

ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC MỨC PHỐT PHO KHÁC NHAU ĐẾN SINH TRƯỞNG, HÀM LƯỢNG PROTEIN VÀ LIPID CỦA TẢO *Spirulina platensis* (Geitler, 1925) NUÔI TRONG NƯỚC MẶN

TRẦN THỊ LÊ TRANG, TRẦN VĂN DŨNG

Khoa Nuôi trồng Thủy sản, Trường Đại học Nha Trang

Phốt pho là một trong những thành phần dinh dưỡng đa lượng quyết định sinh trưởng, hàm lượng protein và lipid của tảo nói chung và tảo *Spirulina* nói riêng. Trong nghiên cứu này, 6 mức phốt pho khác nhau (0,00; 0,32; 0,64; 0,95; 1,27 và 1,59 mg/l) được thử nghiệm nhằm đánh giá ảnh hưởng của yếu tố này đến sinh trưởng, hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis* nước mặn trong điều kiện thí nghiệm. Kết quả nghiên cứu cho thấy các mức phốt pho khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng, hàm lượng protein cũng như lipid của quần thể tảo *S. platensis*. Trong đó, tảo được nuôi ở mức phốt pho 0,95 mg/l cho sinh khối cực đại cao nhất ($6,05 \pm 0,09$ g/l) ở ngày nuôi thứ 8 ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt thống kê về sinh khối cực đại đạt được giữa các mức phốt pho 0,64; 1,27 và 1,59 mg/l ($5,50 \pm 0,13$; $4,97 \pm 0,07$ và $4,85 \pm 0,07$ g/l) hay 0,00 và 0,32 mg/l ($4,15 \pm 0,11$ và $4,48 \pm 0,05$ g/l) ($P > 0,05$). Tương tự, các mức phốt pho cũng ảnh hưởng lớn đến hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis* với xu hướng chung là ở mức phốt pho càng cao hàm lượng protein đạt được càng cao nhưng hàm lượng lipid đạt được lại càng thấp và ngược lại. Cụ thể, ở mức phốt pho cao nhất (1,59 mg/l) hàm lượng protein và lipid đạt được lần lượt là 68,67 và 9,09% khối lượng khô, trong khi đó, con số này ở mức phốt pho thấp nhất (0,00 mg/l) lần lượt là 48,72 và 14,33% khối lượng khô ($P < 0,05$). Từ kết quả nghiên cứu có thể nhận thấy rằng, mức phốt pho tốt nhất cho nuôi tảo *S. platensis* là 0,95 mg/l nhằm đạt được các giá trị tối ưu về sinh trưởng, hàm lượng protein, lipid và hiệu quả kinh tế.

Từ khóa: Hàm lượng protein và lipid, sinh khối cực đại, phốt pho, sinh trưởng, *Spirulina platensis*.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Tảo *Spirulina platensis* là một loài tảo lam có giá trị dinh dưỡng rất cao, đặc biệt là hàm lượng protein chiếm tới 56-77% khối lượng khô, giàu vitamin, chất khoáng, axit amin và các axit béo thiết yếu [6, 12, 13, 18]. Ngoài ra, khả năng thích ứng tốt với các yếu tố môi trường, điều kiện và kỹ thuật nuôi khá đơn giản cũng là một trong những lợi thế khi nuôi sinh khối loài tảo này [3]. Chính vì vậy, tảo *Spirulina* đã được nghiên cứu, sản xuất và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống. Tảo *Spirulina* cùng với các sản phẩm của chúng được sử dụng rộng rãi làm thực phẩm chức năng, nguồn dinh dưỡng bổ sung thiết yếu, thuốc chữa bệnh (ung thư, HIV/AIDS, viêm gan, tiểu đường,...), mỹ phẩm (chăm sóc da và tóc), thức ăn chăn nuôi và xử lý nước thải [1, 3, 6, 12].

