

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TRÀ VINH

**BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU KHOA HỌC CẤP TRƯỜNG**

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

Chủ nhiệm đề tài: Dương Hoàng oanh

Trà Vinh, ngày tháng năm 2017

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu môi trường dinh dưỡng mới, cải tiến từ môi trường Zarrouk tăng hiệu quả kinh tế trong qui trình nuôi tảo xoắn (*Spirulina platensis*) tại Trà Vinh nhằm tìm ra môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis* đơn giản, hiệu quả. Đề tài được thực hiện bao gồm 2 thí nghiệm. Thí nghiệm 1 Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm. Thí nghiệm gồm có 4 nghiệm thức, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Môi trường Zarrouk làm nghiệm thức đối chứng (NT1) so sánh với 3 mức độ dinh dưỡng khác nhau cải tiến 75% Zarrouk + iot (NT2); cải tiến 50% Zarrouk + iot (NT3); cải tiến 25% Zarrouk + iot (NT4). Kết quả nghiên cứu cho thấy mật độ tế bào tảo ở NT4 cao nhất đạt 68.667 ± 3.216 tb/ml tương ứng với khối lượng cao nhất đạt $14,40 \pm 0,83$ g/l và không có sự khác biệt thống kê với mức ý nghĩa ($p < 0,05$) so với nghiệm thức đối chứng (NT1) đạt 66.160 ± 1.604 (tb/ml); $13,33 \pm 0,53$ (g/l) và NT3 (66.880 ± 3.322 (tb/ml); $13,90 \pm 0,51$ (g/l)). Riêng NT2 cho kết quả thấp nhất về mật độ tế bào tảo đạt 54.800 ± 536 tb/ml tương ứng với khối lượng thấp nhất đạt $11,78 \pm 0,49$ g/l và có sự khác biệt thống kê so với các nghiệm thức trên. Điều này khẳng định rằng khi nuôi tảo xoắn *Spirulina platensis* trong môi trường cải tiến 25% Zarrouk + iot vừa mang lại hiệu quả về năng suất vừa tiết kiệm chi phí về môi trường dinh dưỡng nuôi tảo. Thí nghiệm 2 Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” từ thí nghiệm 1 trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng). Thí nghiệm có 2 nghiệm thức, nghiệm thức 1 là môi trường mới được chọn và nghiệm thức 2 là môi trường Zarrouk làm đối chứng, mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Mật độ tảo ở NT1 đạt 38.742 ± 3.881 tb/ml; Khối lượng là $643,3 \pm 80,2$ (g/bể/0,5m³); NT2 đạt 43.422 ± 3.845 tb/ml, khối lượng là $791,7 \pm 52,0$ (g/bể/0,5m³). Cả hai nghiệm thức không có sự khác biệt thống kê với mức ý nghĩa ($p < 0,05$).

MỤC LỤC

	Trang
TÓM TẮT	3
DANH MỤC BẢNG BIỂU	6
DANH MỤC BIỂU ĐỒ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH	7
KÝ HIỆU CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT	8
LỜI CẢM ƠN	9
PHẦN MỞ ĐẦU	10
1. Tính cấp thiết của đề tài	10
2. Tổng quan tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước	11
2.1. Tình hình nghiên cứu trong nước	11
2.2. Tình hình nghiên cứu ngoài nước	17
3. Mục tiêu của đề tài	24
4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu	25
4.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu	25
4.2. Qui mô nghiên cứu	25
4.3. Phương pháp nghiên cứu	25
4.3.1. Dụng cụ phục vụ thí nghiệm	26
4.3.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm	26
4.3.3. Phương pháp xử lý số liệu	32
PHẦN KẾT QUẢ THẢO LUẬN	33
Chương 1. Nghiên cứu nuôi tảo <i>Spirulina platensis</i> với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm	33
1. 1. Yếu tố môi trường cơ bản trong quá trình nuôi tảo phòng thí nghiệm	33

1.1.1. Yếu tố pH	33
1.1.2. Yếu tố nhiệt độ	34
1.1.3. Yếu tố độ mặn	35
1.2. Phát triển sinh khối của tảo <i>Spirulina platensis</i>	36
1.3. Khối lượng của tảo ở các nghiệm thức thí nghiệm	37
Chương 2. Nghiên cứu nuôi tảo <i>Spirulina platensis</i> trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” từ kết quả nghiên cứu của thí nghiệm 1, nuôi trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng)	38
2.1. Yếu tố môi trường trong quá trình nuôi tảo ngoài trời	38
2.1.1. Yếu tố nhiệt độ	38
2.1.2. Yếu tố pH	38
2.1.3. Yếu tố độ mặn	39
2.2. Sự phát triển sinh khối của tảo <i>Spirulina platensis</i> ở các nghiệm thức ngoài trời	40
2.3. Khối lượng của tảo ở các nghiệm thức ngoài trời	41
2.4. Hàm lượng dinh dưỡng của tảo <i>Spirulina platensis</i> trước và sau khi nghiên cứu	42
2.5. Đánh giá hiệu quả kinh tế khi nuôi tảo xoắn bằng môi trường mới với môi trường đối chứng (Zarrouk)	43
PHẦN KẾT LUẬN	45
1. Kết quả đề tài	45
2. Kiến nghị	45
TÀI LIỆU THAM KHẢO	46
PHỤ LỤC	49

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Tên bảng	Trang
Bảng 1. Thành phần hóa học của tảo <i>Spirulina</i>	12
Bảng 2. Thành phần vitamin của tảo <i>Spirulina</i>	13
Bảng 3. Thành phần khoáng của tảo <i>Spirulina</i>	13
Bảng 4. Thành phần axit amin trong tảo <i>Spirulina sp</i>	13
Bảng 5. Các thành phần trong môi trường SOT đa lượng	16
Bảng 6. Các thành phần trong môi trường SOT vi lượng	16
Bảng 7. Các thành phần hóa học trong môi trường Zarrouk	17
Bảng 8. Môi trường nuôi tảo <i>Spirulina sp</i> tham khảo	20
Bảng 9. Tỷ lệ bổ sung hàm lượng NaCl thay thế NaHCO ₃	22
Bảng 10. Thành phần định lượng của muối Iod	24
Bảng 11. Dụng cụ thí nghiệm	26
Bảng 12. Các thành phần hóa học trong môi trường Zarrouk	27
Bảng 13. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 1 (Môi trường mới 1)	27
Bảng 14. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 2 (Môi trường mới 2)	28
Bảng 15. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 3 (Môi trường mới 3)	28
Bảng 16. Sự phát triển của tế bào tảo ở các nghiệm thức thí nghiệm	36
Bảng 17. Khối lượng tảo của các nghiệm thức thu được khi kết thúc thí nghiệm	37
Bảng 18. Sự phát triển của tế bào tảo <i>Spirulina platensis</i> ở các nghiệm thức ngoài trời	40
Bảng 19. Khối lượng tảo thu được của thí nghiệm	41
Bảng 20. Hàm lượng dinh dưỡng của tảo <i>Spirulina platensis</i> trước và sau khi nghiên cứu ở thí nghiệm 1 (Phòng thí nghiệm)	42
Bảng 21. Hàm lượng dinh dưỡng của tảo <i>Spirulina platensis</i> trước và sau khi nghiên cứu ở thí nghiệm 2 (Ngoài trời)	42

Bảng 22. Chi phí sử dụng cho môi trường Zarrouk	43
Bảng 23. Chi phí sử dụng cho môi trường thí nghiệm	44
Bảng 24. Hiệu quả kinh tế	44

DANH MỤC BIỂU ĐỒ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH

Tên biểu đồ	Trang
Hình 1. Tảo bố trí thí nghiệm	29
Hình 2. Buồng đếm tảo Sedgwick-Rafter	31
Hình 3. Biểu đồ thể hiện giá trị pH trung bình hằng ngày	33
Hình 4. Biểu đồ thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình hằng ngày	34
Hình 5. Biểu đồ thể hiện giá trị độ mặn trung bình hằng ngày	35
Hình 6: Biểu đồ thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình hằng ngày	38
Hình 7. Biểu đồ thể hiện giá trị pH trung bình hằng ngày	39
Hình 8. Biểu đồ thể hiện giá trị độ mặn trung bình hằng ngày	39

KÝ HIỆU CÁC CỤM TỪ VIẾT TẮT

g/L:	gam/lít
mg:	Miligam
tb/mL:	Tế bào/mililit
NTĐC:	Đôi chứng
NT1:	Nghiệm thức 1
NT2:	Nghiệm thức 2
NT3:	Nghiệm thức 3
NT4:	Nghiệm thức 4

LỜI CẢM ƠN

Để có thể hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học và báo cáo tổng kết này. Với lòng biết ơn sâu sắc chủ nhiệm xin chân thành cảm ơn:

Ban Giám hiệu nhà trường, ban lãnh đạo khoa Nông nghiệp – Thủy sản, Lãnh đạo bộ môn Thủy sản, phòng thí nghiệm vi tảo đã tạo cơ sở vật chất và điều kiện tốt nhất cho chủ nhiệm hoàn thành tốt đề tài nghiên cứu khoa học này.

Xin gửi lời cảm ơn đến các thành viên trong hội đồng thuyết minh đề tài cũng như hội đồng báo cáo đề tài đã tận tình góp ý cho chủ nhiệm hoàn chỉnh nội dung thực hiện cũng như báo cáo tổng kết đề tài.

Cảm ơn Chồng và con đã luôn quan tâm và tạo điều kiện về thời gian để chủ nhiệm hoàn thành đam mê trong công việc nghiên cứu.

Cảm ơn các em Sinh viên: Tính, Nhi, Như, Loan, Đức, Trang, Tài, Đô, Như đã giúp đỡ trong quá trình nghiên cứu.

Tôi xin chân thành cảm ơn!!!

PHẦN MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài:

Tảo xoắn *Spirulina sp* chứa hàm lượng protein từ 60–70%, Gluxít: 13-16%, Lipít: 7-8%, ngoài ra còn chứa nhiều Axít amin không thay thế: Lysine, Metionin, Penylalanin, Tryptophan..., vitamin E, B6, B12,... Khoáng: đồng, kẽm, magie, kali, sắt... Chúng được ứng dụng hiệu quả trong thực phẩm, dược phẩm và công nghiệp hóa mỹ phẩm cho con người và cho thấy *Spirulina sp* rất nhiều tiềm năng của một loại siêu thực phẩm (Nguyễn Hữu Thước, 1980; Nguyễn Đức Lương, 2002; Đặng Thị Men, 2013). Ngoài ra, tảo *Spirulina sp* còn được tách chiết thành các chế phẩm giàu dinh dưỡng và giàu sắc tố có tác dụng tăng khả năng đề kháng, tăng miễn dịch, tăng hàm lượng hồng cầu, bạch cầu, hàm lượng máu, nâng cao thể trạng của bệnh nhân, hạn chế sự phát triển của ung thư (Đặng Xuyên Như, 1995). Sau một khoảng thời gian dài tìm hiểu về vai trò, chức năng, tác dụng của tảo *Spirulina sp*, các nhà khoa học trong và ngoài nước đã tiếp tục nghiên cứu thêm về các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến sự phát triển của tảo cũng như các môi trường dinh dưỡng nuôi tảo nhằm chọn ra những yếu tố tối ưu cho tảo phát triển. Kết quả, các dạng môi trường dinh dưỡng thích hợp như môi trường SOT, môi trường Zarrouk nuôi tảo phát triển tốt (Godia, 2002). Tuy nhiên, các dạng môi trường dinh dưỡng này khá phức tạp và tốn chi phí cao. Với sản phẩm có giá trị dinh dưỡng cao như tảo *Spirulina platensis* là tiềm năng lớn trong các lĩnh vực thực phẩm, dược phẩm, y học, ... nên những năm gần đây, các công trình nghiên cứu trong nước đã thiên về nghiên cứu môi trường dinh dưỡng nuôi tảo *Spirulina platensis* dựa trên môi trường Zarrouk, các nghiên cứu nhằm mục đích giảm bớt hàm lượng dinh dưỡng trong môi trường và thay thế những thành phần khác vào để giảm giá thành trong sản xuất. Lê Quỳnh Hoa (2013) đã tiến hành khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis* để giảm hàm lượng muối dinh dưỡng NaHCO_3 , kết quả trên cho thấy 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 thêm một số hàm lượng khác nằm trong khoảng thích hợp để chọn giá trị tốt nhất. Bên cạnh đó, khi nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* bằng nước biển ở quy mô phòng thí nghiệm và ứng dụng trong chế biến thực phẩm của Phạm Thị Kim Ngọc (2013) cho thấy *Spirulina* được nuôi trong môi trường nước biển với điều kiện nuôi tối ưu có hàm lượng protein cao hơn khi

nuôi trên môi trường Zarrouk (môi trường chuẩn) với các thông số tối ưu như tỉ lệ nước biển 29%, tỉ lệ giống 0,35 g/L, hàm lượng các dưỡng chất bổ sung NaHCO_3 , NaNO_3 và KH_2PO_4 lần lượt là 17; 3,0 và 0,07 g/L vẫn còn quá cao trong 1 lít nước môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis*. Một nghiên cứu khác của Thạch Thị Mộng Hằng (2015) “Nghiên cứu các thành phần dinh dưỡng và một số yếu tố môi trường thích hợp trong nuôi tảo *Spirulina platensis* tại Trà Vinh”. Đề tài sử dụng 50% môi trường Zarrouk và có bổ sung thêm muối iot. Kết quả cho thấy mật độ tảo đạt cao hơn so với nghiệm thức đối chứng là môi trường Zarrouk chuẩn. Từ đó có thể cho thấy tảo xoắn có thể sống và phát triển tốt ở môi trường có hàm lượng dinh dưỡng thấp và có bổ sung các khoáng chất thay thế trong điều kiện nhân tạo. Mặt khác mong muốn của người nuôi tảo xoắn vẫn là hiệu quả kinh tế mang lại cho người sản xuất nên môi trường dinh dưỡng nuôi tảo *Spirulina platensis* còn là một bài toán chưa có đáp án. Căn cứ vào các nghiên cứu trên và điều kiện khí hậu thực tế tại Trà Vinh nên việc tạo giống tảo sạch cùng với tìm kiếm môi trường dinh dưỡng rẻ tiền thay thế hoặc giảm bớt lượng muối dinh dưỡng cần thiết trong nuôi tảo xoắn sinh khối sẽ quyết định giá thành sản phẩm. Vì vậy, việc nghiên cứu tìm ra môi trường dinh dưỡng mới để nuôi tảo *Spirulina platensis* giảm chi phí là điều cần thiết nên đề tài “NGHIÊN CỨU MÔI TRƯỜNG DINH DƯỠNG MỚI, CẢI TIẾN TỪ MÔI TRƯỜNG ZARROUK TĂNG HIỆU QUẢ KINH TẾ TRONG QUI TRÌNH NUÔI TẢO XOẮN (*Spirulina platensis*) TẠI TRÀ VINH” được thực hiện. Đề tài này nhằm tìm ra môi trường dinh dưỡng thích hợp giảm chi phí nhưng đem lại được sản phẩm tảo đạt hàm lượng dinh dưỡng cao đáp ứng được các nhu cầu cho mục đích thực phẩm và dược phẩm tại Trà Vinh.

