

KHẢ NĂNG NUÔI SINH KHỐI TẢO *Nannochloropsis oculata* TRONG CÁC HỆ THỐNG KHÁC NHAU

Trần Sương Ngọc¹ và Phạm Thị Tuyết Ngân¹

¹ Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

Thông tin chung:

Ngày nhận: 10/6/2014

Ngày chấp nhận: 04/8/2014

Title:

Ability to culture

Nannochloropsis oculata algae with different outdoor systems

Từ khóa:

Nannochloropsis oculata, nuôi sinh khối ngoài trời

Keywords:

Nannochloropsis oculata, outdoor culture

ABSTRACT

Outdoor culture of *Nannochloropsis oculata* was included two experiments to find out the simplest method with high production. The first experiment was performed for evaluation population growth in 50 L of deposited plastic bag and composite tank. The second ones was conducted to culture algae in composite tank with 50 L, 500 L and 1 000 L in volume. *N. oculata* was inoculated with initial density of 2×10^6 cells/mL; continuously aeration; salinity was maintained at 25 pp. Walne medium was used as nutrient supply. Highest density of algae in plastic bag was $38,85 \pm 1,28 \times 10^6$ cells/mL at the day 7, whereas, culture of algae in composite tank was obtained this value at $20,70 \pm 1,01 \times 10^6$ cells/mL in the day 9. There were no significantly differences of algal production in 50 L, 500 L and 1 000 L composite tank.

TÓM TẮT

Nghiên cứu nuôi sinh khối tảo *Nannochloropsis oculata* ngoài trời được thực hiện gồm hai thí nghiệm nhằm mục đích lựa chọn phương pháp nuôi đơn giản nhưng đạt năng suất cao. Thí nghiệm một tiến hành nuôi cấy tảo trong hai dụng cụ khác nhau là túi nylon và bể composite với thể tích 50 L. Thí nghiệm 2 nuôi cấy tảo trong bể composite với thể tích 50 L, 500 L và 1.000 L. Tảo *N. oculata* được nuôi cấy với mật độ ban đầu 2×10^6 tb/mL, có sục khí, độ mặn 25 ppt, môi trường dinh dưỡng Walne. Kết quả cho thấy tảo được nuôi trong túi nylon có thể kéo dài thời gian lên đến 17 ngày và đạt mật độ tối đa là $38,85 \pm 1,28 \times 10^6$ tb/mL trong khi nuôi cấy tảo trong bể composite nhanh chóng suy tàn hơn và đạt mật độ $20,70 \pm 1,01 \times 10^6$ tb/mL vào ngày thứ 9 của chu kỳ nuôi. Nuôi cấy tảo trong bể composite có thể tích từ 50 L đến 1.000 L, quần thể tảo *N. oculata* phát triển không khác biệt và đạt giá trị cực đại dao động từ $27-28 \times 10^6$ tb/mL.

1 GIỚI THIỆU

Nannochloropsis oculata là loài tảo có kích thước nhỏ (2-4µm) và hàm lượng dinh dưỡng tương đối cao. Theo Zittelli *et al.* (2003) tảo *N. oculata* có hàm lượng eicosapentaenoic acid (EPA) cao (3,2% trọng lượng khô), acid ascorbic chiếm 0,8% trọng lượng khô và hàm lượng vitamin B₁₂ có thể đáp ứng nhu cầu phát triển của các động vật

thủy sản ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển. *N. oculata* được xem như nguồn thức ăn quan trọng cho luân trùng, một số ấu trùng cá và giáp xác khác. Việc gây nuôi loài tảo này đã được thực hiện ở nhiều nơi trên thế giới với nhiều phương pháp khác nhau. Các phương pháp hiện nay đòi hỏi kỹ thuật cao, hiện đại đòi hỏi người nuôi phải đầu tư máy móc và phương tiện cao, hơn nữa năng suất

nuôi có nhiều biến động và không tiên đoán trước. Vì vậy, việc lựa chọn phương pháp nuôi dễ thực hiện, năng suất cao phù hợp với điều kiện Việt Nam là cần thiết.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1 Thí nghiệm 1: Nuôi sinh khối tảo

Nannochloropsis oculata trong các dụng cụ khác nhau

Tảo *Nannochloropsis oculata* sử dụng trong thí nghiệm có nguồn gốc từ Trung tâm Nghiên cứu Artemia, Đại học Gent, Bỉ được nuôi cấy và giữ giống tại phòng thí nghiệm nuôi Thức ăn tự nhiên, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ ở điều kiện độ mặn 25 ppt, nhiệt độ từ 25-28 °C, cường độ ánh sáng 3000 lux. Thí nghiệm được bố trí theo phương pháp hoàn toàn ngẫu nhiên với 2 nghiệm thức là nuôi cấy trong túi nylon và bể composite với 3 lặp lại. Thí nghiệm được thực hiện ngoài trời với thể tích nuôi 50 L ở độ mặn 25 ppt, sục khí liên tục và môi trường Walne được sử dụng như một nguồn dinh dưỡng giúp tảo phát triển. Tảo được nuôi cấy với mật độ ban đầu 2×10^6 tb/mL.