Trong nuôi tảo nói chung, nguồn tảo giống, chất dinh dưỡng và điều kiện môi trường nuôi là những yếu tố ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng và thành phần sinh hóa của tảo. Các chất dinh dưỡng đa lượng (nitơ, phốt pho,...) và vi lượng ảnh hưởng rất lớn đến sinh trưởng của tảo, đặc biệt trong điều kiện nuôi với mật độ cao [2, 10, 14, 17]. Các mức phốt pho khác nhau trong môi trường nuôi có ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng, hàm lượng protein và lipid của tảo đã được đề cập trong nhiều nghiên cứu. Hàm lượng phốt pho không nhất thiết phải cao song nếu thiếu phốt pho sẽ làm giảm tốc độ sinh trưởng, sinh khối, thời gian duy trì mật độ cực đại, hàm lượng sắc tố, protein, lipid, axit béo không no, vitamin, carotenoids, phycocyanin, enzyme... ở nhiều loài tảo, trong đó có tảo *S. platensis* [9].

Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng, tảo *Spirulina* nuôi trong môi trường nước mặn có giá trị dinh

EFFECT OF PHOSPHORUS LEVELS ON GROWTH, PROTEIN AND LIPID CONTENT OF *SPIRULINA PLATENSIS* (Geitler, 1925) CULTURED IN SEAWATER

Summary

Phosphorus is one of the macro nutrients determining growth, protein and lipid content of microalga in general and *Spirulina* in particular. In this study, 6 levels of phosphorus (0.00; 0.32; 0.64; 0.95; 1.27 and 1.59 mg/l) were tested in order to evaluate the effect of this chemical on growth, protein and lipid content of *S. platensis* cultured in seawater under laboratory conditions. The results showed that phosphorus levels had significant effects on growth and protein as well as lipid contents of the *S. platensis* population. In which, the alga cultured at phosphorus level of 0.95 mg/l gave the highest maximum biomass (6.05 ± 0.09 g/l) which achieved on day 8 ($P < 0.05$). However, there were no significant differences about maximum biomass gained among phosphorus levels of 0.64; 1.27 and 1.59 (5.50 ± 0.13 ; 4.97 ± 0.07 and 4.85 ± 0.07 g/l) or 0.00 and 0.32 mg/l (4.15 ± 0.11 and 4.48 ± 0.05 g/l) ($P > 0.05$).

Similarly, phosphorus levels also had strong effects on protein and lipid content of the microalga with the general trend that the highest nitrogen levels gave the highest content of protein but lowest content of lipid and viceversa. Specifically, at the highest phosphorus level (1.59 mg/l), the protein and lipid contents obtained were 68.67 and 9.09% of the total dry weight, respectively while this figures at the lowest phosphorus level (0.00 mg/l) were 48.72 and 14.33% of the total dry weight, respectively ($P < 0.05$). From the results of this study, it can be suggested that the most suitable nitrogen level for culturing *S. platensis* was 0.95 mg/l in order to obtain the optimal values of growth, protein as well as lipid content and economic efficiency.

Keywords: Growth, maximum biomass, phosphorus, protein and lipid content, *Spirulina platensis*.

đưỡng vượt trội hơn so với nuôi trong nước ngọt thể hiện ở số lượng chất có hoạt tính sinh học cao (polysaccharides, inositol và phycocyanin), các nguyên tố vi lượng, hàm lượng protein, lipid, các axit béo thiết yếu (DHA, EPA, ARA, LA, LOA...) [12]. Tảo *Spirulina* nuôi trong môi trường nước mặn còn dễ tiêu hóa và hấp thu hơn so với nuôi trong nước ngọt [3]. Ngoài giá trị dinh dưỡng cao, nuôi tảo *Spirulina* trong nước mặn còn góp phần tiết kiệm một lượng

lớn các chất khoáng đa lượng, vi lượng bổ sung và tận dụng tốt tiềm năng diện tích nước mặn sẵn có ở nước ta. Tuy nhiên, các nghiên cứu về nuôi tảo *Spirulina* trong nước mặn hầu như chưa được đề cập. Chính vì vậy, nghiên cứu được thực hiện nhằm xác định mức phốt pho tối ưu cho nuôi tảo *Spirulina* nước mặn trong điều kiện thí nghiệm. Đây là một trong những tiền đề để thiết lập quy trình công nghệ nuôi sinh khối loài tảo này ở quy mô công nghiệp phục vụ nhu cầu của con người.

II. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Vật liệu nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là tảo *S. platensis*. Đây là loài tảo có nguồn gốc nước ngọt nhưng đã được thuần hóa trong môi trường nước mặn (3‰). Nghiên cứu được thực hiện tại Phòng Thực tập Sinh lý - Sinh thái, Trường Đại học Nha Trang.

