuy nhiên, môi trường dinh dưỡng này khá phức tạp và tốn nhiều chi phí. Vì vậy, những năm gần đây, các công trình trong nước đã nghiên cứu môi trường dinh dưỡng nuôi tảo *Spirulina platensis* dựa trên môi trường Zarrouk nhằm mục đích giảm bớt thành phần, hàm lượng môi trường và thay thế bằng những thành phần khác để giảm giá thành sản xuất. Lưu Quỳnh Hoa [6] cho biết có thể giảm NaHCO_3 đến một mức nhất định, nhưng nếu thay thế hoàn toàn thì kết quả nuôi tảo không đạt năng suất, do đó có thể nghiên cứu giảm hàm lượng muối dinh dưỡng NaHCO_3 đồng thời thêm một số hàm lượng khác để chọn giá trị tốt nhất. Nghiên cứu của Phạm Thị Kim Ngọc [7] cho thấy *Spirulina platensis* có hàm lượng protein cao hơn khi nuôi trong môi trường Zarrouk, nhưng môi trường sử dụng nuôi tảo vẫn còn quá cao trong 1 lít nước nuôi tảo. Mong muốn của người nuôi tảo *Spirulina platensis* vẫn là hiệu quả kinh tế và việc tạo giống tảo giàu dinh dưỡng cùng với tìm kiếm môi trường dinh dưỡng rẻ tiền thay thế hoặc giảm bớt lượng muối dinh dưỡng cần thiết trong nuôi tảo *Spirulina platensis* nhằm giảm chi phí là điều cần thiết.

II. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu của Richmond [8] cho rằng nuôi tảo *Spirulina spp* trong phòng thí nghiệm bằng môi trường SOT đã cho tảo đạt chất lượng về sắc tố. Tuy nhiên, các thành phần của môi trường này khá phức tạp và đắt tiền nên hiệu quả kinh tế không cao. Trong khi đó, môi trường cơ bản Zarrouk vừa có thành phần dinh dưỡng thấp hơn môi trường SOT vừa có thể nuôi tảo *Spirulina spp* tốt, mang lại hiệu quả nuôi sinh khối cao [5]. Bùi Thị Ngọc Bích [9] cho rằng, khi nuôi tảo *Spirulina platensis* có chứa từ 16-17g NaHCO_3 tảo phát triển tốt, tương ứng với mật độ tảo gốc ban đầu là 30%, nhưng môi trường dinh dưỡng còn quá cao không mang lại hiệu quả kinh tế. Đồng thời, Đặng Thị Men [3] cho biết vẫn chưa có môi trường nuôi tảo hiệu quả. Việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường

nuôi tảo *Spirulina platensis* được nghiên cứu bởi Lê Quỳnh Hoa [6] cho thấy, có thể giảm hàm lượng NaHCO_3 tới một mức nhất định nhưng nếu thay thế hoàn toàn hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl thì năng suất sẽ giảm. Vì vậy, nếu giảm hàm lượng chính trong môi trường Zarrouk thì cần phải bổ sung thêm thành phần khác để hỗ trợ, trong đó việc chọn thành phần bổ sung phải đảm bảo tảo nuôi phát triển tốt với chi phí thấp.

III. PHƯƠNG PHÁP VÀ PHƯƠNG TIỆN NGHIÊN CỨU

A. Thời gian và địa điểm nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện từ tháng 8/2016 đến 6/2017, tại Khoa Nông nghiệp – Thủy sản, Trường Đại học Trà Vinh

Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm một nhân tố được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong bể composit có thể tích 500 lít với hai nghiệm thức và lặp lại ba lần, nghiệm thức một (NT1) là môi trường cải tiến 25% Zarrouk + i-ốt và nghiệm thức hai (NT2) là môi trường Zarrouk làm đối chứng. Tảo được cấy vào bể composit với mật độ ban đầu là 104tb/ml và được sục khí liên tục trong suốt quá trình nuôi. Môi trường dinh dưỡng cung cấp vào ngày đầu tiên khi bố trí thí nghiệm; nước nuôi cấy được xử lý bằng thuốc tím và than hoạt tính, sau đó cho thêm môi trường dinh dưỡng theo hai công thức tương ứng với hai nghiệm thức như sau:

Bảng 1: Các thành phần hóa học trong môi trường cải tiến 25% Zarrouk + i-ốt

STT	Thành phần	Liều lượng (g/L)
1	EDTA	0,02
2	NaNO_3	0,625
3	K_2HPO_4	0,125
4	$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,0025
5	NaHCO_3	4,2
6	Muối I-ốt 100‰	1 ml/lít/ngày

B. Các chỉ tiêu theo dõi

1. Theo dõi pH bằng máy đo pH 2 và nhiệt độ nuôi bằng nhiệt kế 2 lần/ngày vào lúc 8 giờ và 14 giờ; độ mặn bằng khúc xạ kế, đo 1 lần/ngày vào lúc 8 giờ.