2.2 Thí nghiệm 2: Nuôi sinh khối tảo

Nannochloropsis oculata bằng bể composite có thể tích khác nhau

Thí nghiệm được bố trí ngoài trời với các điều kiện nuôi tương tự thí nghiệm 1 gồm 3 nghiệm thức, nuôi cấy tảo trong bể composite với thể tích 50 L (NT 50), 500 L (NT 500) và 1000 L (NT 1000) với 3 lần lặp lại.

Thí nghiệm kết thúc khi mật độ tảo ở các nghiệm thức giảm 2 ngày. Các thông số theo dõi gồm pH, cường độ ánh sáng mỗi ngày đo 1 lần bằng máy đo cường độ ánh sáng (LT Lutron LX – 103); TAN, NO_3^{2-} , PO_4^{3-} thu mẫu (20 mL) 3 ngày/lần phân tích tại phòng phân tích chất lượng nước Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ bằng các phương pháp Indo-phenol blue, Salycilate, trọng lượng 2540-D (APHA, 1999). Mật độ tảo được thu mỗi ngày vào buổi sáng bằng cách sử dụng Micropipet 1 mL và cố định bằng formol 100 μL và mật độ tảo được xác định bằng buồng đếm Burker. Phương pháp đếm và công thức xác định mật độ tảo theo Coutteau (1996).

$$\text{Số tế bào tảo/mL} = ((n_1 + n_2)/160) \times 10^6 \times d$$

Trong đó: n_1 : Số tế bào tảo ở buồng đếm thứ nhất; n_2 : Số tế bào tảo ở buồng đếm thứ hai; d: Hệ số pha loãng

Số liệu được thu thập và xử lý bằng phần mềm Excel. So sánh thống kê được thực hiện qua phân tích one-way ANOVA và so sánh các giá trị trung bình với phép thử Duncan ở mức ý nghĩa $p \leq 0,05$ bằng phần mềm Statistica 7.0.

3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Nuôi sinh khối tảo *Nannochloropsis oculata* trong các dụng cụ khác nhau

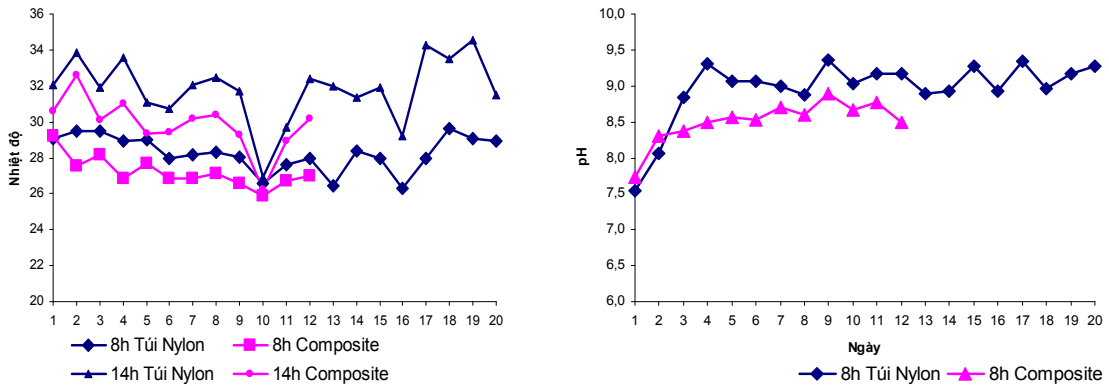
3.1.1 Chỉ tiêu môi trường

Ánh sáng

Cường độ ánh sáng trung bình lúc 8 h sáng ở nghiệm thức nuôi cấy trong túi nylon và bể composite là 12.053 ± 3.813 lux và 10.098 ± 2.946 lux và 14 h chiều là 15.709 ± 6.447 lux và 11.462 ± 5.462 lux. Cường độ ánh sáng ở hầu hết các ngày trong thời gian thí nghiệm không có sự khác biệt giữa hai nghiệm thức. Cường độ ánh sáng cao nhất ở nghiệm thức nuôi trong túi nylon lúc 14 h là 28.500 lux; thấp nhất 1800 lux và trong bể composite tương ứng là 21.967 lux và 1.758 lux. Theo nghiên cứu của Wagenen *et al.* (2012) ảnh hưởng của cường độ ánh sáng từ 5-850 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ (tương ứng 270-45.900 lux) đến sự phát triển của tảo *N. salina* cho thấy trong khoảng biến động này, cường độ ánh sáng càng cao thì khả năng sản xuất sinh khối càng cao. Như vậy, cường độ ánh sáng trong suốt thời gian thí nghiệm thích hợp cho sự phát triển của tảo *N. oculata*.

Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình trong suốt thời gian thí nghiệm lúc 8h là $28,3 \pm 1,0$ °C; $27,2 \pm 0,9$ °C và lúc 14h là $31,8 \pm 1,8$ °C; $29,9 \pm 1,5$ °C tương ứng với các nghiệm thức túi nylon và bể composite. Sự khác biệt về nhiệt độ giữa nuôi cấy tảo trong túi nylon và bể composite trong thí nghiệm thể hiện ở Hình 2. Túi nylon là dụng cụ tương đối kín nên khi nuôi cấy ngoài trời đã tạo nên hiệu ứng nhà kính tức là năng lượng bức xạ của tia sáng mặt trời xuyên qua túi nylon được hấp thụ và phân tán trở thành nhiệt lượng cho không gian bên trong dẫn đến việc sưởi ấm toàn bộ không gian bên trong túi nylon làm cho nhiệt độ tăng cao đặc biệt vào buổi chiều, nhiệt độ thường xuyên cao hơn 32°C. Ngược lại, bể composite là hệ thống hở, năng lượng mặt trời được phản xạ trở lại khí quyển đã làm nhiệt độ nước nuôi cấy ở bể thấp hơn so với nhiệt độ trong túi nylon có ý nghĩa thống kê ($p \leq 0,05$).



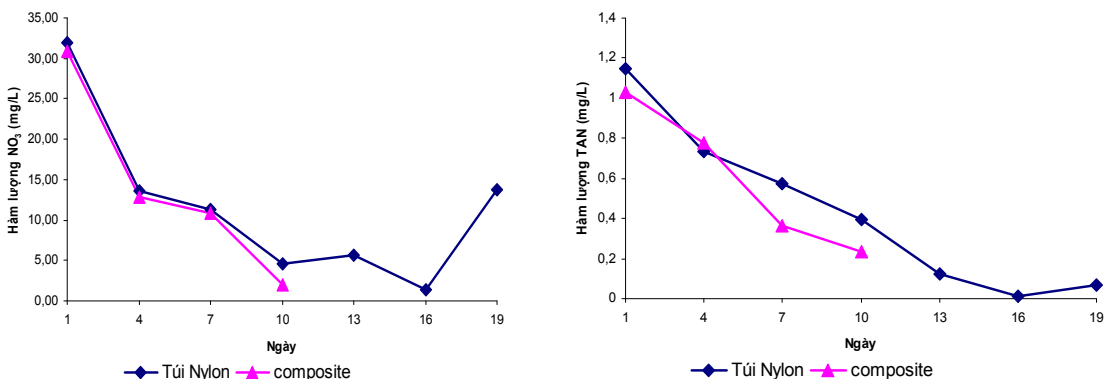
Hình 1: Biến động nhiệt độ (trái) và pH (phải) ở thí nghiệm 1

pH

Trong suốt thời gian thí nghiệm, pH trung bình trong túi nylon và trong bể composite nuôi tảo là $9,0 \pm 0,1$ và $8,5 \pm 0,1$ và pH có gia tăng theo sự phát triển của tảo. Giá trị pH có sự khác biệt thống kê ($p \leq 0,05$) giữa hai nghiệm thức bắt đầu từ ngày thứ 3 của thời gian nuôi cấy (Hình 1). Nguyên nhân sự khác biệt này có thể do khí nuôi cấy tảo trong bể composite là hệ thống hở có thể trao đổi khí giữa hệ thống nuôi với không khí bên ngoài, do đó có sự khuếch tán khí CO_2 từ môi trường ngoài vào hệ thống nuôi cấy tảo nên đã làm pH trong hệ thống này hơi thấp hơn so với pH trong hệ thống nuôi trong túi nylon. Theo Coutteau (1996), pH nằm trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của tảo từ 7 – 9 và nằm trong khoảng tối ưu là 8,2 – 8,7.