Nguồn nước biển được xử lý bằng Chlorine 25 ppm trong 2 ngày, sau đó phơi nắng và trung hòa bằng Natri thiosulfate với tỷ lệ 1:1. Trước khi thí nghiệm, nước biển được tiệt trùng bằng cách hấp ở 121°C, 1,5 atm trong 15 phút. Tảo được thí nghiệm trong các lọ thủy tinh có thể tích là 500 ml. Môi trường dinh dưỡng được sử dụng trong nghiên cứu này là f/2 Guillard [14].

2. Bố trí thí nghiệm

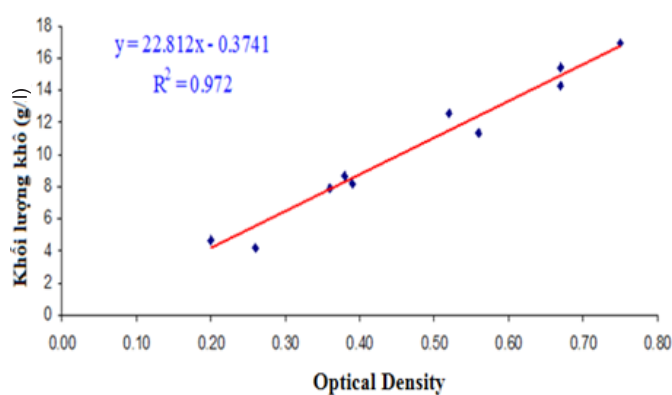
Nghiên cứu ảnh hưởng của các mức phốt pho khác nhau đến sinh trưởng, hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis* được bố trí với 6 nghiệm thức: 0,00; 0,32; 0,64; 0,95; 1,27 và 1,59 mg P/l. Nguồn phốt pho được sử dụng cho nghiên cứu này ở dạng KH_2PO_4 . Mỗi nghiệm thức được thực hiện với 3 lần lặp. Sinh khối tảo ban đầu là 1,16 g/l.

Các yếu tố môi trường được duy trì trong phạm vi thích hợp với sinh trưởng của tảo *S. platensis*: nhiệt độ phòng 25°C, pH 8, chế độ chiếu sáng: 16 giờ sáng, 8 giờ tối, sục khí liên tục 24/24, cường độ ánh sáng 3.000 lux, độ mặn 3‰.

3. Phương pháp thu thập và xử lý số liệu

Phương pháp thiết lập đường chuẩn mối quan hệ giữa mật độ quang (Optical Density: OD) và khối lượng khô của tảo: OD của tảo được xác định bằng cách lấy 5 ml dung dịch tảo đưa vào máy đo quang phổ kế (Spectrophotometer CECIL/CE 1011, 101S, 120554) ở bước sóng 560 nm. Đồng thời, tiến hành

xác định khối lượng khô của tảo. Để xác định khối lượng khô của tảo, tiến hành lọc mẫu dịch tảo bằng giấy lọc có kích cỡ mắt lưới 5 μm . Sau khi lọc, tiến hành sấy khô tảo ở nhiệt độ 80°C trong 4 giờ [17]. Khối lượng khô của tảo được cân bằng cân điện tử Precisa XT 220A với độ chính xác 0,001 g. Mỗi quan hệ hồi quy tuyến tính giữa OD và khối lượng khô của tảo được xác định theo phương pháp của Lavens và Sorgeloos (1996) [14] với phương trình $y = 22,812x - 0,374$ (trong đó x là OD, y là khối lượng khô) và $R^2 = 0,972$ (hình 1).



Hình 1: phương trình tương quan giữa OD và khối lượng khô của tảo *S. platensis*

Phương pháp xác định khả năng sinh trưởng: lấy mẫu tảo để đo OD 2 ngày/lần. Khối lượng khô của tảo sau đó được tính toán dựa vào công thức $y = 22,812x - 0,374$.