Bảng 2: Các thành phần hóa học trong môi trường Zarrouk (đối chứng) [5]

STT	Thành phần	Liều lượng (g/L)
1	EDTA	0,08
2	NaNO ₃	2,5
3	K ₂ SO ₄	1,0
4	NaCl	1,0
5	MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2
6	CaCl ₂ .2H ₂ O	0,04
7	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,01
8	K ₂ HPO ₄	0,5
9	NaHCO ₃	16,8

2. Xác định sinh khối tảo

- Thời điểm thu tảo vào lúc 8 giờ.

- Xác định mật độ tảo bằng Micropipet có thể tích 1 ml hút tảo từ trong bình tam giác vào ống li tâm có thể tích 10 ml, tiến hành pha loãng bậc 5 (1 tuần đầu tiên) và pha loãng bậc 10 (tuần tiếp theo), sau đó, lắc đều và hút 1 ml đã pha loãng vào buồng đếm Sedgwick-Rafter có thể tích 1 ml, đập lamel lại và tiến hành đếm tảo đại diện trên 125 ô (25 ô/góc: 4 góc và 1 giữa) ở vật kính 10, lặp lại ba lần đếm.

- Tính số lượng tảo = $T \cdot (A/N) \cdot V$ pha loãng

Trong đó:

T: Tổng số tế bào đếm được

A: Tổng số ô của buồng đếm

N: Tổng số ô đếm được

V pha loãng : Thể tích pha loãng

Thể tích buồng đếm: 1.0 ml

- Xác định khối lượng tảo sau khi kết thúc thí nghiệm: xác định thời gian tảo đạt cực đại, sau một đến hai ngày tiến hành thu hoạch tảo bằng lưới lọc có kích thước mắt lưới là 5-10 micron cùng với cân khối lượng tảo bằng cân hai số lẻ, sau đó so sánh khối lượng tảo ở hai nghiệm thức.

- Phân tích protein theo TCVN 4328-1:2007.

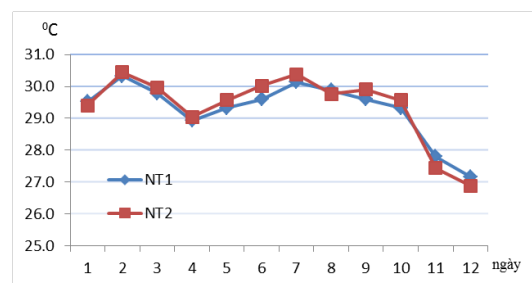
3. Phương pháp xử lý số liệu

Số liệu được phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) trên phần mềm SPSS 16.0 với phép kiểm định Duncan's Test và Tukey Test được sử dụng để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $P < 0,05$.

IV. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Yếu tố môi trường trong quá trình nuôi tảo ngoài trời

1). Yếu tố nhiệt độ

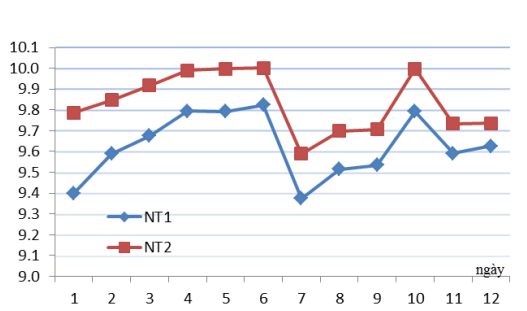


Hình 1: Biểu đồ thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình hàng ngày