Hàm lượng đạm amon (TAN) và đạm nitrat (NO_3^{2-})

Hàm lượng nitrate ở các nghiệm thức trong ngày đầu bố trí không có sự khác biệt thống kê. NO_3^{2-} có khuynh hướng giảm dần theo thời gian nuôi và phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của tảo. Do môi trường nuôi cấy là môi trường Walne, có nguồn đạm chủ yếu là NO_3^{2-} , vì vậy hàm lượng NO_3^{2-} ở các nghiệm thức tương đối cao lúc bố trí thí nghiệm đạt giá trị $31,95 \pm 0,97$ và $30,85 \pm 0,84$ mg/L tương ứng với nghiệm thức túi nylon và bể composite (Hình 2). Nitrate là một trong những dạng đạm được thực vật hấp thu dễ nhất nên khi mật độ tảo tăng nhanh sẽ hấp thu nitrate nhiều làm giảm nhanh hàm lượng nitrate trong môi trường nước, thấp nhất ở ngày thứ 10 của thí nghiệm và có sự khác biệt giữa hai nghiệm thức ở $p \leq 0,05$. Hàm lượng NO_3^{2-} ở nghiệm thức túi nylon giảm dần vào ngày thứ 16 và tăng lên vào lần thu mẫu tiếp theo có thể do đây là giai đoạn suy tàn của tảo, số tảo chết đã phân hủy và làm cho môi trường xấu đi trong đó hàm lượng NO_3^{2-} tăng lên.



Hình 2: Biến động hàm lượng nitrat (trái) và tổng đạm amon (phải) ở thí nghiệm 1

Cũng giống như nitrate, TAN cũng là một trong những yếu tố góp phần đáng kể trong quá trình sinh trưởng và phát triển của tảo. Hàm lượng TAN cao và ổn định ở ngày đầu của quá trình nuôi cấy cho thấy sự tương đồng về hàm lượng TAN ở các nghiệm thức nuôi tảo trong túi nylon và bể composite là $1,15 \pm 0,06$ và $1,03 \pm 0,42$ mg/L. Do môi trường dinh dưỡng của tảo là môi trường Walne nên chủ yếu là đạm nitrate nên hàm lượng TAN thấp và giảm dần theo sự phát triển của tảo. Có sự khác biệt có ý nghĩa ($p \leq 0,05$) về hàm lượng TAN giữa 2 nghiệm thức vào ngày thứ 7 và thứ 10 của thí nghiệm cho thấy có mối tương quan giữa sự phát triển của tảo và hàm lượng dinh dưỡng trong môi trường nuôi.

Lân (PO₄)

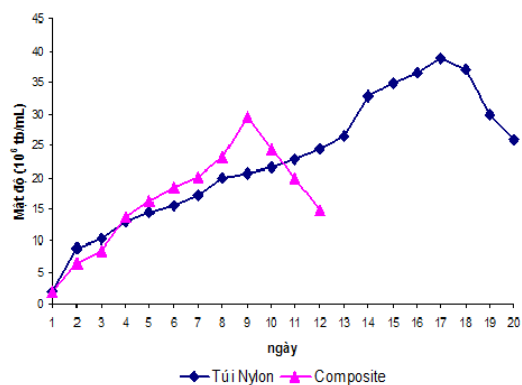
Lân là thành phần dinh dưỡng quan trọng đối với đời sống của tảo và cũng là yếu tố giới hạn sinh trưởng của tảo. Hàm lượng lân ở các đợt thu mẫu giữa 2 nghiệm thức không có sự khác biệt và giảm nhanh từ ngày đầu theo sự phát triển của tảo. Hàm lượng lân trung bình ở nghiệm thức nuôi tảo trong túi nylon và bể composite là $1,88 \pm 2,05$ và $3,47 \pm 1,53$ mg/L.

3.1.2 Sự phát triển của quần thể tảo

Quần thể tảo *N. oculata* đạt mật độ cao nhất ở nghiệm thức nuôi trong bể composite vào ngày thứ 9 là $29,54 \pm 1,27 \times 10^6$ tb/mL và $38,85 \pm 1,28 \times 10^6$ tb/mL vào ngày 17 của thời gian nuôi cấy ở nghiệm thức nuôi trong túi nylon. Vào ngày thứ 4 sau khi cấy, mật độ tảo ở cả hai nghiệm thức gần tương đương và sau đó có sự chuyển biến ngược lại, mật độ của tảo khi nuôi cấy trong bể composite cao hơn tảo nuôi cấy trong túi nylon và đạt đỉnh cao vào thứ 9 (Hình 3). Nguyên nhân dẫn đến sự chuyển biến này có thể do ảnh hưởng của nhiệt độ. Kết quả nghiên cứu của Boussiba *et al.* (1987) cho thấy nhiệt độ giới hạn cho sự phát triển của tảo *N. salina* là 17-32 °C, thích hợp ở 28 °C. Tương tự khi nghiên cứu ảnh hưởng của nhiệt độ từ 13-40 °C đến tốc độ phát triển của quần thể *N. salina*, Wagenen *et al.* (2012) cho thấy tảo phát triển tốt ở nhiệt độ từ 22-30 °C và ngừng phát triển khi nhiệt độ trên 35 °C. Trong thí nghiệm này, nhiệt độ trung bình vào lúc 14 h chiều ở nghiệm thức túi nylon là $31,8 \pm 1,8$ °C, nhiệt độ cao nhất là 34,6 °C cho thấy nhiệt độ một số buổi chiều ở nghiệm thức nuôi tảo trong túi nylon (Hình 2) hơi cao hơn so với nhiệt độ thích hợp cho tảo phát triển, tuy nhiên đây là thời gian nhiệt độ cao nhất trong ngày và chỉ kéo dài thời gian ngắn nên không gây chết tảo. Tại thời điểm này có thể khả năng