Phương pháp phân tích hàm lượng protein và lipid: để phân tích hàm lượng protein và lipid, các mẫu tảo được thu tại pha cân bằng, khi tảo đạt sinh khối cực đại ở ngày nuôi thứ 8. Các mẫu tảo được tách ly tâm khỏi môi trường nuôi bằng máy ly tâm có tốc độ quay 7.500 vòng/phút trong thời gian 10 phút, sử dụng máy ly tâm Hereaus Suprafuge 22. Mẫu tảo sau đó được sấy khô ở nhiệt độ 55°C trong 2 giờ, lưu giữ ở nhiệt độ -20°C trước khi thực hiện các phân tích hóa sinh. Hàm lượng lipid trong mẫu tảo khô được phân tích theo phương pháp của Bligh và Dyer (1959) [7] sử dụng hỗn hợp tách chiết chứa chloroform và methanol với tỷ lệ thể tích là 2:1. Khoảng 120 ml của hỗn hợp này được sử dụng để tách chiết mỗi gam tảo khô. Các chất rắn được phân tách một cách cẩn thận bằng cách sử dụng giấy lọc chuyên dụng 2 lớp của Nhật Bản. Các chất hòa tan và dung môi được làm bay hơi trong máy hút chân

không ở nhiệt độ 60°C. Quá trình tách chiết được thực hiện 3 lần cho đến khi thu được toàn bộ lượng lipid thô trong mẫu tảo. Protein thô được phân tích bằng phương pháp Kjeldahl [4]. Quá trình phân tích được tiến hành tại Viện Công nghệ sinh học và Môi trường, Trường Đại học Nha Trang.

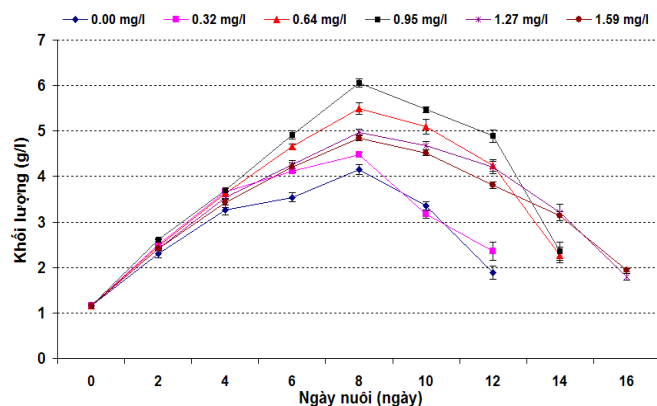
Quản lý các yếu tố môi trường: các yếu tố môi trường được xác định hàng ngày. pH được đo bằng máy đo pH (Hanna pH Meter, độ chính xác 0,1). Độ mặn được đo bằng khúc xạ kế (Refractometer, độ chính xác 0,5‰).

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 sinh khối cực đại hay hàm lượng protein và lipid của các nghiệm thức, phép kiểm định Duncan's Test được sử dụng để xác định sự khác biệt có ý nghĩa thống kê với mức ý nghĩa $P < 0,05$ [20]. Tất cả các số liệu trong thí nghiệm được trình bày dưới dạng Trung bình (Mean) $\pm$ Sai số chuẩn (SE).

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

1. Ảnh hưởng của phốt pho đến sinh trưởng

Kết quả nghiên cứu cho thấy, các mức phốt pho khác nhau có ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng của quần thể tảo *S. platensis*. Ở tất cả các nghiệm thức, sinh khối cực đại đều đạt được ở ngày nuôi thứ 8 và thời gian duy trì quần thể kéo dài 12-14 ngày. Có thể thấy rằng, khi tăng hàm lượng phốt pho trong khoảng từ 0,00 đến 0,95 mg/l thì sinh khối cực đại của tảo tăng dần (từ 4,15 đến 6,05 g/l), nhưng khi vượt quá mức 0,95 mg/l thì sinh khối cực đại bắt đầu giảm. Trong đó, sinh khối cực đại đạt được cao nhất ($6,05 \pm 0,09$ g/l) ở mức phốt pho 0,95 mg/l và khác biệt có ý nghĩa so với các mức còn lại vào ngày nuôi thứ 8 ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt thống kê về sinh khối cực đại đạt được giữa các mức phốt pho 0,64; 1,27; 1,59 mg/l ($5,50 \pm 0,13$; $4,97 \pm 0,07$ và $4,85 \pm 0,07$ g/l) hay 0,00 và 0,32 mg/l ($4,15 \pm 0,11$ và $4,48 \pm 0,05$ g/l) ($P > 0,05$). Ngoài ra, các mức phốt pho khác nhau cũng ảnh hưởng đến thời gian duy trì sinh khối quần thể tảo *S. platensis*. Trong đó, tảo được nuôi ở mức phốt pho cao hơn (0,64; 0,95; 1,27 và 1,59 mg/l) cho thời gian duy trì sinh khối quần thể lâu hơn (14 ngày) so với nhóm có mức phốt pho thấp hơn (0,00 mg/l và 0,32 mg/l) (12 ngày) (hình 2).