Hình 1 cho thấy nhiệt độ trung bình ở các nghiệm thức dao động trong khoảng 26,9 – 30,5°C. Cụ thể ở NT1, nhiệt độ 27,2 - 30,3°C; NT2, nhiệt độ 26,9 - 30,5°C. Sự chênh lệch nhiệt độ giữa các ngày kế nhau tương đối ổn định, không quá 2°C. Tuy nhiên, vào ngày thứ mười một và mười hai của thí nghiệm, nhiệt độ ở các nghiệm thức có sự giảm rõ rệt hơn các ngày trước chỉ đạt 26,9 - 27,2°C, do nhiệt độ xung quanh thay đổi nên có thể đây là nguyên nhân làm cho tốc độ tăng trưởng của tảo ở hai nghiệm thức chậm và mật độ giảm. Dù vậy, nhiệt độ ở các nghiệm thức thí nghiệm vẫn nằm trong khoảng thích hợp cho tảo *Spirulina platensis* phát triển. Kết quả này phù hợp với kết quả của Vonshak [10], nhiệt độ tốt cho sự phát triển của tảo *Spirulina platensis* từ 24 - 42°C.

2) Yếu tố pH

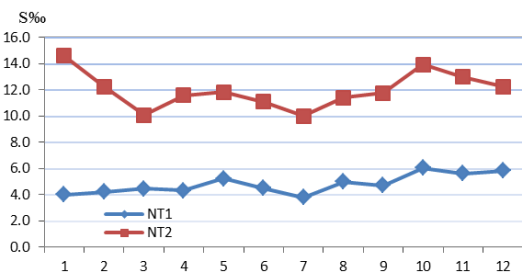
Kết quả Hình 2 cho thấy, pH của NT2 lúc nào cũng cao hơn NT1 theo thời gian. Khoảng dao động pH ở NT1 là 9,4 - 9,8; NT2 là 9,6 - 10,0. Nguyên nhân dao động do hàm lượng muối dinh dưỡng của hai nghiệm thức ngay từ đầu thí nghiệm. Tuy nhiên, sự biến động pH ở hai nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm tương đồng nhau. Cụ thể ở NT1 và NT2, pH tăng dần từ ngày đầu đến ngày thứ sáu, đạt giá trị 9,84 - 10,0. Từ ngày thứ bảy đến ngày thứ chín, pH giảm, giá trị pH đạt 9,54 - 9,7. Sở dĩ có sự tăng giảm là do sự phát triển mật độ tảo hàng ngày không ổn định (ban ngày, trời nắng nóng,



Hình 2: Biểu đồ thể hiện giá trị pH trung bình hàng ngày

ban đêm, trời lạnh). Ngày thứ mười, pH tăng lên và lại giảm xuống tới khi kết thúc thí nghiệm, lí do trong thời gian này tảo đã đạt cực đại. Tuy pH có sự tăng giảm về chỉ số nhưng không vượt quá 0,4 đơn vị/ngày. Kết quả này nằm trong khoảng pH thích hợp cho tảo phát triển, Trần Văn Tựa [11] đã khẳng định pH là một trong những nhân tố môi trường có ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển của tảo *Spirulina spp.* Riêng tảo *Spirulina platensis* tăng trưởng tối ưu ở pH 9,0 - 11,0.

3) Yếu tố độ mặn



Hình 3: Biểu đồ thể hiện giá trị độ mặn trung bình hàng ngày

Hình 3 cho thấy, độ mặn ở hai nghiệm thức khác nhau từ ngày đầu đến khi kết thúc nghiên cứu. Độ mặn của NT2 dao động từ 10 - 14,6‰ cao hơn NT1 dao động từ 4,0 - 6,2‰. Sở dĩ độ mặn NT1 thấp hơn NT2 là do môi trường nuôi ban đầu có hàm lượng muối dinh dưỡng ít hơn rất nhiều so với NT2. Tuy trong quá trình nuôi có bổ sung nước muối i-ốt 1 ml/lít/ngày nhưng tảo đã hấp thụ gần hết, vì vậy, độ mặn ở ngày kết thúc thí nghiệm chỉ tăng hơn so với ban đầu

1,5‰. Riêng NT2 độ mặn có giảm so với ban đầu là do tảo không hấp thu hết lượng muối dinh dưỡng này và một phần muối dinh dưỡng bám xuống thành bể và đáy bể. Điều này cho thấy khi nuôi tảo ngoài trời không cần thiết phải nuôi ở môi trường Zarrouk, vì nó làm tốn nhiều thành phần cũng như liều lượng các muối dinh dưỡng, trong khi đó, tảo lại không hấp thu hết.