phát triển của quần thể tảo trong túi nylon giảm đi trong khi sự phân cắt và gia tăng mật độ của quần thể tảo trong bể composite vẫn diễn ra, kết quả là mật độ tảo vào ngày thứ 4 của thời gian nuôi giữa hai nghiệm thức không khác biệt và sau đó mật độ tảo nuôi trong bể composite tăng cao hơn nuôi trong túi nylon ở mức thống kê $p \leq 0,05$. Kết quả này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Wagenen *et al.* (2012) tốc độ phát triển đặc biệt của quần thể tảo *N. salina* sẽ giảm 30% khi nhiệt độ nuôi cấy là 32,5 °C.

Mặc dù có sự gia tăng mật độ quần thể tảo *N. oculata* cao hơn ở nghiệm thức cấy tảo trong bể composite nhưng thời gian duy trì ngắn và đạt mật độ cao nhất vào ngày thứ 9 của thí nghiệm sau đó quần thể tảo bước vào giai đoạn suy tàn do đây là hệ thống nuôi hở, tiếp xúc trực tiếp với điều kiện bên ngoài vì vậy rất khó kiểm soát khả năng nhiễm tạp của các sinh vật khác vào hệ thống nuôi. Trong thí nghiệm này, tảo nuôi bị nhiễm động vật phù du sinh vào ngày thứ 10 đã làm quần thể tảo suy tàn nhanh chóng. Ngược lại, dù hệ thống nuôi cấy tảo trong túi nylon có những nhược điểm như nhiệt độ, pH tăng cao nhưng chỉ kéo dài trong thời gian ngắn nên không gây chết tảo, hơn nữa ở điều kiện kín như trong túi nylon thì khả năng nhiễm tạp ít xảy ra hơn so với nuôi tảo trong bể composite, kết quả thời gian phát triển của quần thể tảo kéo dài hơn và đạt giá trị cực đại vào ngày thứ 17 ($38,85 \pm 1,28 \times 10^6$ tb/mL). So sánh với kết quả nghiên cứu của Nabris (2012) cho thấy khi nuôi tảo trong điều kiện phòng thí nghiệm trong bình thủy tinh thể tích 250 mL với môi trường f/2, mật độ tảo *Nannochloropsis* sp. đạt cao nhất là 25×10^6 tb/mL vào ngày thứ 13 thấp hơn nhiều so với kết quả nuôi tảo trong bể composite và túi nylon.



Hình 3: Biến động mật độ tảo (10⁶ tb/mL) ở các nghiệm thức thí nghiệm 1

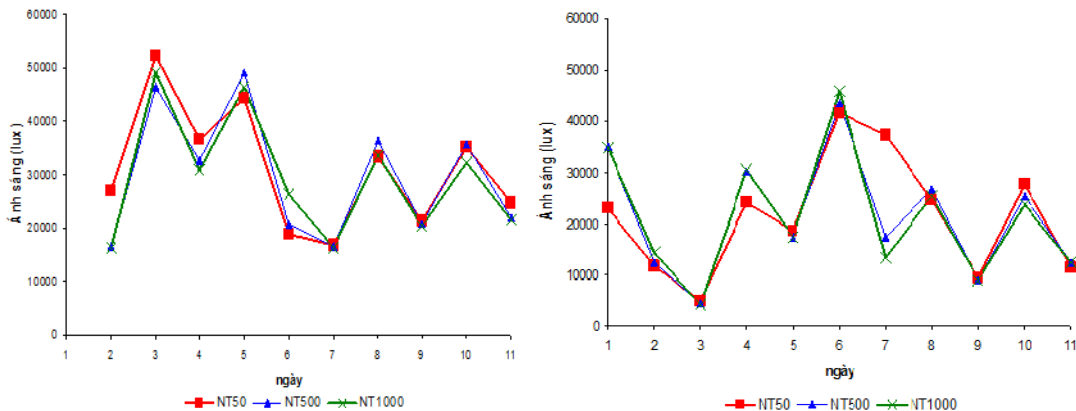
3.2 Nuôi sinh khối tảo *Nannochloropsis oculata* trong các thể tích khác nhau