2. Tổng quan tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước:

2.1. Tình hình nghiên cứu ngoài nước:

Vonshak (1997) tìm hiểu về đặc điểm sinh học của tảo *Spirulina platensis*, có khoá phân loại như sau:

Ngành: *Cyanophyta*

Lớp: *Hormogoiophyceae*

Bộ: *Oscillatoriales*

Họ: *Oscillatoriaceae*

Chi: *Spirulina*

Loài: *Spirulina platensis* (Geitler, 1925)

Frémy (1930) cho biết cơ thể hiển vi của tảo có dạng xoắn lò xo với 5-7 vòng xoắn đều nhau. Trichom không phân nhánh, không có bao, không chia thành các tế bào có vách ngăn ngang. Trong tế bào có những hạt nhỏ phân bố sát màng tế bào và ở những loài trôi nổi trên bề mặt nước thường có không bào khí. Chiều dài của Trichom tới 151 micron (gần bằng 1,5 mm); chiều rộng 5,5 - 6,5 micron, đầu sợi hơi thun lại. Các vòng xoắn đều nhau, đường kính 43 micron, khoảng cách giữa các vòng xoắn 2,6 micron (trích dẫn bởi Dương Tiến Đức, 1996).

Clement (1960) tìm hiểu về thức ăn của người Trung Phi và phát hiện trong mùa khô gần bán, họ chỉ dùng một loại bánh màu xanh mà nguyên liệu chính là thứ họ vớt lên từ hồ. Clement cho rằng loại bánh có tên Dihe chính là tảo *Spirulina*. Họ làm Dihe bằng cách vớt những váng xanh nổi trên mặt nước hồ Chad, sau đó phơi khô chúng trên cát dưới ánh sáng mặt trời rồi đập nhỏ đem bán (Vonshak, 1997).

Clement (1975) đã công bố thành phần hóa học của *Spirulina* rất cao, cao hơn tảo *Chlorella* nằm ở bảng 1 (trích dẫn bởi Đặng Thị Men, 2013)

Bảng 1. Thành phần hóa học của tảo *Spirulina*

STT	Thành phần	Số lượng (% chất khô)
1	Protein tổng số	60-70
2	Glucid	13-16
3	Lipit	7-8
4	Axit nucleic	4,29
5	Diệp lục	0,76
6	Caroten	0,23
7	Tro	4-5

Santillen (1982) cho biết thành phần thành phần khoáng của *Spirulina sp* rất nhiều và có tỷ lệ rất cao như Canxi, Photpho, Sắt, Natri, Clo, Magie, Mangan, Kali,...và 18 loại axit amin thiết yếu cho cơ thể: Isoleucine, Leucine, Lysin, Methionine, Phenilalanin, Theonin, Tryptophan, Valin, Alanin, Arginin, Glycin, Histidin, Tyrosin, Prolin, ... được xác định theo trình tự như ở bảng 2, bảng 3 và bảng 4 (trích dẫn bởi Đặng Thị Men, 2013)

Bảng 2. Thành phần vitamin của tảo *Spirulina* (Santillen, 1982)

STT	Thành phần	Số lượng (% chất khô)
1	Vitamin B ₁₂	1,6
2	Beta-Caroten	1.700
3	D-Ca-panthothenate	11
4	Axit folic	0,5
5	Inositol	3,5
6	Niacin (B ₃)	118
7	Vitamin B ₆	3
8	Vitamin B ₁	55
9	Vitamin E	190

Bảng 3. Thành phần khoáng của tảo *Spirulina* (Santillen, 1982)

STT	Thành phần	Số lượng (% chất khô)
1	Canxi	1.150
2	Photpho	8.280
3	Sắt	528
4	Natri	344
5	Clo	4.200
6	Magie	1.663
7	Mangan	22
8	Kali	14,4
9	Saten	0,4

Bảng 4. Thành phần axit amin trong tảo *Spirulina sp* (Santillen, 1982)

STT	Thành phần	µg/10g	Số lượng (% tổng chất khô)
1	Isoleucine	350	5,6
2	Leucine	540	8,7
3	Lysin	290	4,7
4	Methionine	140	2,3
5	Phenilalanin	280	4,5
6	Theonin	320	5,2
7	Tryptophan	90	1,5
8	Valin	400	6,5
9	Alanin	470	7,6
10	Arginin	430	6,9
11	Axit aspartic	610	9,8

12	Glycin	320	5,2
13	Axit Glutamic	910	14,6
14	Glycin	320	5,2
15	Histidin	100	1,6
16	Prolin	270	4,3
17	Serin	320	5,2
18	Tyrosin	300	4,8

Nhiều kết quả nghiên cứu khác đã cho thấy tác dụng của *Spirulina sp* lên tốc độ tăng trưởng, tỷ lệ sống và chất lượng thịt của nhiều loài động vật nuôi cũng như vai trò của nó trong việc nâng cao khả năng miễn dịch học, diệt virus... của vật nuôi. Chính vì vậy, từ lâu *Spirulina sp* đã là một loại thức ăn giàu dinh dưỡng, được sử dụng trong việc phòng và chữa trị bệnh cho người và động vật nuôi cũng như trong xử lý môi trường (Belay, 2002).

Tổ chức lương thực thực phẩm thế giới (FAO,1996) đã công nhận loại tảo *Spirulina sp* là nguồn thực phẩm chức năng bổ sung cho người rất tốt. Trong số các axit amin trong tảo có 4 loại axit amin không thể thay thế quan trọng sau: lyzin, methionin, phenylalanin, tryptophan (là nguyên liệu gốc để tổng hợp vitamin B3). Tảo *Spirulina* không chỉ cung cấp các axit amin không thể thay thế mà còn là nguồn cung cấp các axit béo không bão hòa quan trọng mà cơ thể không thể tự tổng hợp được, trong đó đặc biệt quan trọng là các axit γ –linolenic khiến cho *Spirulina* trở thành một loại thực phẩm có giá trị chống suy dinh dưỡng và chống béo phì. Các carotenoid chính ở *Spirulina sp* là oscillaxanthin, mycoxanthophyll, zeaxanthin, hydro-echinenon, β -carotene, β -cryptoxanthin, echinenon. Các lipid chủ yếu của *Spirulina sp* là mono-digalactosyldiglycerid và phosphatidylglycerol. Đặc biệt, tảo *Spirulina sp* là loại thực vật chứa hàm lượng β -carotene (tiền Vitamin A) cao nhất, gấp 10 hàm lượng β -carotene có trong cà rốt, được biết đến như loại rau quả thông dụng giàu β -carotene nhất trong thực phẩm hàng ngày, β -carotene trong *Spirulina sp* là chất chống ôxy hóa mạnh nhất, giúp tiêu diệt các gốc tự do là nguyên nhân của bệnh tật và gây chết. Dùng liều cao β -carotene trong khẩu phần dinh dưỡng hàng ngày sẽ phòng chống rất hiệu quả các dạng ung thư. Tảo *Spirulina sp* còn có vitamin thuộc nhóm B – loại vitamin rất cần thiết cho hoạt động của các cơ, hệ tiêu hóa, rất tốt cho mắt, gan, da, vòm miệng, tóc, giúp điều hòa hệ thần kinh, điều chỉnh lượng cholesterol trong máu. Trong tảo *Spirulina sp* còn có sắc tố màu lam phycocyanin, không tồn tại

trong bất kỳ thực phẩm nào khác. Hàm lượng protein trong *Spirulina sp* thuộc loại cao nhất trong các thực phẩm hiện nay, 56%-77% trọng lượng khô, cao hơn 3 lần thịt bò, cao hơn 2 lần trong đậu tương,.. Hàm lượng vitamin cũng rất cao. Cứ 1 kg tảo xoắn *Spirulina sp* chứa 55 mg vitamin B1, 40 mg vitamin B2, 3 mg vitamin B6, 2 mg vitamin B12, 113 mg vitamin PP, 190 mg vitamin E, 4.000 mg caroten trong đó β -Caroten khoảng 1700 mg (tăng thêm 1000% so với cà rốt), 0.5 mg axit folic, inosit khoảng 500-1000 mg. Phần lớn chất béo trong *Spirulina sp* là axit béo không no, trong đó axit linoleic 13.784 mg/kg, γ -linoleic 11.980 mg/kg. Đây là điều hiếm thấy trong các thực phẩm tự nhiên khác. Thành phần phycocyanin có tác dụng oxy hóa nên làm ức chế độc tố gan hepatotoxin. *Spirulina platensis* có tác dụng nâng cao tính miễn dịch, nâng cao sức đề kháng của cơ thể.

Nhìn chung, bắt đầu từ những phát hiện về vai trò của tảo *Spirulina sp*, các nhà khoa học đã nỗ lực tìm hiểu, phân tích, nghiên cứu về các thành phần dinh dưỡng đặc biệt có trong tảo và đã mang lại những kết quả bất ngờ về giá trị dinh dưỡng cao của tảo *Spirulina sp* không những về thành phần mà còn cả về số lượng, chất lượng.

Tuy nhiên, để nghề nuôi tảo xoắn phát triển rộng mở và hiệu quả các nhà nghiên cứu trên thế giới đã đẩy mạnh các nghiên cứu về nuôi sinh khối tảo *Spirulina sp*, trong đó có rất nhiều nghiên cứu đề cập tới các yếu tố môi trường nuôi tảo. Theo Zarrouk (1966) cho rằng *Spirulina platensis* có thể sống và phát triển nhanh trong môi trường giàu bicarbonic và độ kiềm cao, độ pH từ 8,5 - 11.

Theo Charenkova (1977) cho rằng thời gian chiếu sáng càng dài thì năng suất tảo *Spirulina* càng cao. Năng suất tảo đạt cao nhất khi chiếu sáng liên tục. Như vậy tảo *Spirulina* không có chu kỳ quang (trích dẫn bởi Đỗ Thị Thanh Hương, 2006).

Theo Seshadri & Thomas (1979), sự tác động của ánh sáng tới *Spirulina sp* bởi hai yếu tố chính đó là thời gian và cường độ chiếu sáng. Quá trình nuôi cấy ngoài trời thì cường độ ánh sáng tối hảo cho *Spirulina sp* trong khoảng 20 - 30 klux (trích dẫn bởi Lê Thị Phương Hồng, 1996).

Tóm lại, có nhiều nghiên cứu về ánh sáng tác động đến đời sống và năng suất của tảo *Spirulina sp*, tuy nhiên các kết quả này khẳng định có những chiều hướng khác nhau về độ dao động của cường độ ánh sáng, theo

kết quả của các nghiên cứu thì cường độ ánh sáng có biên độ dao động rất rộng từ 2 klux đến 30 klux.

Một số nghiên cứu về môi trường dinh dưỡng nuôi tảo cũng bắt đầu nghiên cứu song song trong thời gian này. Theo Richmond (1986), cho rằng có nhiều nghiên cứu trong phòng thí nghiệm đã sử dụng môi trường SOT để nuôi tảo *Spirulina sp.* Môi trường dinh dưỡng này nuôi tảo chất lượng về sắc tố của tảo rất đẹp nhưng các thành phần của môi trường này khá phức tạp và đắt tiền nên hiệu quả kinh tế không cao, cụ thể các thành phần trong môi trường SOT để nuôi tảo bao gồm cả môi trường đa lượng và vi lượng như sau:

Bảng 5. Các thành phần trong môi trường SOT đa lượng

Loại dung dịch	Đa lượng	Hàm lượng	Liều lượng
Dung dịch 1	NaNO ₃	2.5g	250ml/L
	K ₂ SO ₄	1g	
	MgSO ₄ .7H ₂ O	0.2g	
	NaCl	1g	
	DD omaza	0.5ml	
	CaCl ₂ .2H ₂ O	0.08g	
	EDTA	0.08g	
	FeSO ₄ .7H ₂ O	0.01g	
Dung dịch 2	NaHCO ₃	80g/l	210ml/L
Dung dịch 3	K ₂ HPO ₄	50g/l	10ml/L

Bảng 6. Các thành phần trong môi trường SOT vi lượng

Loại dung dịch	Vi lượng	Hàm lượng	Liều lượng
Dung dịch 1	Na ₂ WO ₄ .2H ₂ O	0.33g/100ml	1ml/L
	(NH ₄)Mo ₇ O ₂₂ .2H ₂ O	0.88g/100ml	1ml/L
	ZnSO ₄ .7H ₂ O	2.87g/100ml	1ml/L
	Cd(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1.55g/100ml	1ml/L
	Co(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	1.46g/100ml	1ml/L
	CuSO ₄ .5H ₂ O	1.25g/100ml	1ml/L
	NiSO ₄ (NH ₄) ₂ SO ₄ .6H ₂ O	1.98g/100ml	1ml/L
	Cr(NO ₃) ₃ .9H ₂ O	0.41g/100ml	1ml/L

	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\text{K}_2\text{SO}_4.24\text{H}_2\text{O}$	4.74g/100ml	1ml/L
	KBr	1.2g/100ml	1ml/L
	KJ	0.83g/100ml	1ml/L
	H_3BO_3	3.1g/1000ml	10ml/L
Dung dịch 2	V_2O_5	0.089g/1000m	10ml/L

Liều dùng vi lượng là 1ml cho 1 lít môi trường nuôi tảo *Spirulina*

Một nghiên cứu khác của (Godia, 2002) cho biết, môi trường cơ bản Zarrouk có thành phần dinh dưỡng thấp hơn và ít hơn môi trường SOT và có thể nuôi tảo *Spirulina* tốt và cũng mang lại hiệu quả nuôi sinh khối cao. Cụ thể:

Bảng 7. Các thành phần hóa học trong môi trường Zarrouk

STT	Thành phần	Liều lượng (g/L)
1	EDTA	0,08
2	NaNO_3	2,5
3	K_2SO_4	1,0
4	NaCl	1,0
5	$\text{MgSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	0,2
6	$\text{CaCl}_2.2\text{H}_2\text{O}$	0,04
7	$\text{FeSO}_4.7\text{H}_2\text{O}$	0,01
8	K_2HPO_4	0,5
9	NaHCO_3	16,8

2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước:

Ở Việt Nam, các nghiên cứu về *Spirulina sp* trẻ hơn một vài nước trên thế giới nhưng cũng chưa phải là quá muộn, Bắt đầu những năm 80, có rất nhiều công trình nghiên cứu đã công bố về đặc điểm thích nghi về các yếu tố môi trường của tảo *Spirulina sp* như sau:

Theo Trần Văn Tựa (1993) thì *Spirulina platensis* tăng trưởng tối hảo ở pH 9 - 11; pH = 9 tối hảo cho sự hấp thu carbon ghi dấu phóng xạ và sự phóng thích oxygen quang hợp.

pH được coi là yếu tố chỉ thị, phản ánh các thành phần nuôi dưỡng cung cấp cho môi trường nuôi dưỡng tảo, chủ yếu là nguồn bicarbonat và khí CO₂ hoà tan. *Spirulina platensis* sống tự nhiên, nhất là ở các hồ, suối khoáng, ẩm áp là các vùng nước kiềm pH 8 - 11 và cường độ ánh sáng thích hợp cho tảo *Spirulina platensis* nằm trong khoảng 2500 - 3000lux (Lê Văn Lãng, 1999).

Nhiệt độ môi trường nuôi là yếu tố cần đáp ứng liên tục, vì rất dễ bị chi phối và tác động bởi điều kiện xung quanh, mức độ và thời gian chiếu sáng. Do vậy nhiệt độ là một trong những yếu tố thường xuyên được theo dõi trong công nghệ nuôi trồng vi tảo. Nhiệt độ môi trường luôn là một trong những yếu tố nhạy cảm ảnh hưởng đến bất kỳ sinh vật nào. Trong điều kiện phòng thí nghiệm sinh trưởng của *Spirulina* đạt tối ưu ở nhiệt độ 35 - 37°C (Đặng Đình Kim, Đặng Hoàng Phước Hiền, 1999).