Hình 2: ảnh hưởng của phốt pho đến sinh trưởng của tảo *S. platensis*

Các mức phốt pho khác nhau ảnh hưởng lớn đến sinh trưởng của tảo nói chung và tảo *S. platensis* nói riêng đã được đề cập trong nhiều nghiên cứu. Dư thừa hay thiếu hụt phốt pho đều làm giảm sinh trưởng, khả năng trao đổi chất, chất lượng dinh dưỡng của nhiều loài tảo, trong đó có tảo *S. platensis* [5, 8, 16]. Trong nghiên cứu này, khi mức phốt pho cao hoặc thấp hơn giá trị tối ưu (0,95 mg/l), quá trình quang hợp của tảo vẫn diễn ra nhưng với cường độ thấp, do đó sinh khối tảo gia tăng chậm và pha cân bằng kéo dài lâu hơn. Ngoài làm giảm tốc độ sinh trưởng, những quan sát thêm trong nghiên cứu này cũng cho thấy, sự thiếu hụt phốt pho (lò 0,00 và 0,32 mg/l) còn gây ra hiện tượng tảo úa vàng và thời gian tảo tàn lụi nhanh hơn (2-4 ngày) so với các mức phốt pho cao hơn. Theo Zarrouk (1966) [21], khi thiếu hụt phốt pho thì hàm lượng carbohydrate hay lipid tăng lên nhưng hàm lượng chlorophyll a lại giảm đi, chính điều này làm cho tảo có màu vàng úa.

Vai trò của phốt pho cũng như nhu cầu của thành phần này đối với sinh trưởng và hàm lượng dinh dưỡng của tảo đã được đề cập ở một số loài tảo nước mặn. Theo Lavens và Sorgeloos (1996) [14] tảo silic, tảo lục và tảo lam sinh trưởng mạnh khi hàm lượng phốt pho tăng từ 0,1 đến 0,8 mg/l và hàm lượng tối ưu ở mỗi loài tảo có sự khác nhau. Như vậy, mức phốt pho tối ưu (0,95 mg/l) cho sinh trưởng của tảo *S. platensis* trong thí nghiệm này có cao hơn nhưng vẫn phù hợp với xu hướng trên.

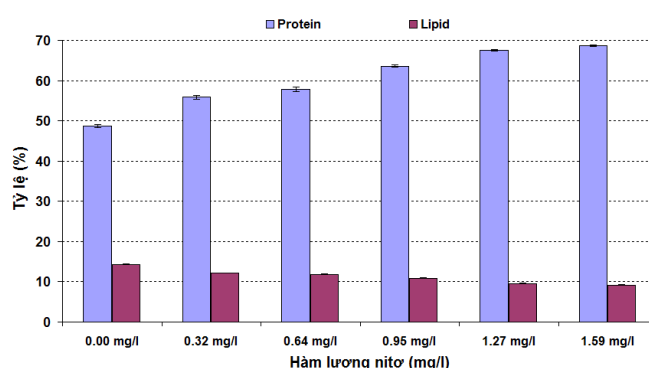
2. Ảnh hưởng của phốt pho đến hàm lượng protein và lipid

Kết quả phân tích hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis* nuôi ở các mức phốt pho khác



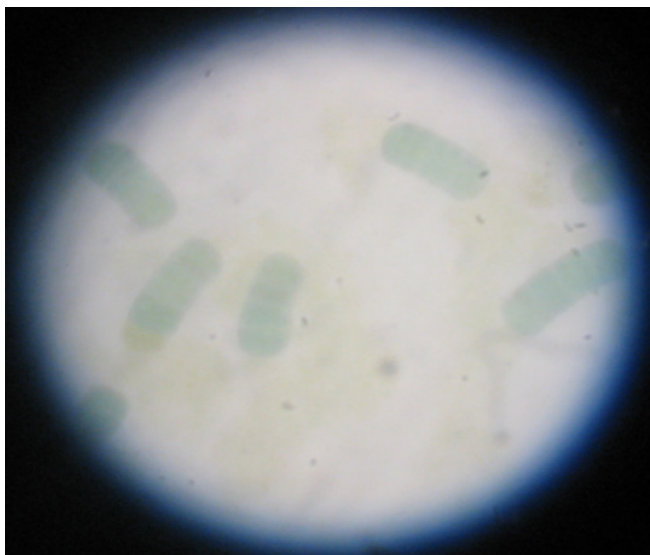
Thí nghiệm ảnh hưởng của phốt pho (ngày thứ 2)