3.2.1 Chỉ tiêu môi trường

Ánh sáng

Cường độ ánh sáng ở các nghiệm thức nuôi tảo với thể tích 50 L; 500 L và 1000 L không có sự khác biệt, đạt giá trị lúc 8 h là 31.080±11.431; 29.682±12031; 29.306±11.505 lux và 14 h là 21.304±11607; 21.213±11930; 20.940±12.365 lux tương ứng với các thể tích nuôi. Theo Wagenen *et al.* (2012) trong phạm vi cường độ ánh sáng từ 5-

850 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, khả năng sản xuất sinh khối của tảo *N. salina* đạt giá trị cao nhất tại cường độ ánh sáng 850 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (tương đương 45.900 lux). Như vậy, cường độ ánh sáng trong thời gian thí nghiệm không ảnh hưởng đến quá trình quang hợp của tảo. Cường độ ánh sáng trung bình ở thời điểm 8 h cao hơn 14 h có thể do thời điểm bố trí thí nghiệm (tháng 10) nằm trong mùa mưa, buổi chiều có nhiều mây và thường xuất hiện mưa nên có thể đã ảnh hưởng đến giá trị này. Biến thiên cường độ ánh sáng trong thời gian bố trí thí nghiệm được thể hiện ở Hình 4.



Hình 4: Cường độ ánh sáng lúc 8h (trái) và 14h (phải) ở thí nghiệm 2

3.2.2 Nhiệt độ

Nhiệt độ trung bình ở các nghiệm thức cấy tảo trong thể tích 50L; 500L và 1000L không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê vào lúc 8h đạt giá trị 28,8±1,6; 28,9±1,5; 28,8±1,3 °C và lúc 14h là 32,2±2,0; 31,9±1,8 và 31,3±1,6 °C (Hình 5). Nhiệt độ cao nhất trong suốt thời gian thí nghiệm là 34,3 °C ở nghiệm thức NT50; thấp nhất vào ngày thứ 11 ở NT50 (26,8 °C).

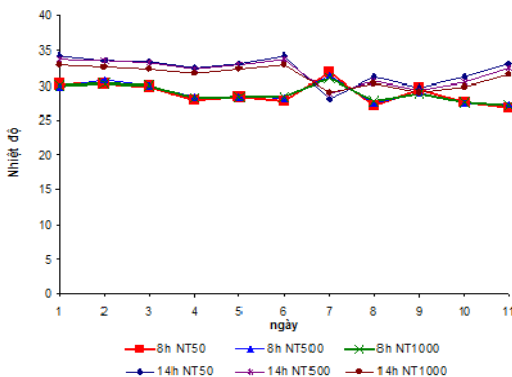
So sánh giữa nhiệt độ và cường độ ánh sáng lúc 8 h và 14 h (Hình 4 và 5) cho thấy nhiệt độ lúc 14 h cao hơn lúc 8 h trong khi cường độ ánh sáng thì ngược lại. Nguyên nhân có thể do thí nghiệm tiến hành vào mùa mưa nên vào thời điểm đo cường độ ánh sáng trời có nhiều mây đã ngăn cản ánh sáng chiếu xuống trong khi nhiệt độ trong bể nuôi cấy tảo được nước hấp thụ và tích lũy trong suốt ngày nên tại thời điểm 14h nhiệt độ cao hơn.

3.2.3 pH

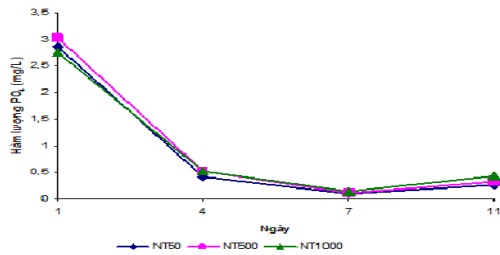
pH ở các nghiệm thức không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức NT50; NT100 và NT 1000 đạt giá trị 8,84±0,29; 9,13±0,32 và 9,23±0,25 và biến động trong khoảng thích hợp cho sự phát triển của tảo (Coutteau, 1996).