Spirulina sp cần đủ nguồn dinh dưỡng carbon, nito, các chất khoáng đa lượng và vi lượng (K⁺, Na⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Cl⁻, Zn²⁺, Mn²⁺, Cu²⁺ ...). Nhằm triển khai các quy trình sản xuất sinh khối kinh tế nhất, các nhà nghiên cứu tiến hành các khảo cứu môi trường tự nhiên của *Spirulina sp* sinh sống, đến pha chế các môi trường nhân tạo, hoặc nửa nhân tạo bằng bổ sung các chất vào nguồn tài nguyên thiên nhiên: nước biển, nước suối khoáng, nước khoáng ngầm, giếng khoan... Tảo *Spirulina sp* rất ưa muối, trong môi trường ưu trương nhất chứa kali tới 5g/L và natri tới 18g/L. Trong thực nghiệm một số ý kiến cho rằng Phốtpho vô cơ dưới dạng muối natri, kaliphotphat hoà tan 90-180 mg/L; Sắt thường dùng ở dạng muối FeSO₂ (0,01g/L); Nồng độ Fe²⁺ trong môi trường rất rộng từ 0,56 - 56mg/L môi trường; Có thể dùng sắt dạng phức EDTA (Etylen diamin Tetracetic acid); Nồng độ dùng với muối NaCl, khoảng 1 - 1,5g/L; tỷ lệ K⁺/Na⁺ nên nhỏ hơn 5, lớn hơn tảo sẽ chậm phát triển, hoặc hơn nữa gây rối loạn tế bào, phá vỡ cấu trúc tế bào tảo. Các khoáng vi lượng khác: Bo, kẽm, Mangan, đồng, Coban... là các vi lượng được dùng, nhưng ảnh hưởng không rõ đến sinh khối protein, nhưng lại có ảnh hưởng tới một số thành phần khác như vitamine... (Lê Văn Lãng, 1999)

Nhìn chung, các yếu tố môi trường các nhà nghiên cứu quan tâm và khẳng định chúng có ảnh hưởng mật thiết đến đời sống, sinh trưởng, phát triển của

tảo *Spirulina* là nhiệt độ, pH, cường độ ánh sáng. Chúng đều thích hợp với các chỉ số cao như pH (8-11), nhiệt độ khi nghiên cứu trong phòng thí nghiệm (35-37°C), cường độ ánh sáng (1000-4500lux). Bên cạnh đó, các yếu tố về môi trường dinh dưỡng cũng rất rộng, cần đủ nguồn dinh dưỡng carbon, nitơ, các chất khoáng đa lượng và vi lượng (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , Zn^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} ...). Có một mối liên hệ giữa nhiệt độ và ánh sáng trong quá trình nuôi cấy tảo *Spirulina* chúng đều đóng vai trò quan trọng quyết định đến sinh trưởng, năng suất và sinh khối của *Spirulina*.

“Khảo sát một số phương pháp tăng sinh khối tảo *Spirulina plantensis* qui mô phòng thí nghiệm” của Bùi Thị Ngọc Bích (2006) cho rằng nhiệt độ phòng thí nghiệm mà tảo phát triển mạnh và sinh khối đạt nhiều là từ 34 - 37°C, khoảng pH thích hợp cho tảo *Spirulina plantensis* phát triển là 8 - 11. Tốc độ sục khí khi nuôi dung tích nhỏ là 500 ml/phút. Dịch tảo trong môi trường nuôi ở phòng thí nghiệm ở nồng độ nuôi cấy ban đầu 30% thì màu tảo là xanh đậm hơn so với ở 20%, 25% tảo có màu xanh nhạt hơn. Điều kiện chiếu sáng 1500 - 1750 lux và 3000 - 3500 lux thì trọng lượng tảo tươi thu được là tương đối ổn định hơn so với nghiệm thức còn lại 4500 - 5250 lux. *Spirulina platensis* đều có khả năng sinh trưởng và phát triển tốt trong các điều kiện môi trường có chứa 16g $NaHCO_3$; 16,8g $NaHCO_3$; 17g $NaHCO_3$. Trong 3 loại môi trường (môi trường cơ bản (Zarrouk), môi trường 1 ml rỉ đường + 16,8 g $NaHCO_3$; môi trường 1,5 ml rỉ đường + 16,8 g $NaHCO_3$). Với nghiên cứu này, tác giả đã xác định khi nuôi tảo *Spirulina platensis* có chứa từ 16-17g $NaHCO_3$ tảo phát triển tốt, được mật độ tảo gốc ban đầu là 30% tảo đậm hơn các mật độ khác, cường độ chiếu sáng từ 4500 - 5250 lux là không ổn định bằng các cường độ chiếu sáng thấp hơn, nhiệt độ phòng nuôi tối ưu cho tảo phát triển tốt là 34 - 37°C. Tuy nhiên, nhiệt độ nước nuôi chưa được đề cập và xác định trong nghiên cứu này, nhiệt độ nước nuôi là yếu tố cần thiết hơn nhiệt độ phòng nuôi.

Theo Vũ Thành Lâm (2006) khi nghiên cứu nuôi trồng tảo *Spirulina sp* đã nghiên cứu sử dụng môi trường dinh dưỡng có bổ sung muối biển chưa tinh lọc với hàm lượng 5g/L và thay đổi một số thành phần muối vô cơ khác để nuôi tảo và cũng cho rằng kết quả tảo phát triển tốt như bảng 8

Bảng 8. Môi trường nuôi tảo *Spirulina sp*

STT	Thành phần	Liều lượng (g/L)
1	Na ₂ CO ₃	8
2	Muối biển chưa tinh lọc	5
3	KNO ₃	2
4	K ₂ SO ₄	1
5	(NH ₄) ₂ H ₂ PO ₄	0.08
6	MgSO ₄	0.16
7	CaCO ₃	0.02
8	CH ₄ N ₂ O	0.015
9	FeSO ₄	0.005

Vũ Thành Lâm (2006)

Tuy nhiên, với môi trường dinh dưỡng nuôi tảo *Spirulina* này vẫn còn nhiều thành phần và hàm lượng chưa phải là thấp, mặt khác tác giả vẫn chưa nêu được cụ thể tảo phát triển tốt như thế nào, khối lượng thu được bao nhiêu trên 1 lít nước nuôi tảo.

Nhìn chung, các nhà nghiên cứu trong và ngoài nước rất quan tâm hàm lượng dinh dưỡng có trong tảo, các yếu tố môi trường tác động lên sự phát triển của tảo và môi trường dinh dưỡng nuôi tảo nhằm mục đích vừa nuôi tảo phát triển tốt vừa giảm thành phần và hàm lượng môi trường dinh dưỡng để mang lại lợi ích kinh tế nhưng vẫn đảm bảo chất lượng tảo nuôi. Tuy nhiên, lượng sinh khối tảo mang lại vẫn chưa cao cụ thể: Ngô Thụy Thùy Tâm (2009), khi nghiên cứu phát triển nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis* trong phòng thí nghiệm, nhằm tìm ra mật độ nuôi cấy ban đầu và tỷ lệ thu sinh khối tảo *Spirulina platensis* thích hợp để tiến hành thử nghiệm nuôi sinh khối với thể tích lớn hơn và sau 15 ngày nuôi kết quả là mật độ tảo 30000 tb/mL và tỷ lệ thu sinh khối 25%/ ngày cho kết quả tốt nhất với mật độ tảo 90.072±2.748 tb/mL sẽ được sử dụng để nuôi với bể có thể tích lớn hơn. Tuy nhiên tác giả chỉ mới đề cập tới mật độ thì chưa đủ nói lên được sinh khối của tảo thu được bao nhiêu, vì khi nuôi tảo có nhiều phương pháp nghiên cứu khác nhau sẽ ảnh

hưởng đến chất lượng sợi tảo dài hoặc ngắn. Sợi tảo dài hoặc ngắn sẽ là yếu tố xác định khối lượng tảo nuôi khi thu hoạch. Nếu sợi tảo ngắn mà xác định cũng là 1 sợi tế bào tảo thì vẫn chưa nói lên hiệu quả nuôi sinh khối. Do đó, cần xác định thêm khối lượng thu được sau nghiên cứu mới chính xác.

Nghiên cứu kỹ thuật nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis* của Dương Thị Hoàng Oanh, Nguyễn Thị Kim Liên (2011), cho rằng tảo *Spirulina platensis* được nuôi sinh khối (500 lít/bể) nhằm xác định tỉ lệ thu hoạch hàng ngày và mật độ cao nhất có thể đạt được. Thí nghiệm gồm bốn nghiệm thức với các tỉ lệ thu hoạch là 10%, 20%, 30% và không thu hoạch (đối chứng). Các nghiệm thức được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên với 3 lần lặp lại mật độ tảo bố trí ban đầu là 30.000 cá thể/mL. Các chỉ tiêu môi trường được thu 3 ngày/lần bao gồm nhiệt độ, pH, TAN, N-NO₃⁻, P-PO₄³⁻. Kết quả cho thấy mật độ cao nhất ở nghiệm thức 10% là 252.738±997 cá thể/ml vào ngày thứ 14, nghiệm thức 20% là 480.065±1587 cá thể/mL (ngày thứ 16), và nghiệm thức 30% 244.929±5526 cá thể/mL (ngày thứ 9). Sau 21 ngày nuôi, năng suất tảo đạt lần lượt ở các nghiệm thức là 276.317 cá thể/mL, 642.319 cá thể/mL, và 473.311 cá thể/mL. Mật độ tảo và năng suất ở nghiệm thức 2 (20%) cao hơn có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với 2 nghiệm thức còn lại. Kết luận nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis* trong thể tích 500 lít với tỉ lệ thu hoạch 20%/ngày thì sau 17 ngày tảo đạt năng suất 642.319 cá thể/mL và đạt mật độ cao nhất là 480.065 cá thể/mL. Thu hoạch với tỷ lệ 20%/ngày là tỷ lệ thu tốt nhất trong thí nghiệm và kéo dài được thời gian nuôi. Như vậy, với môi trường dinh dưỡng nuôi tảo là môi trường Zarrouk đã mang lại kết quả là sự phát triển về số lượng tế bào khả quan khi nuôi sinh khối tảo trong điều kiện thí nghiệm. Tuy nhiên, với kết quả này tác giả cũng chưa đề cập đến khối lượng thu được trong 1 lít nuôi và cũng không có đề xuất mở rộng nuôi thương phẩm, lý do còn e ngại về hiệu quả kinh tế. Điều e ngại là: thứ nhất mật độ bố trí ban đầu quá cao 30.000 tb/mL, thứ hai môi trường nuôi là môi trường Zarrouk tốn khá nhiều chi phí, thứ 3 là chưa xác định được chất lượng dinh dưỡng của tảo sau khi nuôi. Vậy, rõ ràng con đường trước mắt của các nhà nghiên cứu là cần phải tìm ra môi trường vừa thích hợp nuôi tảo *Spirulina* vừa có hiệu quả kinh tế và mang lại một sản phẩm tuyệt vời về dinh dưỡng cho con người.

Theo “Nghiên cứu ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng lên sinh trưởng của quần thể tảo *Spirulina platensis* nuôi trong nước mặn ở điều kiện phòng thí nghiệm” của Đặng Thị Men (2013), thí nghiệm được bố trí với 3 lô tương ứng với các môi trường dinh dưỡng khác nhau gồm: Môi trường f/2,

TT3, HBM – 95. Tảo được nuôi trong môi trường f/2 sinh trưởng tốt nhất, đạt sinh khối cực đại nhất ($5.2 \pm 0.03\text{g/L}$) vào ngày nuôi thứ 15. Tuy nhiên không có sự khác biệt thống kê về sinh khối cực đại đối với môi trường TT3 ($5.03 \pm 0.01\text{g/L}$). Môi trường HBM – 95 cho sinh khối thấp nhất ($3.66 \pm 0.04\text{g/L}$). Thí nghiệm còn cho thấy sắc tố tảo trong môi trường TT3 có màu xanh nhạt hơn môi trường f/2 và sắc tố tảo trong môi trường HBM – 95 có màu vàng. Với kết quả nghiên cứu trên rõ ràng khi sử dụng 3 môi trường với hàm lượng môi trường dinh dưỡng không phải nhỏ nhưng kết quả về khối lượng tảo nuôi đạt rất thấp. Như vậy, rõ ràng 3 môi trường nuôi trên vẫn chưa phải là môi trường hiệu quả, vì vậy cần nghiên cứu thêm về môi trường mới.

Nghiên cứu khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi trồng tảo *Spirulina platensis* (Lê Quỳnh Hoa, 2013). *Spirulina platensis* được nuôi trong môi trường Zarrouk (môi trường đối chứng), sau đó được cấy chuyển dần sang các môi trường Zarrouk thay thế dần NaHCO_3 bằng NaCl với hàm lượng như sau:

Bảng 9. Tỷ lệ bổ sung hàm lượng NaCl thay thế NaHCO_3

Hàm lượng	Môi trường tương ứng				
	Z	R1	R2	R3	R4
NaHCO_3 (g/L)	16.8	12.6	8.4	4.2	0
NaCl (g/L)	1.0	3.925	6.85	9.775	12.7

Spirulina phát triển đạt mức độ cao nhất vào ngày thứ 9 đối với môi trường Z và môi trường R1 trong suốt thời gian nuôi cấy. Trong khi đó, 3 môi trường R2, R3, R4 lại có thời gian tăng trưởng đạt mức độ cao nhất chậm hơn 1 ngày. Sau ngày thứ 9 và thứ 10 thì mật độ quang đo được trong các môi trường tương ứng giảm nên chỉ so sánh các chỉ số OD đến ngày *Spirulina platensis* đạt mức độ cực đại thì ngưng. *Spirulina* tăng trưởng tốt ở tất cả các môi trường, đạt chỉ số OD cao nhất trong môi trường Z và tiếp đến giảm dần ở các môi trường R1, R2, R3, R4. Như vậy tốc độ tăng trưởng của *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk cao nhất, thấp nhất vẫn là *Spirulina platensis* nuôi trong môi trường R4 ở điều kiện tự nhiên. Với kết quả trên cho thấy, có thể giảm hàm lượng NaHCO_3 tới 1 mức nhất định nhưng nếu thay thế hoàn toàn kết quả nuôi tảo không đạt năng suất, do đó có thể nghiên cứu thêm một số hàm lượng khác nằm trong khoảng thích hợp để chọn giá trị tốt nhất.

Điều này cho thấy, nếu giảm đi hàm lượng chính trong môi trường Zarrouk thì cần phải bổ sung thêm thành phần khác để hỗ trợ thêm. Vì vậy, điều cần thiết là phải chọn thành phần gì bổ sung để đảm bảo tảo nuôi phát triển tốt nhưng không tốn nhiều chi phí, đó là điều cần thiết.

Hiện nay đã có nhiều đề tài nghiên cứu sử dụng các môi trường khác nhau để nuôi tảo *Spirulina platensis* như nuôi *Spirulina platensis* bằng nước biển ở quy mô phòng thí nghiệm và ứng dụng trong chế biến thực phẩm của Phạm Thị Kim Ngọc (2013). Sau khi khảo sát và tối ưu hóa các yếu tố điều kiện và hàm lượng dưỡng chất bổ sung có ảnh hưởng đến sự tổng hợp sinh khối của *Spirulina platensis* trên môi trường nước biển, đã xác định được các thông số tối ưu như sau: tỉ lệ nước biển 29%, tỉ lệ giống 0,35 g/L, pH môi trường 8,5, hàm lượng các dưỡng chất bổ sung NaHCO_3 , NaNO_3 và KH_2PO_4 lần lượt là 17; 3,0 và 0,0307 (g/L). *Spirulina platensis* nuôi ở các điều kiện kỹ thuật như trên có hàm lượng protein cao hơn so với nuôi trên môi trường Zarrouk. Ở kết quả này, tác giả đã bổ sung hàm lượng dưỡng chất NaHCO_3 lên 17g, cao hơn môi trường Zarrouk (16,8g) nên kết quả hàm lượng Protein cao nhưng chưa nói lên được cao hơn bao nhiêu và dinh dưỡng tác giả đề cập là dinh dưỡng nào nên cũng khó đánh giá rõ sử dụng môi trường như vậy mang lại hiệu quả kinh tế như thế nào.