nhau cho thấy, hàm lượng protein và lipid của tảo phụ thuộc chặt chẽ vào các mức phốt pho có trong môi trường nuôi với xu hướng chung là sự gia tăng các mức phốt pho tỷ lệ thuận với hàm lượng protein nhưng lại tỷ lệ nghịch với hàm lượng lipid tích lũy trong tế bào. Cụ thể, ở mức phốt pho cao nhất (1,59 mg/l) hàm lượng protein đạt được là lớn nhất (68,67%) trong khi hàm lượng lipid đạt được chỉ là 9,09% khối lượng khô. Ngược lại, ở mức phốt pho thấp nhất (0,00 mg/l), hàm lượng lipid đạt được là cao nhất (14,33%) trong khi hàm lượng protein đạt được chỉ là 48,72% khối lượng khô của tảo ($P < 0,05$) (hình 3).



Hình 3: ảnh hưởng của phốt pho đến hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis*. Các ký tự khác nhau trên các cột thể hiện sự khác biệt thống kê ($P < 0,05$)

Khi xét riêng ảnh hưởng của các mức phốt pho khác nhau đến hàm lượng protein tích lũy có thể nhận thấy rằng, gia tăng mức phốt pho giúp gia tăng hàm lượng protein tích lũy trong tế bào tảo. Hàm



Tế bào tảo mới phân cắt (độ phóng đại 1.000 lần)



Tảo đang phân cắt (độ phóng đại 400 lần)

lượng protein đạt được cao nhất ở mức photpho 1,59 mg/l (68,67%) và thấp nhất ở mức 0,00 mg/l (48,72%) ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt về hàm lượng protein thu được ở các mức photpho 1,27 mg/l (67,56%) và 1,59 mg/l ($P > 0,05$). Ngược lại, hàm lượng lipid trong tế bào tảo lại tỷ lệ nghịch với các mức photpho có trong môi trường. Trong đó, hàm lượng lipid đạt được cao nhất ở mức photpho 0,00 mg/l (14,33%) và thấp nhất ở mức photpho 1,59 mg/l (9,09%) ($P < 0,05$). Tuy nhiên, không có sự khác biệt về hàm lượng lipid thu được ở các mức photpho 1,27 mg/l (9,50%) và 1,59 mg/l hay 0,32 mg/l (12,16%) và 0,64 mg/l (11,8%) ($P > 0,05$).

Photpho là một trong những yếu tố quan trọng nhất của quá trình trao đổi chất ở thực vật nói chung và ở các loài vi tảo nói riêng do nó có khả năng liên kết với các ion kim loại tạo nên hệ đệm đảm bảo duy trì khoảng pH thích hợp (6-8) là điều kiện tốt nhất cho sự hoạt động của các enzyme. Thêm vào đó, chúng còn tham gia vào cấu trúc tế bào, có vai trò quan trọng trong những khâu chuyển hóa trung gian và có ý nghĩa then chốt trong trao đổi năng lượng [14]. Ảnh hưởng của photpho đến hàm lượng protein và lipid của các loài tảo nói chung và tảo *S. platensis* nói riêng đã được đề cập trong nhiều nghiên cứu. Nhìn chung, thiếu hụt photpho trong môi trường nuôi là nguyên nhân làm giảm hàm lượng protein nhưng lại tăng khả năng tích lũy lipid hoặc carbohydrate trong tế bào tảo [11, 15, 19].

Trong nuôi sinh khối tảo phục vụ sản xuất nhiên liệu sinh học, giảm mức photpho trong môi trường nuôi là một trong những biện pháp phổ biến nhằm thu được hàm lượng dầu cao nhất [8, 16].

Tóm lại, tùy theo mục đích nuôi tảo *S. platensis* nhằm thu protein hay lipid và sinh khối tảo mong đợi mà có thể lựa chọn các mức photpho phù hợp. Nhìn chung, để đảm bảo hiệu quả kinh tế, tối ưu hàm lượng protein cũng như lipid thu được nhưng vẫn đảm bảo tốc độ sinh trưởng, có thể lựa chọn mức photpho 0,95 mg/l cho nuôi loài tảo này trong môi trường nước mặn.