3.2.4 Hàm lượng PO_4^{3-}

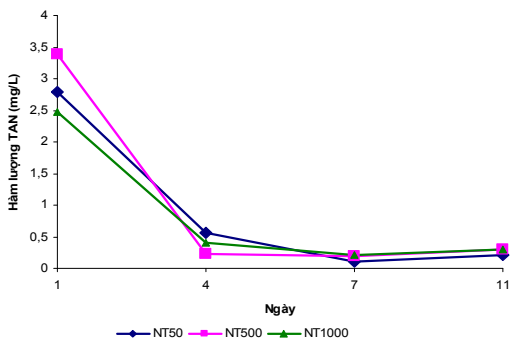
Hàm lượng PO_4^{3-} không có sự khác biệt giữa các nghiệm thức và có xu hướng giảm dần từ ngày đầu đến ngày thứ 7 của thí nghiệm và tăng nhẹ vào ngày cuối thí nghiệm có thể do tảo bước vào giai đoạn quân bình và suy tàn, một số tế bào tảo chết đi và phân hủy (Hình 6).



Hình 5: Biến động nhiệt độ lúc 8h và 14h ở thí nghiệm 2

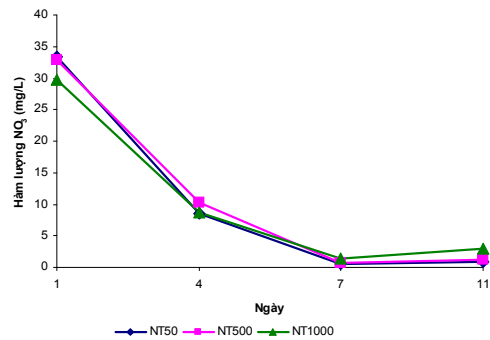


Hình 6: Biến động hàm lượng PO₄³⁻ (mg/L) ở thí nghiệm 2



3.2.5 Hàm lượng TAN và NO₃²⁻

Biến động hàm lượng đạm bao gồm đạm amon và đạm nitrat ở các nghiệm thức trong thí nghiệm 2 tương tự biến động phospho do đây là nguồn dinh dưỡng chủ yếu cho sự phát triển của quần thể tảo, được tảo hấp thu và giảm dần theo mức độ sử dụng của tảo (Hình 7). Không có sự khác biệt về hàm lượng này giữa các nghiệm thức trong các lần thu mẫu ($p > 0,05$).

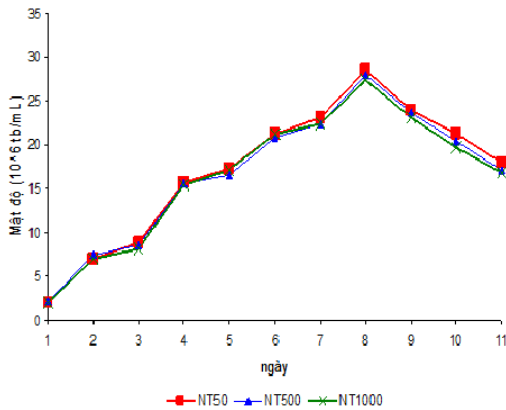


Hình 7: Biến động hàm lượng TAN (trái) và NO₃²⁻ (phải) ở thí nghiệm 2 (mg/L)

3.3 Mật độ tảo

Mật độ tảo cao nhất ở các nghiệm thức nuôi tảo trong bể 50 L, 500 L và 1.000 L vào ngày thứ tám của chu kỳ nuôi và đạt các giá trị $28,57 \pm 1,07 \times 10^6$; $27,97 \pm 0,85 \times 10^6$ và $27,42 \pm 1,21 \times 10^6$ tb/mL (Hình 8). Không có sự khác biệt về sự phát triển của quần thể tảo giữa các thể tích nuôi trong thí nghiệm 2 điều này có thể do điều kiện nuôi tảo các nghiệm thức giống nhau. Theo Muller-Feuga *et al.* (2003) sự phát triển của tảo chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố môi trường trong đó ánh sáng, nhiệt độ, dinh dưỡng, độ mặn, pH, sự đảo trộn và chất độc... Đối với hệ thống nuôi tảo ngoài trời thì khí hậu là một yếu tố quan trọng nhất do khó có thể kiểm soát nhiệt độ, ánh sáng, sự che phủ của mây, mưa... (Oswald, 1986). Ở cùng điều kiện độ mặn, nguồn dinh dưỡng cung cấp cho tảo đã được khống chế nhưng thể tích nuôi khác nhau với mức nước khác nhau có thể ảnh hưởng đến sự hấp thu nhiệt vào nước và khả năng sử dụng năng lượng mặt trời cho quá trình quang hợp của tảo. Theo Oswald (1986)