Đặng Đình Kim (2015) nghiên cứu công nghệ sử dụng khí thải đốt than để sản xuất sinh khối vi tảo có giá trị dinh dưỡng, kết quả năng suất tảo đạt trên $10\text{g}/\text{m}^2/\text{ngày}$ có hàm lượng dinh dưỡng cao, protein trong tảo sản xuất tại Đan Phượng đạt 62,69 % SKK. Hàm lượng chất béo đạt 11,03%. Ngoài ra *Spirulina* còn chứa lượng axit béo có giá trị dinh dưỡng cao như Omega-3 và Omega-6 đạt 14,74% và 26,05%, tương ứng trong tổng hàm lượng axit béo.

Một nghiên cứu khác của Thạch Thị Mộng Hằng (2015) “Nghiên cứu các thành phần dinh dưỡng và một số yếu tố môi trường thích hợp trong nuôi tảo *Spirulina platensis* tại Trà Vinh”. Đề tài sử dụng 50% môi trường Zarrouk và có bổ sung thêm muối iot. Kết quả cho thấy mật độ tảo đạt cao hơn so với nghiệm thức đối chứng là môi trường Zarrouk chuẩn. Từ đó có thể cho thấy tảo xoắn có thể sống và phát triển tốt ở môi trường có hàm lượng dinh dưỡng thấp và có bổ sung các khoáng chất thay thế trong muối iod trong điều kiện nhân tạo.

Bảng 10. Thành phần định lượng của muối Iod

Tiêu chuẩn Việt Nam 1085/2012/YT-CNTC

STT	Thành phần	(%/g)
1	Hàm lượng NaCl	92
2	Hàm lượng Iod	0,2-0,4
3	Độ ẩm	5
4	Hàm lượng Ion Ca^{2+}	0,4
5	Hàm lượng Ion Mg^{2+}	0,6
6	Hàm lượng Ion SO_4^{2-}	1,2
7	Hàm lượng tạp chất không tan	0,5

Xuất phát từ những nghiên cứu trên, rõ ràng các công việc cần phải làm của nghiên cứu là:

1. Cần giảm thành phần và số lượng dinh dưỡng nuôi tảo xuống thấp, có bổ sung các chất khoáng thay thế, rẻ tiền, an toàn để mang lại hiệu quả kinh tế hơn trước kia.
2. Khi xác định số lượng tế bào tảo phát triển cần xác định thêm về khối lượng tảo thu được để đánh giá chính xác hơn về sản phẩm cuối cùng.
3. Khi giảm môi trường hoặc thay thế, bổ sung cần xác định thêm về hàm lượng dinh dưỡng trước và sau nghiên cứu để xem hiệu quả của nghiên cứu như thế nào.

3. Mục tiêu của đề tài:

Mục tiêu tổng quát

Từng bước ứng dụng môi trường mới này nuôi tảo đạt hiệu quả vào qui mô sản xuất công nghiệp tại Trà Vinh nhằm mang lại thu nhập cho các hộ dân thiếu đất canh tác nuôi các đối tượng thủy sản (tôm, cá, ...) và trồng trọt được có cơ hội triển khai thực hiện qui trình nuôi mang lại thu nhập kinh tế trong địa bàn tỉnh Trà Vinh.

Mục tiêu cụ thể

Tìm ra được môi trường dinh dưỡng thích hợp nuôi tảo xoắn (*Spirulina platensis*) giảm chi phí, được cải tiến từ môi trường Zarrouk đem lại được sản phẩm tảo đạt hàm lượng dinh dưỡng cao đáp ứng được nhu cầu cho mục đích thực phẩm và dược phẩm tại Trà Vinh.

4. Đối tượng, phạm vi và phương pháp nghiên cứu:

4.1. Đối tượng, địa điểm và thời gian nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu

Nguồn tảo giống: Tảo *Spirulina platensis* được phân lập theo phương pháp nhật tế bào và thuần độ mặn (10-15‰) và nuôi giữ ở phòng thí nghiệm, Bộ môn Thủy sản, Khoa Nông nghiệp Thủy sản, Trường Đại Học Trà Vinh (Dương Hoàng Oanh, 2015).

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

4.2. Qui mô nghiên cứu

Nội dung 1: Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Nội dung 2: Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” từ thí nghiệm 1 trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng)

4.3. Phương pháp nghiên cứu

4.3.1. Dụng cụ phục vụ thí nghiệm

Bảng 11: Dụng cụ thí nghiệm

Dụng cụ và thiết bị thí nghiệm

Bình tam giác 1 lít	Kính hiển vi
Dây điện, đầu col	Lam
Pipetpaster	Lamel
Ống ly tâm	Bình nắp xanh
Khúc xạ kế	Buồng đếm Naubauer
Máy đo cường độ ánh sáng	Dây khí, van sục khí
Nhiệt kế	Bình xịt cồn
Đèn huỳnh quang	Giấy bạc mỏng
Máy sục khí	Ống nhựa PVC
Micropipet	Đầu col
Đèn cồn	Giấy quỳ
Đèn cồn, cồn 70 ⁰ , 90	Cân điện tử 4 số lẻ
Dụng cụ lấy hóa chất: muỗng, ben...	Bếp đun, cá từ
Nước cất	Cốc thủy tinh
Môi trường các loại (dinh dưỡng)	Bình định mức
Nồi hấp tiệt trùng	Bể Composit

4.3.2. Phương pháp bố trí thí nghiệm.

4.3.2.1. Thí nghiệm 1. Nghiên cứu nuôi cấy *Spirulina platensis* với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm.

Thí nghiệm 1 nhân tố được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong bình tam giác có thể tích 1 lít, với 4 nghiệm thức (3 môi trường tương ứng với 3 hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk và 1 môi trường đối chứng: Zarrouk), mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Tiến hành cấy tảo giống *Spirulina platensis* vào bình tam giác đạt mật độ ban đầu là 10⁴tb/ml, môi trường dinh dưỡng cho tảo phát triển được cung cấp vào ngày đầu tiên của thí nghiệm, sục khí liên tục trong suốt quá trình nuôi, tiến hành nuôi với cường độ ánh sáng: 2.500lux, chiếu sáng 12/24 giờ. Môi trường nuôi cấy và dụng cụ nuôi được hấp khử trùng bằng autoclave ở 121°C trong 15 phút.

Nghiệm thức 1. Đối chứng là môi trường Zarrouk

Bảng 12: Các thành phần hóa học trong môi trường Zarrouk

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

Chuẩn bị cân, bếp đun, cốc thủy tinh 1000ml, bình định mức, cá từ, giấy bạc mỏng, dụng cụ lấy hóa chất (muỗng, ben), khăn giấy.

Tiến hành cân từng loại hóa chất riêng biệt sau đó cho từng loại hóa chất theo thứ tự như bảng 9 vào cốc thủy tinh có chứa nước cất đun trên bếp đun tùy chỉnh nhiệt độ (nhiệt độ cao hóa chất nhanh tan) khuấy bằng cá từ. Lưu ý khi cho hóa chất đầu vào phải được khuấy tan hoàn toàn rồi tiếp tục cho hóa chất tiếp theo lần lượt cho đến hết. Cho dung dịch vào bình định mức, định mức 1000ml. Dung dịch pha được có màu trắng.

Nghiệm thức 2: Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 75% NaNO₃, K₂HPO₄, EDTA, FeSO₄.7H₂O, NaHCO₃

Bảng 13. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 1 (Môi trường mới 1)

STT	Thành phần	Khối lượng (g/l)
1	NaNO ₃	1,875
2	K ₂ HPO ₄	0,375
3	EDTA	0,06
4	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,0075
5	NaHCO ₃	12,6

6	Muối Iod đã pha có độ mặn 100‰	15ml
---	--------------------------------	------

Nghiệm thức 3: Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 50% NaNO₃, K₂HPO₄, EDTA, FeSO₄.7H₂O, NaHCO₃

Bảng 14. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 2 (Môi trường mới 2)

STT	Thành phần	Khối lượng (g/l)
1	NaNO ₃	1,25
2	K ₂ HPO ₄	0,25
3	EDTA	0,04
4	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,005
5	NaHCO ₃	8,4
6	Muối Iod đã pha có độ mặn 100‰	15ml

Nghiệm thức 4: Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 25% NaNO₃, K₂HPO₄, EDTA, FeSO₄.7H₂O, NaHCO₃

Bảng 15. Nghiệm thức là môi trường đề xuất 3 (Môi trường mới 3)

STT	Thành phần	Khối lượng (g/l)
1	NaNO ₃	0,625
2	K ₂ HPO ₄	0,125
3	EDTA	0,02
4	FeSO ₄ .7H ₂ O	0,0025
5	NaHCO ₃	4,2
6	Muối Iod đã pha có độ mặn 100‰	15ml

Pha hàm lượng muối iod bổ sung vào 3 nghiệm thức môi trường đề xuất:

Cân 130g muối iod như bảng 13 pha trong 1 lít nước cất để đạt độ mặn 100‰, sau đó đem hấp tiệt trùng trong nồi autoclave ở 121⁰C trong 15 phút. Tiến hành bổ sung nước iod đã pha vào từng lô thí nghiệm mỗi ngày 1ml trong suốt quá trình nghiên cứu.

Các chỉ tiêu theo dõi

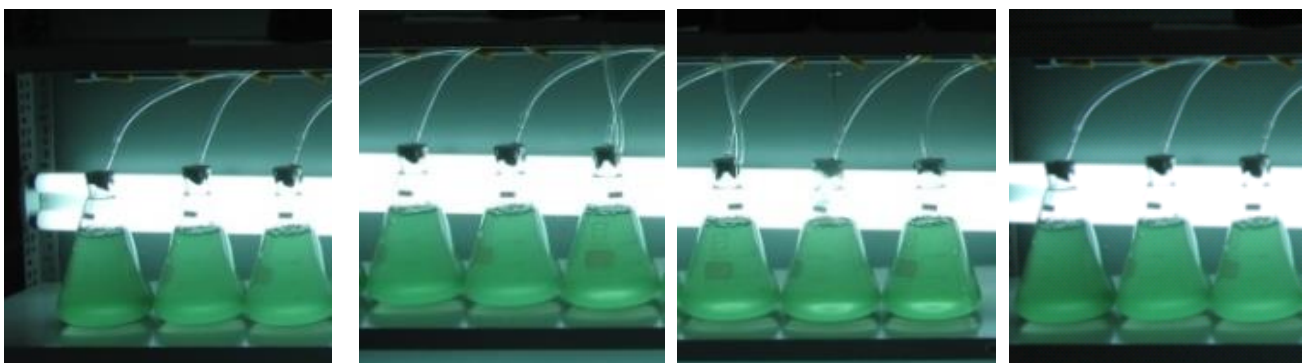
Theo dõi các yếu tố môi trường trong quá trình nghiên cứu (nhiệt độ, pH, độ mặn vào lúc 8 giờ sáng và 2 giờ chiều) và mật độ tảo mỗi ngày.

Xác định lượng tảo phát triển hằng ngày bằng buồng đếm tảo và xác định thời gian tảo đạt cực đại, sau 1 đến 2 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 2 số lẻ, sau đó so sánh khối lượng tảo ở 4 nghiệm thức. Sau khi kết thúc thí nghiệm nghiên cứu, đem mẫu tảo đã nghiên cứu tiếp tục phân tích các chỉ tiêu dinh dưỡng như trên để so sánh dinh dưỡng của tảo sau khi nuôi với tảo giống đã phân tích ban đầu.

Phương pháp xác định mật độ tảo: Dùng Micropipet có thể tích 1ml hút tảo từ trong bình tam giác vào ống ly tâm có thể tích 10ml, tiến hành pha loãng bậc 5 (1 tuần đầu tiên) và pha loãng bậc 10 (tuần tiếp theo), sau đó lắc đều và hút 1ml đã pha loãng vào buồng đếm Sedgwick-Rafter có thể tích 1ml, đặt 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 3 lần đếm.

Ghi chú: Tảo giống *Spirulina platensis* ban đầu được đem phân tích các chỉ tiêu dinh dưỡng: Protein, Glucid, Lipid

Mục đích của việc phân tích các thành phần dinh dưỡng như trên để so sánh giá trị dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis* khi sử dụng môi trường chuẩn (100% khối lượng môi trường) với môi trường mới nghiên cứu (3 tỷ lệ giảm dần: 75% khối lượng môi trường, có bổ sung muối I ốt; 50% khối lượng môi trường có bổ sung muối I ốt; 25% khối lượng môi trường có bổ sung muối I ốt so với môi trường chuẩn) xem việc giảm giá thành do giảm lượng môi trường như trên, mang lại hiệu quả kinh tế như vậy, liệu có ảnh hưởng đến chất lượng tảo hay không.



NT1

NT2

NT3

NT4

Hình 1. Tảo bố trí thí nghiệm

4.3.2.2. Thí nghiệm 2. Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” được chọn ở thí nghiệm 1 trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng)

Thí nghiệm 1 nhân tố được bố trí hoàn toàn ngẫu nhiên trong bể composit có thể tích 500 lít, với 2 nghiệm thức (nghiệm thức 1 là môi trường mới được chọn và nghiệm thức 2 là môi trường Zarrouk làm đối chứng), mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Tảo được đem phân tích các chỉ tiêu dinh dưỡng: Protein, Glucid, Lipid, Khoáng, Xơ với mật độ ban đầu là 10^4 tb/mL vào bể composit có sẵn môi trường dinh dưỡng cho tảo phát triển được cung cấp vào ngày đầu tiên của thí nghiệm, sục khí liên tục trong suốt quá trình nuôi. Môi trường nuôi cấy: dùng nước thủy cục xử lý bằng thuốc tím và than hoạt tính, sau khi xử lý sạch cho các hàm lượng môi trường dinh dưỡng theo 2 dạng công thức (môi trường Zarrouk và môi trường mới được chọn) vào nuôi tảo.

Các chỉ tiêu theo dõi

Theo dõi các yếu tố môi trường trong quá trình nghiên cứu (nhiệt độ, pH vào lúc 8 giờ sáng, 2 giờ chiều, độ mặn, cường độ ánh sáng và mật độ tảo hằng ngày.

Xác định lượng tảo phát triển hằng ngày bằng buồng đếm tảo và xác định thời gian tảo đạt cực đại, sau 1 đến 2 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 2 số lẻ, sau đó so sánh khối lượng tảo ở 2 nghiệm thức. Sau khi kết thúc thí nghiệm nghiên cứu, đem mẫu tảo đã nghiên cứu tiếp tục phân tích các chỉ tiêu dinh dưỡng như trên để so sánh dinh dưỡng của tảo sau khi nuôi với tảo giống đã phân tích ban đầu.

Phương pháp xác định mật độ tảo: Dùng cốc thủy tinh có thể tích 25ml thu nước tảo có trong bể nuôi (bể đang sục khí). Dùng micropipet có thể tích 1mL hút tảo từ trong cốc thủy tinh vào ống ly tâm có thể tích 10mL, tiến hành pha loãng bậc 5 (1 tuần đầu tiên) và pha loãng bậc 10 (tuần tiếp theo), sau đó lắc đều và hút 1ml đã pha loãng vào buồng đếm Sedgwick-Rafter có thể tích 1mL, đặt 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 3 lần đếm.