B. Sự phát triển của tế bào tảo *Spirulina platensis* ở các nghiệm thức

Bảng 3: Sự phát triển của tế bào tảo *Spirulina platensis*

Ngày	Nghiệm thức (tb/ml)		P
	NT1	NT2	
1	10.000 ± 0	10.000 ± 0	-
2	10.997 ± 187	11.227 ± 291	0,315
3	15.227 ± 89 ^b	14.592 ± 287 ^a	0,022
4	17.840 ± 608	17.100 ± 592	0,206
5	22.546 ± 969	22.469 ± 509	0,908
6	25.880 ± 1.906	27.220 ± 2.311	0,482
7	30.540 ± 2.161 ^a	34.920 ± 1.538 ^b	0,046
8	33.600 ± 2.686	37.640 ± 2.957	0,155
9	36.400 ± 3.960	42.180 ± 3.845	0,101
10	38.742 ± 3.881	43.422 ± 3.845	0,212
11	36.100 ± 3.245	38.600 ± 2.856	0,373
12	32.460 ± 3.189	36.340 ± 3.690	0,240

Chú thích: a, b: có ít nhất chữ cái giống nhau không khác biệt có ý nghĩa thống kê.

Bảng 3 cho thấy, ở ngày nuôi thứ ba tảo ở NT1 phát triển nhanh hơn NT2 khác biệt thống kê ($P < 0,05$). Ở những ngày đầu, môi trường dinh dưỡng dồi dào, tảo thích nghi và phân cắt tế bào nhanh; mặt khác, do NT1 có bổ sung i-ốt mỗi ngày nên tảo phát triển nhanh hơn NT2. Đến ngày nuôi thứ bảy, tảo ở NT2 lại phát triển nhanh hơn NT1, khác biệt thống kê, trong thời gian này, môi trường dinh dưỡng ở NT2 vẫn còn nhiều giúp tế bào tảo phát triển nhanh hơn NT1. Nhìn chung, sau mười hai ngày nuôi, hai nghiệm thức đều có xu hướng tăng mật độ tế bào tảo rất nhanh ở ngày thứ năm đến ngày thứ mười và giảm mật độ ở ngày thứ mười một trở đi. Mật độ tảo ở hai nghiệm thức đạt cao nhất ngày thứ mười (NT1: 38.742 ± 3.881 tb/ml; NT2: 43.422 ± 3.845 tb/ml), nhưng không khác biệt thống kê ($P < 0,05$). Theo nghiên cứu của Lê Quỳnh Hoa

[6], nếu thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis*, sinh khối tảo giảm dần ở môi trường có 8,4 g/lít NaHCO_3 và thấp nhất ở môi trường có 4,2 g/lít NaHCO_3 . Điều này cho thấy việc giảm các thành phần dinh dưỡng trong môi trường Zarrouk còn tỉ lệ 25% (4,2 g/lít NaHCO_3) có bổ sung i-ốt tốt hơn nhiều so với nghiên cứu không bổ sung muối i-ốt và giảm chi phí môi trường dinh dưỡng nuôi tảo khoảng 75%.

C. Khối lượng của tảo ở các nghiệm thức

Bảng 4: Khối lượng tảo ở các nghiệm thức

Khối lượng	Nghiệm thức		P
	NT1	NT2	
Khối lượng (g)	643,3 ± 80,2	791,7 ± 52,0	0,55

Bảng 4 cho thấy NT2 đạt kết quả khối lượng là $791,7 \pm 52,0$ (g/bể/0,5 m³) cao hơn NT1: $643,3 \pm 80,2$ (g/bể/0,5 m³), trung bình cả hai nghiệm thức đạt từ 1,29 - 1,58 g/lít, khác biệt không có ý nghĩa. Kết quả này cao hơn kết quả của Gorsan [12], nuôi trồng thử nghiệm *Spirulina platensis* trong hệ thống bể raceway (2500 lít) đạt được 0,5 g/lít và nuôi trong bình thủy tinh 20 lít sinh khối thu được là 0,9 g/lít.