khí nuôi cấy tảo trong những ao nước nông khoảng 30 cm mà không có sự đảo trộn thì vào những ngày nắng ấm, sự chênh lệch nhiệt độ giữa nước tầng mặt và lớp nước tầng đáy khoảng 8 °C. Ở thí nghiệm này, không có sự khác biệt về các yếu tố môi trường như nhiệt độ, ánh sáng, dinh dưỡng (Hình 4; 5; 6 và 7) do hệ thống nuôi tảo có sục khí, vì vậy mặc dù chiều cao cột nước ở các nghiệm thức dao động từ 0,4-0,7 m nhưng không có sự phân tầng nhiệt độ và các tế bào tảo không lắng chìm xuống đáy giúp hấp thu ánh sáng đồng đều hơn. Ở nghiệm thức thể tích 50 L, mật độ tảo đạt cực đại ($28,58 \pm 1,07 \times 10^6$ tb/mL) vào ngày thứ 8 của chu kỳ nuôi sớm hơn một ngày so với thời điểm đạt cực đại của tảo ở cùng nghiệm thức trong thí nghiệm 1 là $29,54 \pm 1,07 \times 10^6$ tb/mL vào ngày thứ chín của chu kỳ nuôi. Nguyên nhân dẫn đến sự khác biệt này có thể do ở thí nghiệm 2, nhiệt độ trung bình lúc 8 giờ là $28,7 \pm 1,6$ °C và $32,2 \pm 2$ °C lúc 14 giờ cao hơn ở thí nghiệm 1 là $27,2 \pm 0,9$ °C và $29,9 \pm 1,5$ °C tương ứng từ đó làm cho quần thể tảo phát triển nhanh và chóng tàn hơn.



Hình 8: Biến động mật độ tảo trong thí nghiệm 2

4 KẾT LUẬN VÀ ĐỀ XUẤT

4.1 Kết luận

Nuôi cấy tảo *Nannochloropsis oculata* trong túi nylon đặt ngoài trời có thể kéo dài thời gian nuôi lên 17 ngày và đạt mật độ tối đa là $38,85 \pm 1,28 \times 10^6$ tb/mL trong khi nuôi cấy tảo trong bể composite nhanh chóng suy tàn hơn và đạt mật độ $20,70 \pm 1,01 \times 10^6$ tb/mL vào ngày thứ 9 của chu kỳ nuôi. Trong điều kiện nuôi ngoài trời, với thể tích nuôi cấy trong bể composite từ 50 L đến 1.000 L, quần thể tảo *N. oculata* phát triển không khác biệt và đạt giá trị cực đại dao động từ $27-28 \times 10^6$ tb/mL.

4.2 Đề xuất

Ở Việt Nam, vào mùa hè với điều kiện nhiệt độ cao nên tiến hành nuôi tảo *N. oculata* trong bể composite với thời gian nuôi ngắn, thể tích lớn và ngược lại, trong điều kiện nhiệt độ thấp có thể nuôi sinh khối tảo trong túi nylon. Cần tiếp tục nghiên cứu cải tiến hệ thống nuôi tảo trong túi nylon với thể tích lớn hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Boussiba S.; A. Vonshak; Z. Cohen, Y. Avissar and A. Richmond, 1987. Lipid and biomass production by the halotolerant microalgae *Nannochloropsis salina*. Biomass 12:37-47
2. Coutteau, P, 1996. Micro-algae. In: Manual on the production and use of live food for aquaculture. Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos (Eds). Published by Food and Agriculture Organization of the United Nations.
3. Muller-Feuga A., J. Moal and R. Kass, 2003. The microalgae of aquaculture. In: Live feed in marine aquaculture. Stottrup J. G. and L. A. McEvoy (Eds). Published by Blackwell science. 318p
4. Nabris K.J-A.E, 2012. Development of cheap and simple culture medium for the microalgae *Nannochloropsis sp.* based on agricultural grade fertilizers available in the local market of Gaza Strip (Palestine). Journal of Al Azhar University-Gaza (Natural sciences). No 14:61-76.
5. Oswald, W. J., 1986. Large-scale algal culture systems (engineering aspects). In: Microalgal biotechnology. Borowitzka, M. A. and L. J. Borowitzka (Eds). Cambridge University press
6. Wagenen J. V.; T.W. Miller; S. Hobbs; P. Hook; B. Crowe and M. Huesemann, 2012. Effects of light and temperature on fatty acid production in *Nannochloropsis salina*. Energies. Vol.5:731-740.
7. Zittelli C. G.; Rodolfi L.; Tredici M.R., 2003. Mass cultivation of *Nannochloropsis sp.* in annular reactors. J. Appl. Phycol. 15:107-114.