Đánh giá hiệu quả kinh tế khi nuôi tảo xoắn bằng môi trường mới với môi trường đối chứng (Zarrouk)

Hiệu quả kinh tế được đánh giá dựa theo công thức sau

$$H = K - C$$

Trong đó:

H: Hiệu quả kinh tế

K: Doanh thu

C: Chi phí (nếu có chi phí cố định thì tính khấu hao theo đợt sản xuất)

Phương pháp theo dõi các chỉ tiêu môi trường và phân tích mẫu về hàm lượng dinh dưỡng

Phương pháp theo dõi chỉ tiêu môi trường trong quá trình nghiên cứu

Kiểm tra pH bằng máy đo pH 2 lần/ngày vào lúc sáng: 8 giờ; chiều: 2 giờ

Kiểm tra nhiệt độ nuôi bằng nhiệt kế, đo 2 lần/ngày vào lúc sáng: 8 giờ; chiều: 2 giờ

Kiểm tra độ mặn bằng khúc xạ kế, đo 1 lần/ngày vào lúc 8 giờ sáng

Kiểm tra cường độ chiếu sáng bằng máy đo cường độ ánh sáng, đo 1 lần/ngày vào lúc 8 giờ sáng

Phương pháp phân tích các chỉ tiêu dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis*

Protein: theo phương pháp TCVN 4328-1:2007

Lipid: theo phương pháp TCVN 4331:2001

Carbohydrate/Glucid: theo phương pháp WRT/TM/NC/02.09 (Ref.TCVN 4594:1988)

Vitamin B1: theo phương pháp WRT/TM/CH/01.40 (LC/MS/MS)

Vitamin E: Theo phương pháp WRT/TM/CH/03.01 (UPL/UV)

Cách tính mật độ tảo:

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



Hình 2: Buồng đếm tảo Sedgwick-Rafter

4.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

Các số liệu sau khi thu thập được phân tích bằng phép phân tích phương sai một yếu tố (ANOVA) trên phần mềm SPSS 16.0. Khi có sự khác biệt giữa các giá trị trung bình về mật độ và khối lượng của các nghiệm thức, 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 $p < 0,05$ (Zar, 1999). Tất cả các số liệu trong thí nghiệm được trình bày dưới dạng Trung bình (Mean) \pm Sai số chuẩn (SE).

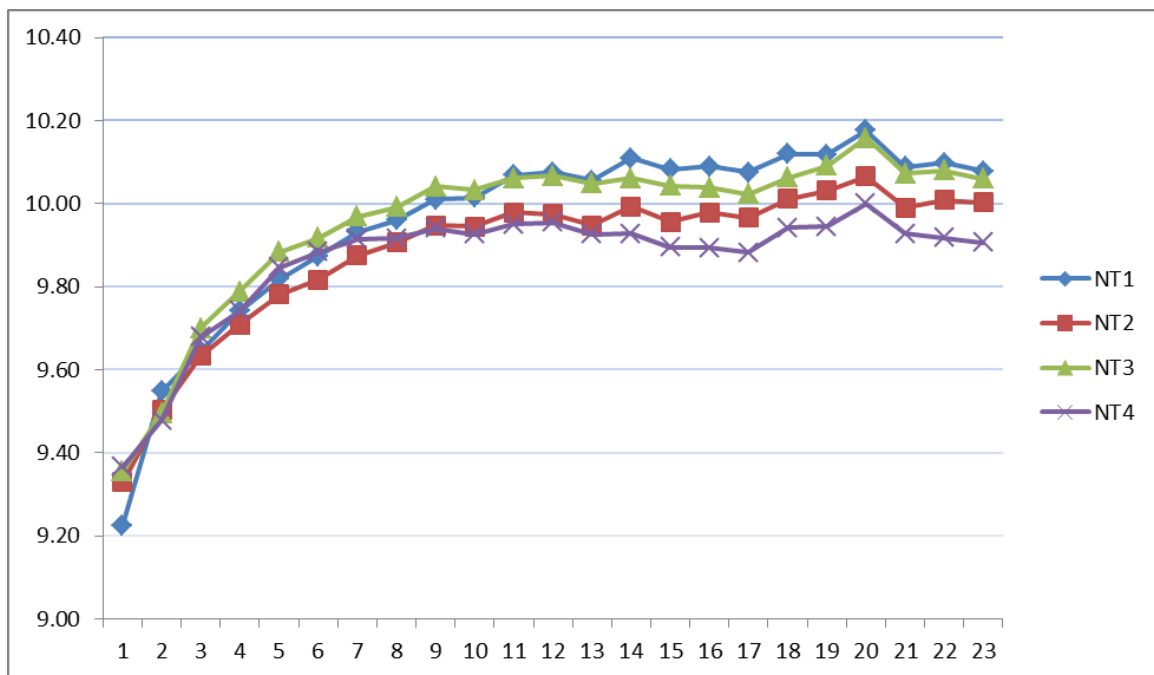
KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Chương 1. Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm.

1.1. Yếu tố môi trường cơ bản trong quá trình nuôi tảo phòng thí nghiệm

1.1.1. Yếu tố pH

pH là một trong những nhân tố môi trường có ảnh hưởng rất lớn lên sự phát triển của tảo *Spirulina platensis*. Theo Trần Văn Tựa và Nguyễn Hữu Thước (1993) cho rằng *Spirulina platensis* tăng trưởng tối ưu ở pH 9,0 - 11,0; pH = 9,0 tối ưu cho sự hấp thu carbon ghi dầu phóng xạ và sự phóng thích oxygen quang hợp. Yếu tố pH trong quá trình thí nghiệm được thể hiện cụ thể qua hình 3



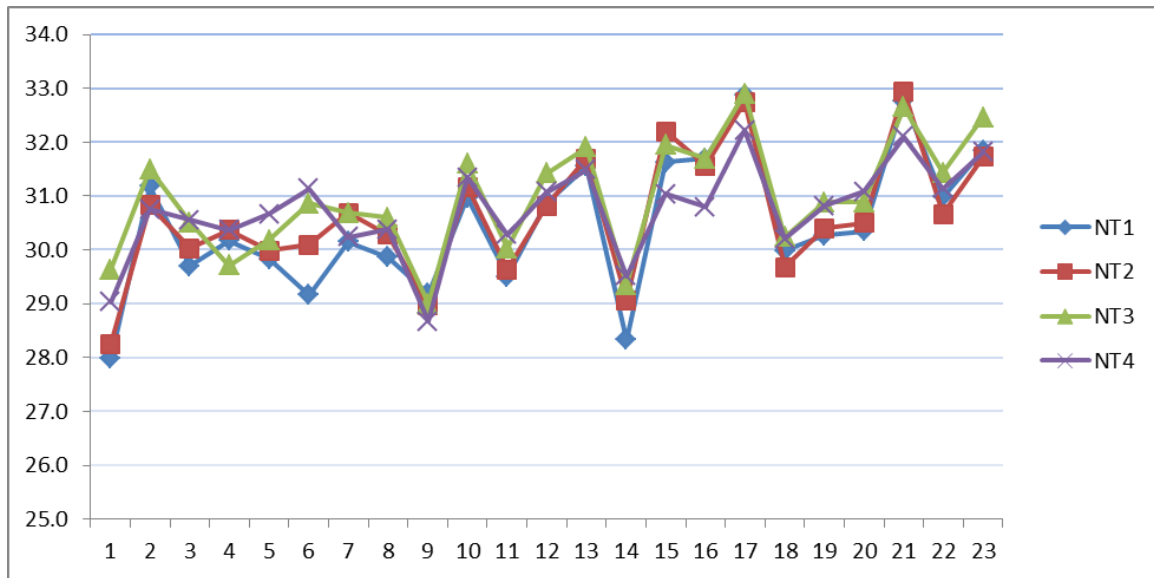
Hình 3: Biểu đồ thể hiện giá trị pH trung bình hằng ngày

Nhìn vào hình 3 cho thấy, pH ở 4 nghiệm thức tăng dần theo thời gian nghiên cứu. Từ ngày thứ 1 đến ngày 5 pH tăng nhanh từ 9,23 – 9,88, từ ngày thứ 6 trở đi pH tăng chậm dần và đạt chỉ số cao nhất vào ngày nuôi thứ 20, cụ thể đạt từ 10,00 – 10,18. Nhìn chung, pH ở nghiệm thức 4 (NT4) là thấp nhất, kế đến là nghiệm thức 2 (NT2), tới nghiệm thức 3 (NT3) và cao nhất là nghiệm thức 1 (NT1) nhưng cả 4 nghiệm thức đều có chỉ số pH nằm trong khoảng thích hợp cho tảo phát triển như Zarrouk (1996) đã khẳng định rằng

Spirulina platensis phát triển tốt nhất ở pH 8.3 – 11 và pH của thí nghiệm đã nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của tảo.

1.1.2. Yếu tố nhiệt độ

Nhiệt độ môi trường nuôi là yếu tố cần đáp ứng liên tục, vì rất dễ bị chi phối và tác động bởi điều kiện xung quanh, mức độ và thời gian chiếu sáng (Đặng Đình Kim, Đặng Hoàng Phước Hiền, 1998).

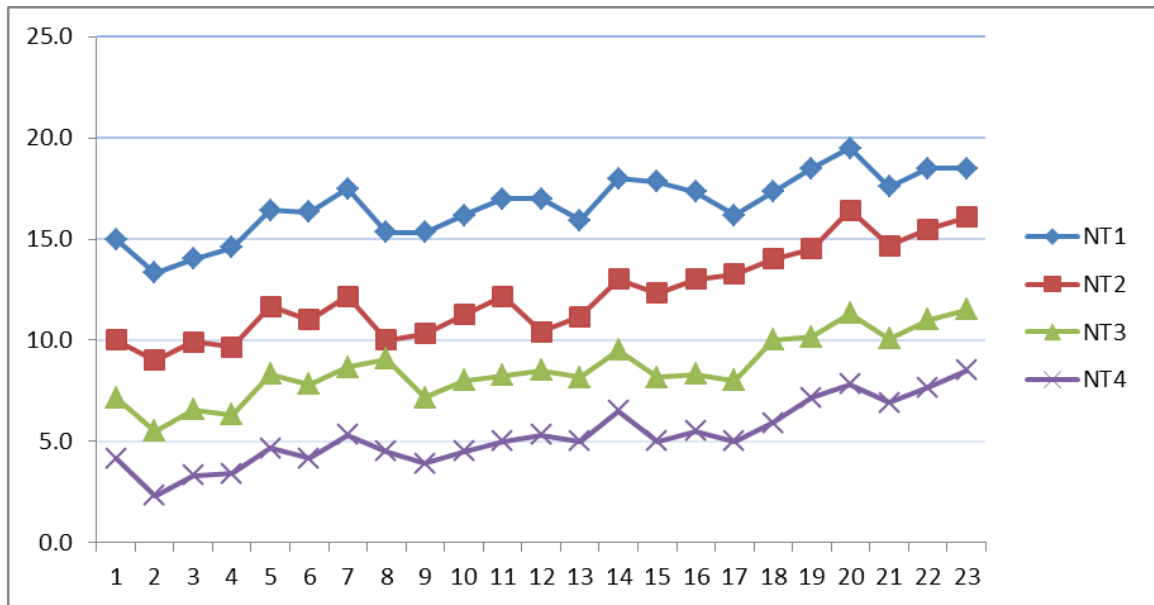


Hình 4: Biểu đồ thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình hằng ngày

Nhìn vào hình 4 cho thấy, nhiệt độ trong khoảng thời gian nghiên cứu có sự thay đổi giữa các ngày không quá 5 đơn vị nhưng nhiệt độ ở cả 4 nghiệm thức trong quá trình thí nghiệm dao động rất nhỏ. Cụ thể NT1 nhiệt độ thấp nhất là 28,0⁰C và cao nhất là 32,9⁰C. Ở NT2 nhiệt độ thấp nhất là 28,3⁰C và cao nhất là 33,0⁰C. Ở NT3 nhiệt độ thấp nhất là 29,0⁰C và cao nhất là 32,9⁰C. Ở NT4 nhiệt độ thấp nhất là 28,7⁰C và cao nhất là 32,2⁰C. Nhiệt độ giữa các ngày có sự chênh lệch nguyên nhân là do sự thay đổi của nhiệt độ xung quanh dưới ảnh hưởng của thời tiết (mưa). Nhìn chung, nhiệt độ của của các nghiệm thức trong suốt quá trình nghiên cứu dao động từ 28,0 - 33,0⁰C luôn nằm trong khoảng tối ưu cho tảo sinh trưởng và phát triển. Kết quả này phù hợp với nghiên cứu của Godia (2002) kết luận rằng *Spirulina platensis* có thể nuôi trong khoảng nhiệt độ từ 26 - 34⁰C.

1.1.3. Yếu tố độ mặn

Độ mặn có ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng và phát triển của vi tảo. Độ mặn thay đổi làm thay đổi áp suất thẩm thấu của tế bào, ảnh hưởng đến quá trình quang hợp, hô hấp, tốc độ tăng của tảo (Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2010).



Hình 5. Biểu đồ thể hiện giá trị độ mặn trung bình hằng ngày

Dựa vào hình 5 cho thấy độ mặn ở các nghiệm thức khác nhau có độ mặn ban đầu khác nhau. Cụ thể độ mặn ban đầu bố trí thấp nhất là NT4 (4‰) đến NT3 (7‰) đến NT2 (10‰) và cao nhất là NT1 đạt 15‰. Độ mặn của các nghiệm thức này có sự biến động nhẹ giữa các ngày nhưng không quá 2‰. Ở NT1 không bổ sung muối iốt nhưng tính đến ngày cuối cùng nghiên cứu độ mặn của nghiệm thức này vẫn tăng cao hơn ban đầu 3,5‰. Ba nghiệm thức còn lại có bổ sung muối iốt hằng ngày và đến ngày cuối cùng nghiên cứu độ mặn cũng tăng cao hơn ban đầu lần lượt: NT2 (6‰); NT3 (4,5‰); NT4 (4,5‰). Nhìn chung, tuy có sự tăng nhẹ về độ mặn trong quá trình nghiên cứu nhưng khi so với nghiệm thức ĐC cho thấy tảo *Spirulina platensis* có khả năng hấp thu muối cao, đặc biệt ở các ngày đầu bố trí để tảo sinh trưởng và phân cắt tế bào, những ngày gần cuối thí nghiệm do mật độ tảo tăng cao kèm theo có sự thay đổi về pH, ánh sáng và môi trường dinh dưỡng cạn kiệt nên tảo bắt đầu bị ức chế về sự tăng trưởng dẫn đến hấp thu muối kém, làm cho độ mặn càng về cuối thí nghiệm càng tăng cao.