IV. KẾT LUẬN VÀ ĐỀ NGHỊ

1. Kết luận

Các mức photpho trong môi trường nuôi có ảnh hưởng rõ rệt đến sinh trưởng của quần thể tảo *S. platensis*. Trong đó, tảo được nuôi ở mức photpho 0,95 mg/l cho sinh khối cực đại cao nhất ($6,05 \pm 0,09$ g/l) ở ngày nuôi thứ 8 ($P < 0,05$).

Gia tăng các mức photpho trong môi trường nuôi làm gia tăng hàm lượng protein (68,67% protein và 9,09% lipid ở mức photpho 1,59 mg/l) nhưng làm giảm hàm lượng lipid (48,72% protein và 14,33% lipid ở mức photpho 0,00 mg/l) tích lũy trong tế bào tảo.

Mức photpho tốt nhất cho nuôi tảo *S. platensis* là 0,95 mg/l nhằm đạt được các giá trị tối ưu về sinh trưởng, hàm lượng protein, lipid và hiệu quả kinh tế.

2. Đề nghị

Cần tiến hành các nghiên cứu sâu hơn về ảnh hưởng của các mức photpho lên thành phần và tỷ lệ các axit béo không no, vitamin... trong tế bào tảo *S. platensis* nuôi ở nước mặn.

Cần nghiên cứu ảnh hưởng của các nguồn photpho khác nhau đến sinh trưởng và thành phần sinh hóa của tảo *S. platensis* nuôi trong nước mặn.

Cần tiếp tục nghiên cứu ảnh hưởng của hàm lượng nitơ và tỷ lệ giữa nitơ với photpho đến sinh trưởng và thành phần sinh hóa của tảo *S. platensis* nuôi trong nước mặn ■

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tài liệu Tiếng Việt:

1. Dương Thị Hoàng Oanh, Vũ Ngọc Út và Nguyễn Thị Kim Liên, 2002. Nghiên cứu khả năng xử lý nước thải của tảo *S. platensis*. Kỷ yếu Hội nghị khoa học thủy sản lần IV. Trường Đại học Cần Thơ, trang 15-27.

2. Trần Thị Lê Trang, Hoàng Thị Bích Mai, Nguyễn Tấn Sỹ, Trần Văn Dũng, 2012. Nghiên cứu ảnh hưởng của pH và độ mặn đến sinh trưởng của quần thể tảo *Spirulina platensis*. Tạp chí Hoạt động Khoa học, Bộ Khoa học và Công nghệ, số 10, trang 73-76.

Tài liệu tiếng Anh:

3. Ahsan M., Habib B., Parvin M., Huntington T.C., Hasan M.R., 2008. A review on culture, production and use of *Spirulina* as food for humans and feeds for domestic animals and fish. FAO Fisheries and Aquaculture Circular No. 1304. Fima/C1034 (En). FAO, Food and Agriculture Organization of The United Nations, Rome.

4. AOAC, 1998. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

5. Azov Y. and Goldman J.C., 1982. Free ammonia inhibition of algal photosynthesis in intensive culture. Applied and Environmental Microbiology, 43 (4): 735-739.

6. Belay A., 2002. The potential application of *Spirulina* (Arthrospira) as a nutritional and therapeutic supplement in health management. The Journal of the American Nutritional Association 5(2): 1-24.

7. Bligh E.G. and Dyer W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification, Can. J. Biochem. Physiol. 37, 911-917.

8. Bulut Y., 2009. The investigations on the possibility of increase lipid content of *Chlorella* (Master Thesis). Cukurova Univ., Institute of Science and Technology, Biotechnology Department, 62 p. Turkey.

9. Cohen Z., 1999. Chemicals from microalgae (Eds.). Taylor & Francis Ltd. UK. p. 418.

10. Costa J.A.V., Colla L.M., Duarte Filho P., 2003. *Spirulina platensis* growth in open raceway ponds using fresh water supplemented with carbon, nitrogen and metal ions, Zeitschrift für Naturforsch. 58c: 76-80.

11. Dean A.P., Nicholson J.M., Sigeo D.C., 2008. Impact of phosphorus quota and growth phase on carbon allocation in *Chlamydomonas reinhardtii*: an FTIR microspectroscopy study. Eur J Phycol 43(4):345-354.