D. Hàm lượng dinh dưỡng protein của tảo *Spirulina platensis*

Bảng 5: Hàm lượng dinh dưỡng protein thô của tảo *Spirulina platensis*

Nghiệm thức	NT1	NT2
Protein thô (%)	55,14	58,63

Hàm lượng protein thô của tảo *Spirulina platensis* trước khi bố trí đạt 67,92%, sau khi kết thúc thí nghiệm, hàm lượng protein thô đều giảm ở cả hai nghiệm thức và đạt từ 55,14 đến 58,63%. Kết quả này vẫn cao hơn kết quả nghiên cứu của Gorsan [12] có hàm lượng protein 33,8% - 58,3%. Điều này cho thấy, chất lượng sản phẩm tảo đã giảm đi đáng kể khi nuôi tảo ngoài thực địa. NT1 (môi trường cải tiến) có hàm lượng môi

trường dinh dưỡng nuôi tảo giảm 75% so với NT2 (môi trường Zarrouk) nhưng chất lượng protein của tảo ở NT1 vẫn cao gần bằng chất lượng protein ở NT2. Vì vậy, việc giảm môi trường dinh dưỡng theo công thức ở NT1 có thể áp dụng vào sản xuất để tăng hiệu quả kinh tế khi nuôi tảo *Spirulina platensis* tại Trà Vinh.

V. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

A. Kết luận

Nuôi tảo bằng môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk đã làm giảm chi phí.

B. Đề xuất

Cần nghiên cứu tiếp theo về các mức nhiệt độ khác nhau để xác định tốc độ tăng trưởng và các hàm lượng dinh dưỡng khác.

Cần xây dựng mô hình nuôi ít chịu tác động bởi yếu tố nhiệt độ bên ngoài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Hữu Thước. *Công nghiệp nuôi trồng và sử dụng tảo Spirulina* [Đề tài cấp Nhà nước]. Viện Công nghệ Sinh học - Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam; 1980.
- [2] Nguyễn Đức Lương. *Vi sinh vật học công nghiệp*. Công nghệ vi sinh tập II, Trường Đại học Bách Khoa, Đại học Quốc gia TP.HCM; 2002.
- [3] Đặng Thị Men. *Nghiên cứu ảnh hưởng của cường độ ánh sáng và môi trường dinh dưỡng lên sinh trưởng của quần thể tảo Spirulina platensis nuôi trong nước mặn ở điều kiện phòng thí nghiệm* [Luận văn tốt nghiệp]. Trường Đại học Nha Trang; 2013.
- [4] Đặng Xuyên Như. *Nghiên cứu công nghệ sản xuất các chế phẩm giàu dinh dưỡng và giàu hoạt tính sinh học từ nguồn vi tảo để phục vụ cho dinh dưỡng người và động vật* [Đề tài nghiên cứu cấp Bộ, Hà Nội]. Trường Đại học Nha Trang; 1995.
- [5] Safak S C, E Koru, S Cirik. Effect of temperature and nitrogen concentration on the growth and lipid content of *Spirulina platensis* and biodiesel production. *Aquaculture International*. 2017;25:1485-1493.
- [6] Lê Quỳnh Hoa. *Khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi trồng tảo *Spirulina platensis**. Trường Cao đẳng Kinh tế - Công nghệ TP.HCM; 2013.
- [7] Phạm Thị Kim Ngọc. *Nuôi Spirulina platensis bằng nước biển ở quy mô phòng thí nghiệm và ứng dụng trong chế biến thực phẩm*. vol. 3. Thông tin Khoa học Công nghệ, Sở Khoa học - Công nghệ, Liên hiệp các hội KH & KT tỉnh Bà Rịa - Vũng Tàu; 2013: 11-13.

- [8] Richmond A, Becker W. Technological aspects of mass cultivation-ageneral outline. In: A Richmond, editor. *Algae Mass culture*. Boca Raton: CrC Press; 1986. p. 245–263.
- [9] Bùi Thị Ngọc Bích. *Khảo sát một số phương pháp tăng sinh khối tảo Spirulina plantensis quy mô phòng thí nghiệm* [Luận văn tốt nghiệp]. Trường Đại học Nông Lâm Thành phố Hồ Chí Minh; 2006.
- [10] Vonshak A, Tomaselli L. Arthrospira (Spirulina): systematics and ecophysiology. In: Whitton B A, Potts M, editors. *Ecology of Cyanobacteria*. Kluwer, The Netherlands. Boca Raton: CrC Press; 2000. p. 505–523.
- [11] Trần Văn Tựa. Ảnh hưởng của pH môi trường lên quang hợp của tảo Spirulina platensis. Vấn đề nguồn Cacbon cho quang hợp. *Tạp chí Sinh vật học*. 1993;15(1):15–17.
- [12] Goksan. The Growth of Spirulina platensis in Different Culture Systems Under Greenhouse Condition. *Turkish Journal of Biology*. 2007;31(1):47–52.