1.2. Phát triển sinh khối của tảo *Spirulina platensis*

Bảng 16. Sự phát triển của tế bào tảo ở các nghiệm thức thí nghiệm

NGHIỆM THỨC				
NGÀY	NT1 (ĐC)	NT2 (75%)	NT3 (50%)	NT4 (25%)
1	10.000 ± 0 ^a	10.000 ± 0 ^a	10.000 ± 0 ^a	10.000 ± 0 ^a
2	11.365 ± 189 ^a	10.987 ± 79 ^a	12.053 ± 1.563 ^a	12.853 ± 19 ^a
3	14.947 ± 322 ^a	14.680 ± 100 ^a	17.613 ± 745 ^b	17.440 ± 997 ^b
4	15.840 ± 229 ^a	15.480 ± 205 ^a	20.200 ± 494 ^b	19.813 ± 1.975 ^b
5	18.440 ± 3.609 ^a	18.320 ± 237 ^a	26.653 ± 1.141 ^b	27.440 ± 2.224 ^b
6	20.360 ± 1.479 ^a	20.720 ± 794 ^a	26.453 ± 2.285 ^{ab}	31.093 ± 5.624 ^b
7	22.933 ± 1.894 ^a	28.440 ± 622 ^{ab}	33627 ± 1.423 ^b	33.600 ± 6.037 ^b
8	31.253 ± 3.857 ^a	31.440 ± 999 ^a	42.480 ± 2.159 ^b	42.373 ± 3.279 ^b
9	37.467 ± 1.468 ^{ab}	31.600 ± 909 ^a	50.053 ± 2.626 ^c	44.907 ± 4.339 ^{bc}
10	40.720 ± 1.301 ^a	36.560 ± 447 ^a	52.213 ± 1.969 ^b	51.120 ± 3.169 ^b
11	42.800 ± 2.811 ^a	38.000 ± 540 ^a	54.560 ± 1.484 ^b	50.293 ± 3.332 ^b
12	41.627 ± 945 ^a	41.200 ± 649 ^a	55.520 ± 914 ^b	57.200 ± 4.133 ^b
13	48.107 ± 3.827 ^{ab}	43.600 ± 652 ^a	59.600 ± 2.874 ^c	55.707 ± 4.183 ^{bc}
14	44.533 ± 3.190 ^a	45.360 ± 1.436 ^a	56.587 ± 7.983 ^{ab}	64.040 ± 6.808 ^b
15	52.115 ± 2.656 ^b	40.480 ± 1.026 ^a	59.093 ± 1.486 ^b	60.053 ± 4.979 ^b
16	51.867 ± 2.568 ^a	46.960 ± 945 ^a	64.187 ± 743 ^b	67.733 ± 3.324 ^b
17	55.773 ± 478 ^b	46.640 ± 1028 ^a	62.480 ± 2.920 ^{bc}	65.733 ± 3.605 ^c
18	53.853 ± 3.576 ^{ab}	46.400 ± 1.022 ^a	66.408 ± 4.082 ^b	66.000 ± 5.807 ^b
19	54.667 ± 3.308 ^a	53.680 ± 603 ^a	65.787 ± 4.113 ^{ab}	67.840 ± 6.209 ^b
20	66.160 ± 1.604 ^b	50.960 ± 1.190 ^a	66.880 ± 3.322 ^b	68.667 ± 3.216 ^b
21	58.240 ± 1.334 ^{ab}	54.800 ± 536 ^a	63.013 ± 3.641 ^{bc}	68.320 ± 3.091 ^c
22	56.907 ± 2.003 ^{ab}	51.120 ± 793 ^a	65.360 ± 4.362 ^b	65.813 ± 6.050 ^b
23	55.780 ± 1.697 ^{ab}	49.120 ± 439 ^a	58.613 ± 934 ^b	61.834 ± 4.761 ^b

Chú thích: Số liệu trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (SD) (tb/ml). Trong cùng một hàng ngang các chữ cái viết kèm bên trên khác nhau chỉ sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 3 tuần nuôi, các nghiệm thức đều có xu hướng tăng mật độ tế bào tảo ở 2 tuần đầu tiên. Bắt đầu tuần thứ 3, mật độ tế bào tảo có tăng theo thời gian nhưng không nhiều và đạt cực đại ở ngày thứ 20; 21 và giảm mật độ ở ngày thứ 22 trở đi. Mật độ tảo ở 4 nghiệm thức đạt cao nhất ở ngày thứ 20 (NT1: 66.160 ± 1.604 tb/ml; NT3: 66.880 ± 3.322 tb/ml; NT4: 68.667 ± 3.216 tb/ml) và ngày thứ 21 (NT2: 54.800 ± 536tb/ml). Kết quả ở NT1 (môi trường Zarrouk làm đối chứng) đạt 66.160 ± 1.604 tb/ml phù hợp với Ngô Thị Thùy Tâm (2009) khi nghiên cứu môi trường Zarrouk, với mật độ ban đầu 10.000 tb/ml sau 15 ngày nuôi đạt kết quả đạt mật độ (65.677 ± 15.913 tb/ml). Tuy nhiên, ở NT3 và NT4 mật độ tế bào tảo đạt cao hơn NT1 nhưng không có ý nghĩa thống kê và cả nghiệm thức này có ý nghĩa thống kê so với NT2. Một nghiên cứu khác của Lê Quỳnh Hoa (2013) khi khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO₃ bằng NaCl trong môi trường nuôi

tảo *Spirulina platensis*. Kết quả cho rằng nghiệm thức môi trường Zarrouk tốc độ tăng trưởng đạt cao nhất so với các nghiệm thức giảm dần NaHCO_3 . Việc giảm NaHCO_3 đến một mức nhất định và nếu thay thế hoàn toàn NaHCO_3 kết quả nuôi tảo không đạt năng suất, từ đó Lê Quỳnh Hoa đề xuất cần nghiên cứu thêm một số hàm lượng khác nằm trong khoảng thích hợp để chọn giá trị tốt nhất.

Điều này cho thấy, khi nghiên cứu giảm các thành phần dinh dưỡng trong môi trường Zarrouk còn tỷ lệ 50% có bổ sung iot và 25% có bổ sung iot không những mang lại kết quả tốt về sinh khối tảo mà còn giảm đi chi phí nuôi tảo khoảng 50-75%.

1.3. Khối lượng của tảo ở các nghiệm thức thí nghiệm

Bảng 17. Khối lượng tảo của các nghiệm thức thu được khi kết thúc thí nghiệm

NGHIỆM THỨC	NT1 (ĐC)	NT2 (75%)	NT3 (50%)	NT4 (25%)
Khối lượng (g/l)	$13,33 \pm 0,53^{ab}$	$11,78 \pm 0,49^a$	$13,90 \pm 0,51^b$	$14,40 \pm 0,83^b$

Chú thích: Số liệu trình bày là giá trị trung bình \pm độ lệch chuẩn (SD) (tb/ml). Trong cùng một hàng ngang các chữ cái viết kèm bên trên khác nhau chỉ sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

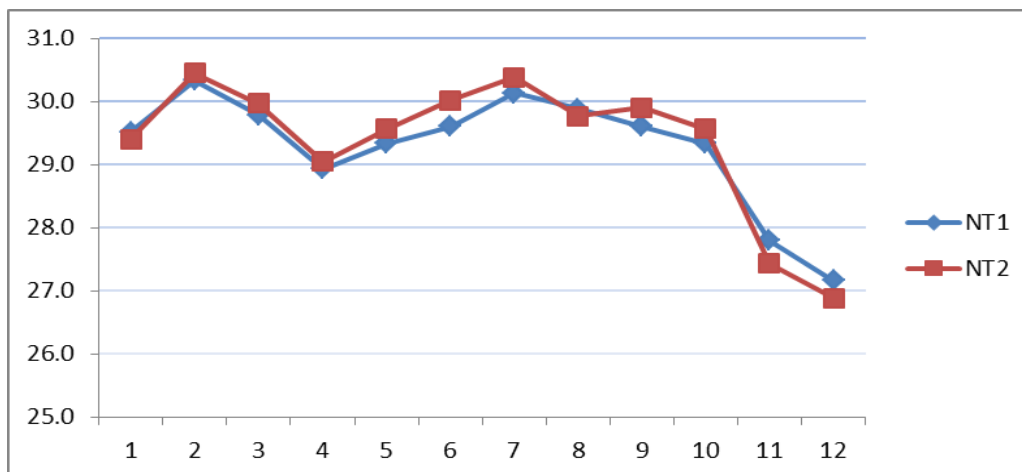
Dựa vào kết quả của các nghiệm thức cho thấy NT4 có kết quả cao nhất về khối lượng đạt $14,40 \pm 0,83$ (g/l), kế đến là NT3 đạt $13,90 \pm 0,51$ (g/l), 2 NT này khác biệt không có ý nghĩa thống kê. NT3 có khối lượng thấp nhất và có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với 2 NT trên.

Theo “Nghiên cứu ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng lên sinh trưởng của quần thể tảo *Spirulina platensis* nuôi trong nước mặn ở điều kiện phòng thí nghiệm” của Đặng Thị Men (2013), tảo được nuôi trong môi trường f/2 sinh trưởng tốt nhất, đạt sinh khối cực đại nhất ($5,2 \pm 0,03$ g/l) vào ngày nuôi thứ 15. Tuy nhiên không có sự khác biệt thống kê về sinh khối cực đại đối với môi trường TT3 ($5,03 \pm 0,01$ g/l). Môi trường HBM – 95 cho sinh khối thấp nhất ($3,66 \pm 0,04$ g/l). Một nghiên cứu khác của Thạch Thị Mộng Hằng (2015) cho biết, khi nuôi tảo trong môi trường Zarrouk khối lượng tảo thu được là ($7,67 \pm 0,21$ g/l). Điều này có thể khẳng định rằng, khi nghiên cứu môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 25% (NaNO_3 , K_2HPO_4 , EDTA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3) + iot và tỷ lệ 50% (NaNO_3 , K_2HPO_4 , EDTA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3) + iot cho kết quả không những về khối lượng tảo cao hơn các nghiên cứu trước đây mà còn giảm được một lượng môi trường dinh dưỡng đáng kể, mang lại hiệu quả kinh tế khi nuôi đại trà.

Chương 2. Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” được chọn từ thí nghiệm 1, nuôi trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạt trắng)

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

2.1.1. Yếu tố nhiệt độ

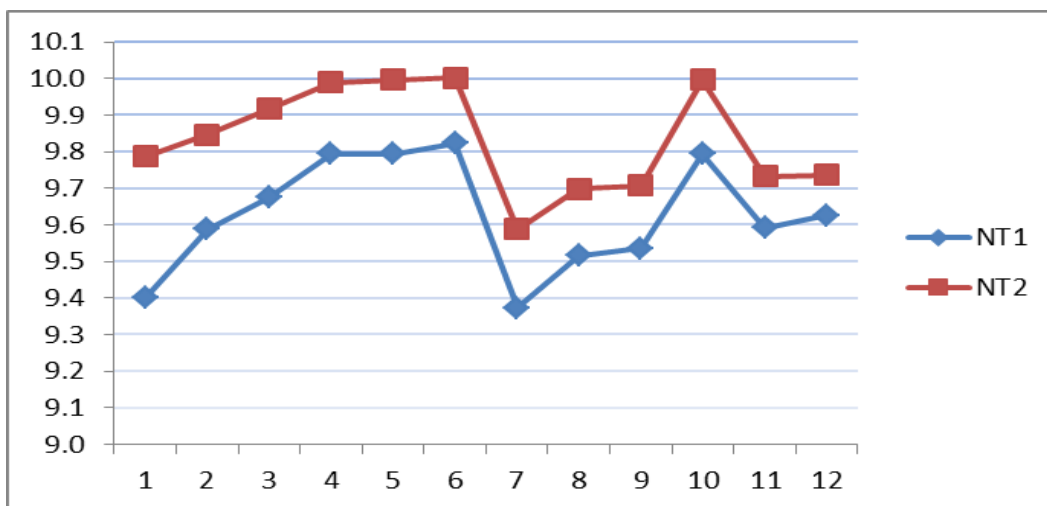


Hình 6: Biểu đồ thể hiện giá trị nhiệt độ trung bình hằng ngày

Hình 6 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 thấp nhất là 27,2°C và cao nhất là 30,3 °C. NT2 nhiệt độ thấp nhất là 26,9 °C và cao nhất là 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 11 và 12 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 trong quá trình bố trí thí nghiệm thời tiết bên ngoài không ổn định, xảy ra những trận mưa bất thường làm thay đổi nhiệt độ xung quanh nhưng nhiệt độ ở các nghiệm thức thí nghiệm vẫn nằm trong khoảng thích hợp cho tảo *Spirulina platensis* phát triển. Kết quả nhiệt độ này nằm trong ngưỡng định của Vonskhak and Tomaselli (2000) cho rằng nhiệt độ tốt cho sự phát triển của tảo *Spirulina platensis* từ 24 - 42°C. Tuy nhiên nhiệt độ này chưa phải tối ưu cho sự phát triển của tảo *Spirulina platensis*. Kết quả về nhiệt độ của thí nghiệm tuy không nằm trong khoảng tối ưu nhưng tảo vẫn có thể tồn tại, cho nên có thể đây cũng là nguyên nhân làm cho tốc độ tăng trưởng của tảo ở tất cả các nghiệm thức đều tương đối chậm và mật độ giảm cho đến khi kết thúc thí nghiệm.

2.1.2. Yếu tố pH

pH trong quá trình thí nghiệm được thể hiện cụ thể qua hình 7 như sau

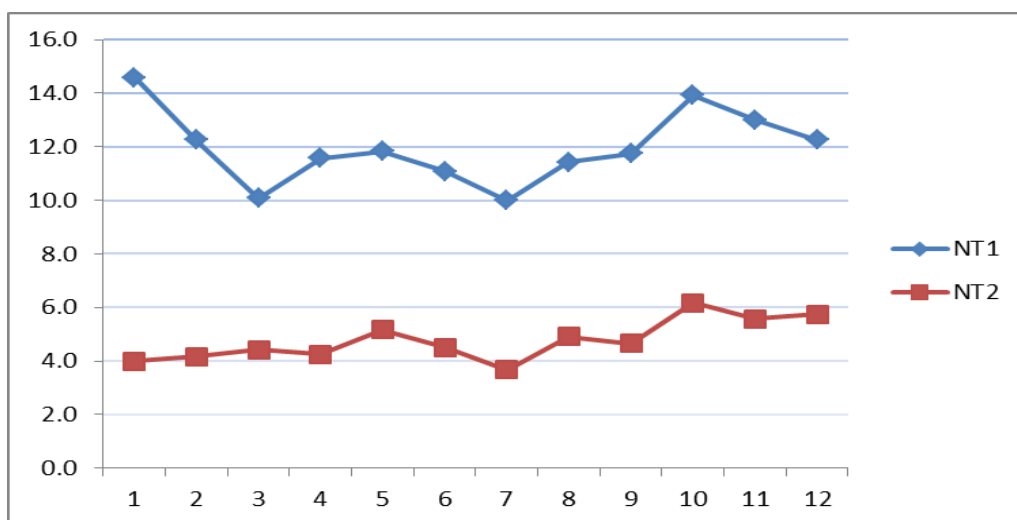


Hình 7: Biểu đồ thể hiện giá trị pH trung bình hằng ngày

Kết quả hình 7 cho thấy sự biến động pH ở hai nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm tương đồng nhau. Cụ thể là NT1 và NT2, pH tăng dần từ ngày đầu tiên bố trí đến ngày thứ 6 đạt giá trị 9,84 -10,0. Từ ngày thứ 7 giảm đến ngày thứ 9, giá trị pH đạt 9,54 – 9,7. Ngày thứ 10 pH tăng lên và lại giảm xuống tới khi kết thúc thí nghiệm. Tuy có sự tăng giảm về chỉ số nhưng không vượt quá 0,4 đơn vị. Khoảng dao động pH ở NT1 từ: 9,4 – 9,8; Ở NT2 khoảng dao động pH từ: 9,6 – 10,0 và pH của NT2 lúc nào cũng cao hơn NT1.

2.1.3. Yếu tố độ mặn

Độ mặn ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng, phát triển của tảo cũng như ảnh hưởng đến thành phần sinh hóa và thành phần acid béo của tảo. (Nguyễn Thị Bích Ngọc, 2010)



Hình 8: Biểu đồ thể hiện giá trị độ mặn trung bình hằng ngày

Dựa vào hình 8 cho thấy độ mặn ở hai nghiệm thức khác nhau từ ngày đầu nghiên cứu đến khi kết thúc nghiên cứu. Độ mặn của NT1 dao động từ 10 - 14,6‰ cao hơn NT2 dao động từ 4,0 – 6,2‰. Sở dĩ độ mặn NT2 thấp hơn NT1 là do môi trường nuôi ban đầu có hàm lượng muối dinh dưỡng ít hơn rất nhiều so với NT1. Tuy trong quá trình nuôi có bổ sung nước muối 10 ml/lít/ngày nhưng tảo đã hấp thụ gần hết nên độ mặn ở ngày kết thúc thí nghiệm chỉ tăng hơn so với ban đầu 1,5‰. Riêng NT1 độ mặn có giảm so với ban đầu là do tảo không hấp thụ hết lượng muối dinh dưỡng này và một phần muối dinh dưỡng bị bám xuống vào thành bể và đáy bể. Điều này càng khẳng định rằng, khi nuôi tảo ngoài trời không cần thiết phải nuôi môi trường Zarrouk vì tốn nhiều thành phần cũng như liều lượng các muối dinh dưỡng nhưng không được tảo hấp thụ hết.

2.2. Sự phát triển của tế bào tảo *Spirulina platensis* ở các nghiệm thức ngoài trời

Bảng 18: Sự phát triển của tế bào tảo *Spirulina platensis* ở các nghiệm thức ngoài trời

NGÀY	Nghiệm thức	
	NT1	NT2
1	10.000± 0 ^a	10.000± 0 ^a
2	10.997 ± 187 ^a	11.227± 291 ^a
3	15.227± 89 ^a	14.592± 287 ^a
4	17.840± 608 ^a	17.100± 592 ^a
5	22.546± 969 ^a	22.469± 509 ^a
6	25.880± 1.906 ^a	27.220± 2.311 ^a
7	30.540± 2.161 ^a	34.920± 1.538 ^a
8	33.600± 2.686 ^a	37.640± 2.957 ^a
9	36.400± 3.960 ^a	42.180± 3.845 ^a
10	38.742± 3.881 ^a	43.422± 3.845 ^a
11	36.100± 3.245 ^a	38.600± 2.856 ^a
12	32.460± 3.189 ^a	36.340± 3.690 ^a

Chú thích: Số liệu trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (SD) (tb/ml). Trong cùng một hàng ngang các chữ cái viết kèm bên trên khác nhau chỉ sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Qua kết quả nghiên cứu cho thấy, sau 12 ngày nuôi tảo ở ngoài trời, hai nghiệm thức đều có xu hướng tăng mật độ tế bào tảo rất nhanh ở ngày thứ 5 đến ngày thứ 10 và giảm mật độ ở ngày thứ 11 trở đi. Mật độ tảo ở 2 nghiệm thức đạt cao nhất ở ngày thứ 10 (NT1: 38.742 ± 3.881 tb/ml; NT2: 43.422 ± 3.845 tb/ml, tuy có sự khác biệt về mật độ tảo nhưng không có sự khác biệt

thống kê với mức ý nghĩa $<0,05$. Điều này càng khẳng định tính thuyết phục hơn về việc có bổ sung hàm lượng muối iot trong quá trình nuôi tảo *Spirulina platensis* có ý nghĩa. Khi so sánh với nghiên cứu của Lê Quỳnh Hoa (2013) khi khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis*. Kết quả cho rằng nghiệm thức môi trường Zarrouk tốc độ tăng trưởng đạt cao nhất so với các nghiệm thức giảm dần NaHCO_3 và việc giảm NaHCO_3 đến một mức nhất định và nếu thay thế hoàn toàn NaHCO_3 kết quả nuôi tảo không đạt năng suất, từ đó Lê Quỳnh Hoa đề xuất cần nghiên cứu thêm một số hàm lượng khác nằm trong khoảng thích hợp để chọn giá trị tốt nhất. Điều này cho thấy, khi nghiên cứu giảm các thành phần dinh dưỡng trong môi trường Zarrouk còn tỷ lệ 25% có bổ sung iot không những mang lại kết quả tốt về sinh khối tảo mà còn giảm đi chi phí nuôi tảo khoảng 75%.

Theo Lê Văn Cát (2006) cho rằng tảo *Spirulina platensis* là loại tảo có kích thước lớn nên tốc độ phát triển, cơ hội hấp thu dinh dưỡng và hấp thu ánh sáng của từng tế bào tảo thấp hơn các loài tảo có kích thước nhỏ. Vì thế khi mật độ tảo cao sẽ che chắn bớt ánh sáng, quá trình quang hợp sẽ kém đi dẫn đến kìm hãm lại sự phát triển tiếp theo của tảo. Điều này phù hợp với quá trình nghiên cứu, mật độ tảo phát triển ở các nghiệm thức nghiên cứu không cao vì còn ảnh hưởng đến yếu tố nhiệt độ trong quá trình nuôi, mưa thường xuyên và mưa bất thường diễn ra thường nên ánh sáng không đủ cung cấp thường xuyên cho tảo nên tảo phát triển chậm.

2.3. Khối lượng của tảo ở các nghiệm thức ngoài trời

Bảng 19: Khối lượng tảo thu được của thí nghiệm

Nghiệm thức	NT1	NT2
Khối lượng (gam)	643,3± 80,2 ^a	791,7± 52,0 ^a

Chú thích: Số liệu trình bày là giá trị trung bình ± độ lệch chuẩn (SD) (tb/ml). Trong cùng một hàng ngang các chữ cái viết kèm bên trên khác nhau chỉ sự khác nhau có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$).

Dựa vào kết quả của các nghiệm thức cho thấy NT2 đạt kết quả khối lượng là $791,7 \pm 52,0$ (g/bể/0,5m³) cao hơn NT1: $643,3 \pm 80,2$ (g/bể/0,5m³) nhưng 2 nghiệm thức này khác biệt không có ý nghĩa thống kê. Với kết quả về khối lượng như trên, trung bình cả 2 nghiệm thức đạt từ 1,29 - 1,58g/L. Kết quả này cao hơn kết quả nghiên cứu của Goksan (2007) khi nuôi trồng thử nghiệm *Spirulina* trong hệ thống bể raceway (2500 lít), sinh khối đạt được

0,5 g/L, trong khi đó nếu nuôi tảo được nuôi trong bể có những thể tích nhỏ hơn (bình thủy tinh 20 lít) thì sinh khối thu được là 0,9 g/L. Tuy nhiên, hàm lượng Protein lại bị giảm đi từ 58,3 % xuống còn 33,8 %. Xét về mặt hiệu quả kinh tế và để phát triển nuôi tảo theo qui mô công nghiệp thì hệ thống bể raceway vẫn là nổi trội.

2.4. Hàm lượng dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis* trước và sau khi nghiên cứu

Bảng 20: Hàm lượng dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis* trước và sau khi nghiên cứu ở thí nghiệm 1 (Phòng thí nghiệm)

Chất lượng tảo ở các thí nghiệm thức	Chỉ tiêu (%)		
	Protein thô	Lipit (Béo)	Carbohydrate
Ban đầu	67,92	3,66	≈ 28,42
NT1	66,67	1,37	≈ 31,96
NT2	68,47	0,72	≈ 30,81
NT3	68,44	0,82	≈ 30,74
NT4	69,36	2,28	≈ 28,36

Hàm lượng protein có trong tảo *Spirulina* hiện nay được đánh giá cao nhất, khoảng 56% – 77% khối lượng khô (Tang and Suter, 2011). Kết quả nghiên cứu của đề tài thì hàm lượng Protein thô của tảo *Spirulina platensis* ở các lô thí nghiệm 1 rất cao dao động 66,67 – 69,36%. Hàm lượng Protein thô của tảo ở NT1 là thấp nhất đạt 66,67%, thấp hơn Hàm lượng Protein thô của tảo ban đầu bố trí (67,92%) và 3 NT còn lại, cao nhất là NT4 đạt 69,36%. Với kết quả này cao hơn kết quả nghiên cứu của Trần Thị Lê Trang (2016), hàm lượng protein trong tế bào tảo nuôi mức cường độ ánh sáng 2000 lux – 3000 lux đạt (60,14 - 67,78%). Ngoài ra, hàm lượng Lipit giữa các thí nghiệm thức có sự khác biệt rất nhỏ, chúng đạt rất thấp dao động từ 0,72 - 2,28%. Thấp nhất ở NT2 chiếm 0,72% và cao nhất ở NT4 chiếm 2,28%. Các kết quả này thấp hơn hàm lượng Lipit có trong tảo ban đầu cấy nuôi đạt 3,66% và thấp hơn nghiên cứu của Trần Thị Lê Trang (2016) đạt 10,05 - 13,15%.

Bảng 21: Hàm lượng dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis* trước và sau khi nghiên cứu ở thí nghiệm 2 (Ngoài trời)

Chất lượng tảo ở các thí nghiệm thức	Chỉ tiêu (%)			Chỉ tiêu (mg/kg)	
	Protein thô	Lipit (Béo)	Carbohydrate	Vitamin B1	Vitamin E
NT1	55,14	1,21	≈ 44,14	15,12	60,70
NT2	58,63	1,00	≈ 41,63	14,95	32,14

Khi triển khai nuôi ngoài trời thì hàm lượng Protein thô giảm còn 55,14 - 58,63%. Hàm lượng Protein thô ở NT1 đạt 55,14 % thấp hơn NT2 đạt 58,63%. Dù vậy nhưng kết quả này vẫn cao hơn so kết quả nghiên cứu của Goksan (2007) cũng chỉ ra việc nuôi trồng thử nghiệm *Spirulina* trong hệ thống bể raceway (2500 lít), sinh khối đạt được 0,5 g/L có hàm lượng Protein 58,3 % trong khi đó, nếu nuôi tảo trong những thể tích bình thủy tinh (20 lít) thì sinh khối thu được là 0,9 g/L có hàm lượng Protein 33,8 %. Hàm lượng Lipit giữa các nghiệm thức có sự khác biệt rất nhỏ, chúng đạt rất thấp dao động từ 1,00 - 1,21%. Kết quả nghiên cứu về hàm lượng vitamin B1 và Vitamine E sau khi nghiên cứu đối với NT1 chiếm tỷ lệ nhỏ nhưng cao hơn NT2. Từ những kết trên cho thấy, chất lượng sản phẩm tảo đã giảm đi đáng kể khi nuôi qui mô công nghiệp (nuôi ngoài thực địa cũng như khi nuôi trong hệ thống bể raceway).

2.5. Đánh giá hiệu quả kinh tế khi nuôi tảo xoắn bằng môi trường mới với môi trường đối chứng (Zarrouk)

Nghiệm thức 1. Đối chứng là môi trường Zarrouk

Bảng 22: Chi phí sử dụng cho môi trường Zarrouk

Đơn vị tính: đồng				
Thành phần	Liều lượng (g/l)	Liều lượng Thực tế cho 0,5m ³ (kg)	Đơn giá	Thành tiền
EDTA	0,08	0,04	0,04*400.000	16.000
NaNO ₃	2,5	1.250	1.250*200.000	250.000
K ₂ SO ₄	1,0	0,5	0,5*200.000	100.000
NaCl	1,0	0,5	0,5*100.000	50.000
MgSO ₄ .7H ₂ O	0,2	0,1	0,1*200.000	20.000
CaCl ₂ .2H ₂ O	0,04	0,02	0,02*500.000	10.000
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,01	0,005	0,005*400.000	2.000
K ₂ HPO ₄	0,5	0,25	0,25*200.000	50.000
NaHCO ₃	16,8	8,4	8.400*200.000	1.680.000
TỔNG				2.178.000

Bảng 23: Chi phí sử dụng cho môi trường thí nghiệm

Đơn vị tính: đồng

Thành phần	Liều lượng (g/l)	Liều lượng thực tế cho 0,5m ³ (kg)	Đơn giá	Thành tiền
NaNO ₃	0,625	0,3125	0,3125*200.000	62.500
K ₂ HPO ₄	0,125	0,0625	0,0625*200.000	12.500
EDTA	0,02	0,01	0,01*400.000	4.000
FeSO ₄ .7H ₂ O	0,0025	0,00125	0,00125*400.000	500
NaHCO ₃	4,2	2,1	2,1*200.000	420.000
Muối Iod 100%	15ml	7500ml	5.000	5.000
TỔNG				504.500

Bảng 24: Hiệu quả kinh tế

Nghiệm thức	Khối lượng (g)	Đơn giá bán	Thành tiền	Chi phí	Hiệu quả kinh tế
NT1	643,3	2.000.000	1.286.600	2.178.000	-891.400
NT2	791,7	2.000.000	1.583.400	504.500	1.078.900

Kết quả cho thấy, khi so sánh hiệu quả kinh tế mang lại giữa hai môi trường nuôi tảo xoắn *Spirulina platensis* thì môi trường nuôi mới hiệu quả hơn và mang lại hiệu quả kinh tế đạt 1.078.900 đồng; Điều này chứng tỏ, người nuôi tảo xoắn *Spirulina platensis* có thể sử dụng môi trường nuôi mới để nhân rộng sản xuất.

PHẦN KẾT LUẬN

Thí nghiệm 1. Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* với các hàm lượng dinh dưỡng cải tiến khác nhau từ môi trường Zarrouk trong điều kiện phòng thí nghiệm.

- Môi trường đối chứng (Zarrouk) đạt mật độ cực đại ở ngày thứ 20 với mật độ tế bào tảo đạt 66.160 ± 1.604 (tb/ml), khối lượng tảo thu được $13,33 \pm 0,53$ (g/l)
- Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 75% (NaNO_3 , K_2HPO_4 , EDTA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3) có bổ sung 1ml/l iod hằng ngày đạt mật độ cực đại ở ngày thứ 21 với mật độ tế bào tảo đạt 54.800 ± 536 (tb/ml), khối lượng tảo thu được $11,78 \pm 0,49$ (g/l)
- Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 50% (NaNO_3 , K_2HPO_4 , EDTA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3) có bổ sung 1ml/l iod hằng ngày đạt mật độ cực đại ở ngày thứ 20 với mật độ tế bào tảo đạt 66.880 ± 3.322 (tb/ml), khối lượng tảo thu được $13,90 \pm 0,51$ (g/l)
- Môi trường cải tiến từ môi trường Zarrouk theo tỷ lệ 25% (NaNO_3 , K_2HPO_4 , EDTA, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, NaHCO_3) có bổ sung 1ml/l iod hằng ngày đạt mật độ cực đại ở ngày thứ 20 với mật độ tế bào tảo đạt 68.667 ± 3.216 (tb/ml), khối lượng tảo thu được $14,40 \pm 0,83$ (g/l). Đây là môi trường tốt nhất để nuôi tảo *Spirulina platensis*.
- Hàm lượng Protein thô của tảo ở thí nghiệm 1 đạt 66,67 - 69,36%.
- Hàm lượng Lipit đạt từ 0,72 - 2,28%.

Thí nghiệm 2. Nghiên cứu nuôi tảo *Spirulina platensis* trong môi trường dinh dưỡng “tối ưu” được chọn ở thí nghiệm 1 trong điều kiện bên ngoài có mái che (lưới lan và bạc trắng)

- Mật độ tảo ở 2 nghiệm thức đạt cao nhất ở ngày thứ 10: NT1 đạt 38.742 ± 3.881 tb/ml tương ứng với Khối lượng tảo thu được là $643,3 \pm 80,2$ (g/bể/0,5m³); NT2 đạt 43.422 ± 3.845 tb/ml, khối lượng tảo thu được là $791,7 \pm 52,0$ (g/bể/0,5m³)
- Hàm lượng Protein thô của tảo đạt 55,14 – 58,63%.
- Hàm lượng Lipit đạt 1,00 - 1,21%.
- Hàm lượng Vitamin B1 đạt 14,95 - 15,12 mg/kg
- Hàm lượng Vitamin E đạt 32,14 - 60,70 mg/kg
- Hiệu quả kinh tế mang lại giữa hai môi trường dinh dưỡng nuôi tảo xoắn *Spirulina platensis* thì môi trường dinh dưỡng nuôi mới hiệu quả hơn và mang lại hiệu quả kinh tế đạt 1.078.900 đồng;

2. Kiến nghị

- Nghiên cứu nuôi tảo với nhiều độ mặn khác nhau
- Nghiên cứu các mức cường độ ánh sáng khác nhau ảnh hưởng đến Protein khi nuôi tảo ngoài trời

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Bùi Thị Ngọc Bích (2006). Khảo sát một số phương pháp tăng sinh khối tảo *Spirulina plantensis* qui mô phòng thí nghiệm. Luận văn tốt nghiệp đại học. Chuyên ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh
- Lê Văn Cát (2006). Nước nuôi thủy sản chất lượng và giải pháp cải thiện chất lượng nước. Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- Thạch Thị Mộng Hằng, (2015). “Nghiên cứu các thành phần dinh dưỡng và một số yếu tố môi trường thích hợp trong nuôi tảo *Spirulina platensis* tại Trà Vinh”. Luận văn tốt nghiệp Đại học. Chuyên ngành Nuôi trồng Thủy sản. Trường Đại học Trà Vinh.
- Đặng Đình Kim, Đặng Hoàng Phước Hiền (1999). Công nghệ Sinh học Vi tảo. Nhà xuất bản Nông nghiệp. Hà Nội.
- Lê Quỳnh Hoa (2013). Khảo sát việc thay thế hàm lượng NaHCO_3 bằng NaCl trong môi trường nuôi trồng tảo *Spirulina platensis*. Nghiên cứu khoa công nghệ sinh học. Trường Cao đẳng kinh tế - Công nghệ TPHCM
- Đỗ Thị Thanh Hương (2006). Khảo nghiệm một số phương pháp tăng sinh khối giống tảo *Spirulina platensis*. Trường Đại Học Nông Lâm Thành Phố Hồ Chí Minh
- Đặng Đình Kim (2015). Nghiên cứu công nghệ sử dụng khí thải đốt than để sản xuất sinh khối vi tảo có giá trị dinh dưỡng. Đề tài cấp nhà nước. Viện Công nghệ Môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam. KC.08.08/11-15.
- Lê Văn Lăng (1999). *Spirulina* nuôi trồng sử dụng trong y dược & dinh dưỡng. Sách chuyên khảo phục vụ Công nghệ sinh học Y tế Nhà xuất bản Y học, chi nhánh TP.HCM.
- Vũ Thành Lâm (2006). Nuôi trồng tảo *Spirulina*. Trung tâm Công nghệ Sinh học Đại học Quốc gia Hà Nội.
- Nguyễn Đức Lượng (2002). Vi sinh vật học công nghiệp. Công nghệ vi sinh tập II trường Đại Học Bách Khoa Đại Học Quốc gia TP.HCM.
- Đặng Thị Men (2013). “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”. Đồ án tốt nghiệp Đại học. Trường Đại học Nha Trang
- Nguyễn Thị Bích Ngọc (2010). Nghiên cứu sử dụng nguồn nước khoáng để xây dựng qui trình sản xuất tảo *Spirulina platensis* đảm bảo chất lượng làm nguyên liệu chế biến thức ăn cho người và động vật nuôi thủy sản. Đề tài nghiên cứu thuộc Chương trình Công nghệ Sinh học. Viện Nghiên cứu Nuôi trồng Thủy sản 3.

Phạm Thị Kim Ngọc (2013). Nuôi *Spirulina platensis* bằng nước biển ở quy mô phòng thí nghiệm và ứng dụng trong chế biến thực phẩm. Thông tin Khoa học Công nghệ, Sở Khoa học Công nghệ, liên hiệp các hội KH & KT tỉnh Bà Rịa – Vũng Tàu, số 3, 11-13.

Đặng Xuyên Như (1995). 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.

Dương Thị Hoàng Oanh, Nguyễn Thị Kim Liên (2011). Nghiên cứu kỹ thuật nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis*. Kỷ yếu Hội nghị Khoa học thủy sản lần 4: 314-325. Trường Đại học Cần Thơ.

Dương Hoàng Oanh (2015). Phương pháp phân lập tảo *Spirulina*. Tạp chí khoa học và công nghệ, Số 02 – Quý III. Sở Khoa học và tỉnh Công nghệ Trà Vinh.

Ngô Thụy Thùy Tâm (2009). Phát triển nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis* trong phòng thí nghiệm. Luận văn tốt nghiệp Đại học. Trường Đại học Cần Thơ.

Dương Đức Tiến (1996). “Phân loại vi khuẩn lam ở Việt Nam”. Nhà xuất bản Nông nghiệp.

Nguyễn Hữu Thước (1980). 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.

Trần Thị Lê Trang, 2016. Ảnh hưởng của cường độ ánh sáng lên sinh trưởng, hàm lượng Protein và Lipid của tảo *Spirulina platensis* nuôi trong nước mặn. Tạp chí Khoa học - Công nghệ Thủy sản. Số 2/2016, trang 124-129

Trần Văn Tựa (1993). 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. 15 (1). 15 – 17

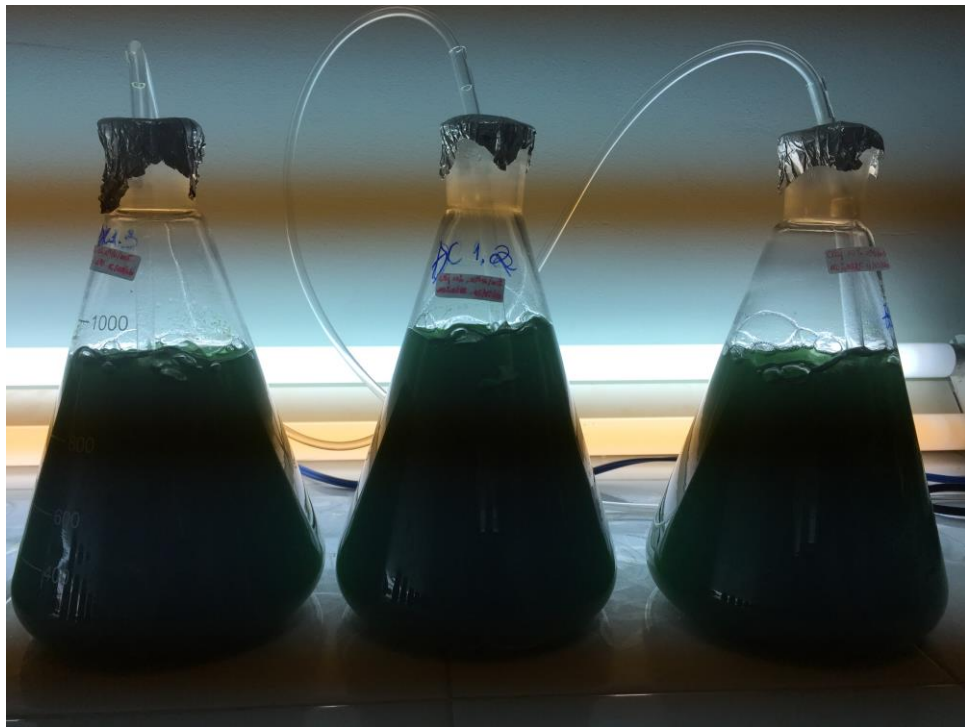
TÀI LIỆU NƯỚC NGOÀI

Belay A., Kato, T., Ota, Y., (2002). The Potential Application of *Spirulina* (Arthrospira) as a Nutritional and Therapeutic Supplement in Health Management. The Journal of the American Nutraceutical Association. Vol. 5, No. 2

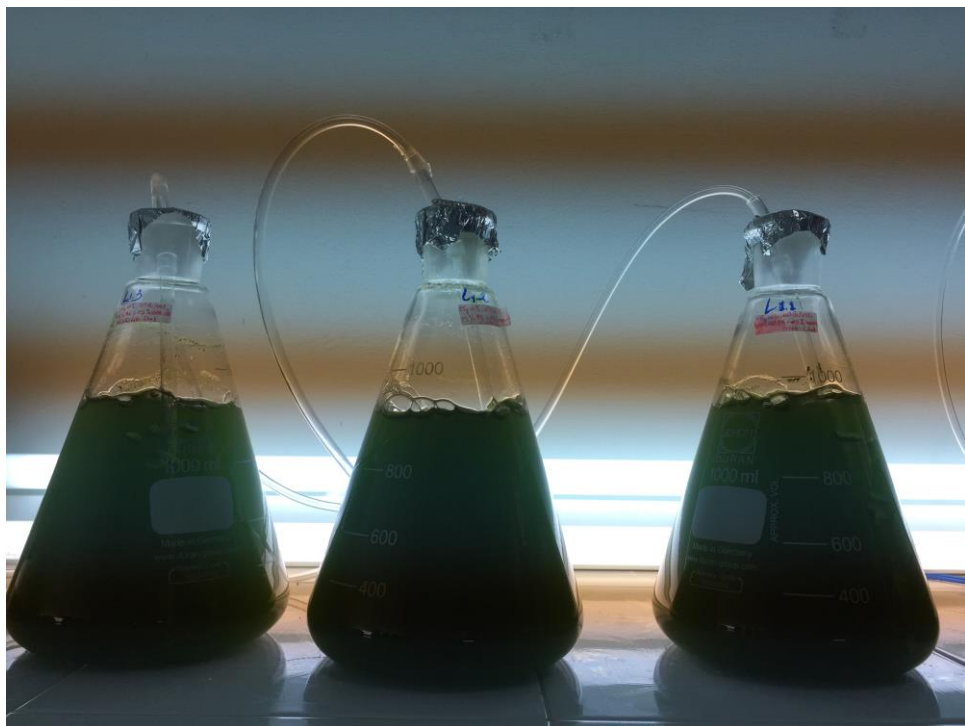
Godia (2002). Culture of *Spirulina platensis* in human urine for biomass production and O₂ evolution. Nov 13; 99 (3):319-30.

- Goksan (2007). The Growth of *Spirulina platensis* in Different Culture Systems Under Greenhouse Condition. Turkish Journal of Biology 31 (1), 47-52
- Richmond, A. & Becker, W, (1986). Technological aspects of mass cultivation-ageneral outline. In Algae Mass culture. Ed. A. Richmond, pp.245- 263. Boca Raton: CrC Press.
- Tang G. and Suter P.M., 2011. Vitamin A, Nutrition, and Health Values of Algae: *Spirulina*, *Chlorella*, and *Dunaliella*. Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences 1, 111-118.
- Vonshak, A. (1997) *Spirulina platensis* arthrospira: physiology, cell-biology and biotechnology.: CRC Press.
- Vonshak, A., Tomaselli, L., (2000). Arthrospira (*Spirulina*): systematics and ecophysiology. In: Whitton, B.A., Potts, M. (Eds.), Ecology of Cyanobacteria. Kluwer, The Netherlands, pp. 505– 523.
- Zarrouk, C. (1966). Influence de divers facteurs physiquet et chimiques sũ la croissance et la photsynthese de *Spirulina maxima* (Setch, Et Gardner) Geitler. Ph. D. Thesis, University of Pais, France.
- <http://www.fao.org/3/a-az386e.pdf>. (Ngày và giờ truy cập: 19 giờ 00 phút ngày 28/2/2017).

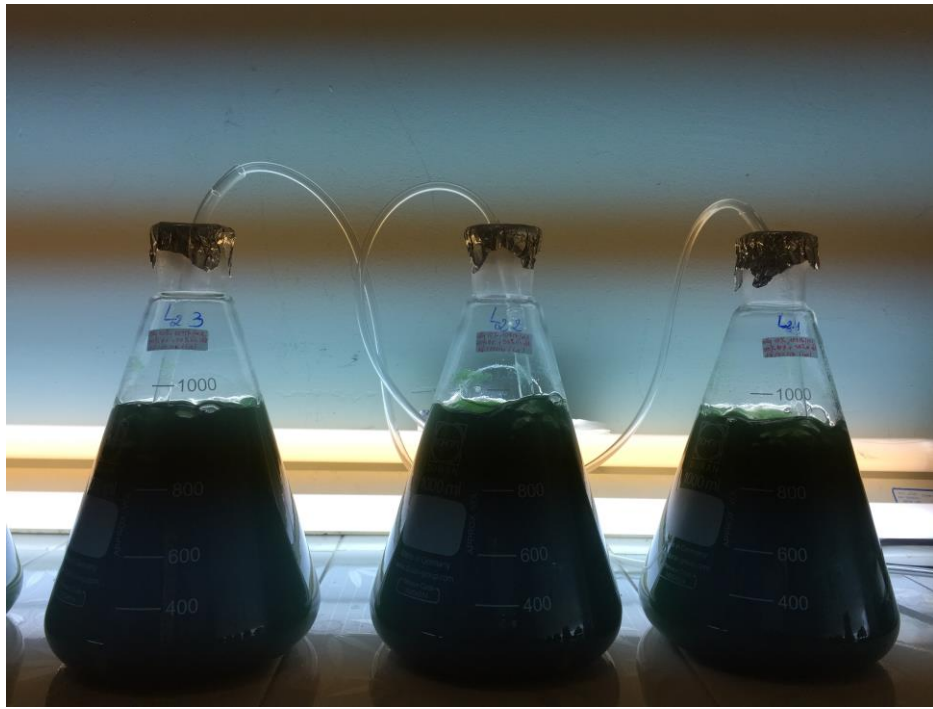
PHỤ LỤC HÌNH ẢNH



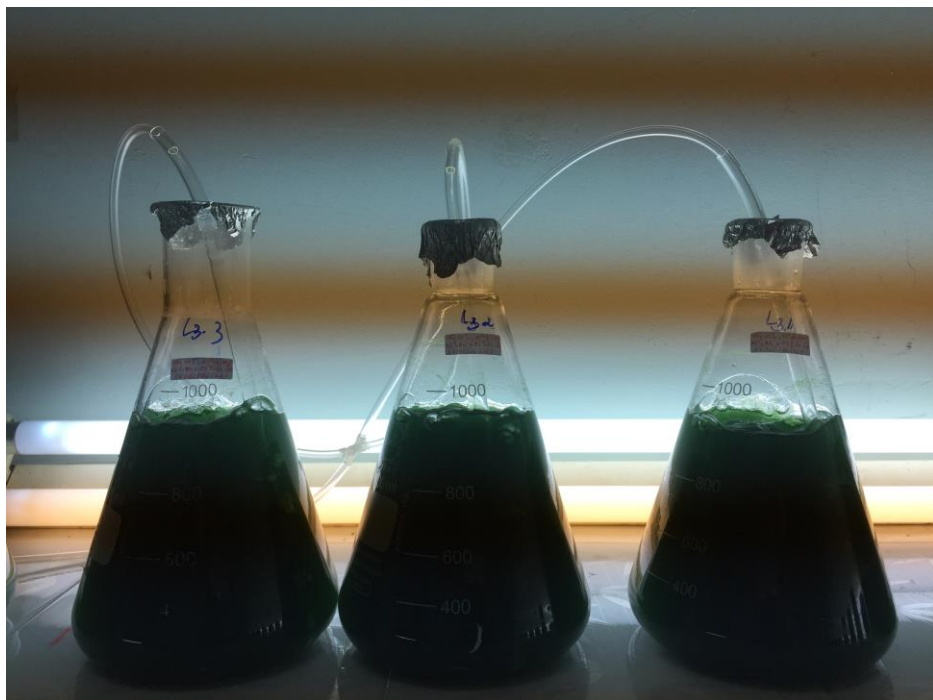
Hình 1. Bố trí nghiệm thức 1 ở thí nghiệm 1 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk



Hình 2. Bố trí nghiệm thức 2 ở thí nghiệm 1 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk cải tiến 75% + iod



Hình 3. Bố trí nghiệm thức 3 ở thí nghiệm 1 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk cải tiến 50% + iod



Hình 4. Bố trí nghiệm thức 4 ở thí nghiệm 1 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk cải tiến 25% + iod



Hình 5. Bố trí 2 nghiệm thức ở thí nghiệm 2 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk và môi trường Zarrouk cải tiến 25% + iod



Hình 6. Theo dõi các yếu tố môi trường ở thí nghiệm 2 khi nghiên cứu nuôi Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk và môi trường Zarrouk cải tiến 25% + iod



Hình 7. Thu hoạch Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk và môi trường Zarrouk cải tiến 25% + iod



Hình 8. Khối lượng Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk cải tiến 25% + iod



Hình 9. Khối lượng Tảo *Spirulina platensis* trong môi trường Zarrouk



Hình 10. Khối lượng tảo tươi *Spirulina platensis* được thu hoạch