12. Falquet J., 1997. The nutritional aspects of *Spirulina*. Antenna Technology.

13. Gershwin M.E., Belay A., 2007. *Spirulina* in Human Nutrition and Health. CRC Press. 312p.

14. Lavens P., and P. Sorgeloos (Eds.), 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper No. 361. Rome, FAO.

15. Markou G., Chatzipavlidis I., Georgakakis D., 2012. Effects of phosphorus concentration and light intensity on the biomass composition of *Arthrospira* (*Spirulina*) *platensis* World J Microbiol Biotechnol 28:2661-2670.

16. Pruvost J., Van Vooren G., Cogne G., Legrand J., 2009. Investigation of biomass and lipids production with *Neochloris oleoabundans* photobioreactor. Bioresour. Technol. 10(23): 5988-5995.

17. Richmond A. and J.U. Grobbelaar, 1986. Factors affecting the output rate of *Spirulina platensis* with reference to mass cultivation. Biomass 10: 253-264.

18. 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.

19. Vonshak A., 2002. *Spirulina platensis* (Arthrospira): Physiology, cell-biology and biotechnology. Taylor & Francis, London.

20. Zar J.H., 1999. Biostatistical Analysis. Upper Saddle River. Prentice Hall, New Jersey. 4th Edition. Cap 12. pp. 231-272.

21. Zarrouk C., 1966. Contribution à l'étude d'une cyanophycée. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina maxima*. Ph.D. Thesis, Université de Paris, Paris.

QUY ĐỊNH VỀ BÀI VIẾT ĐĂNG TẢI TRÊN TẠP CHÍ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM

Tạp chí Khoa học và Công nghệ (KH&CN) Việt Nam là cơ quan ngôn luận - lý luận của Bộ KH&CN, nhận đăng tải các công trình nghiên cứu thuộc 5 lĩnh vực KH&CN: Khoa học tự nhiên; Khoa học kỹ thuật và công nghệ; Khoa học y dược; Khoa học nông nghiệp; Khoa học xã hội và nhân văn. Sau đây là những yêu cầu đối với bài báo khoa học đăng tải trong mục Nghiên cứu - trao đổi của Tạp chí.

I. Yêu cầu chung

- Bài viết gửi đăng trên Tạp chí phải là bài viết nguyên thủy (chưa được công bố trước đó). Tác giả không được gửi đăng bài viết cho các tạp chí khác cho đến khi có quyết định xét duyệt của Ban biên tập.
- Bài báo dài không quá 8.000 từ (tương đương 10 trang A4), bao gồm cả bảng biểu, hình minh họa, ghi chú, tài liệu tham khảo.
- Bài viết gửi về Toà soạn dưới dạng file mềm và bản in; có thể gửi trực tiếp đến Tạp chí (Phòng 511, số 113 Trần Duy Hưng, Hà Nội) hoặc qua hòm thư điện tử, địa chỉ: khenvn@most.gov.vn.

II. Yêu cầu cụ thể

- Hình thức:

- + Font chữ: Times New Roman, cỡ chữ: 13.
- + Khổ giấy: A4, lề trên căn 2 cm, lề dưới 2 cm, lề trái 3 cm, lề phải 3 cm.

- Nội dung:

- + Tên bài viết: bằng tiếng Việt và tiếng Anh. Lưu ý cần ngắn gọn, phản ánh nội dung chính của bài viết.
- + Tên tác giả: ghi rõ học hàm, học vị, đơn vị công tác, địa chỉ liên hệ.
- + Tóm tắt bài viết (100 đến 200 từ) và từ khoá theo thứ tự alphabet (bằng tiếng Việt và tiếng Anh).
- + Phần 1 - Đặt vấn đề: giới thiệu mục đích nghiên cứu trong mối liên quan với các nghiên cứu khác trong cùng lĩnh vực mà trước đây đã thực hiện.
- + Phần 2 - Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: ngắn gọn, đủ thông tin để người đọc hiểu được cách thức, quy trình nghiên cứu. Với những quy trình mới, lần đầu tiên được thực hiện cần mô tả chi tiết.
- + Phần 3 - Kết quả và bàn luận: trình bày các kết quả và nhận xét, đánh giá về các kết quả nghiên cứu. Lưu ý các hình và bảng biểu cần trình bày rõ ràng, chú thích đầy đủ.
- + Phần 4: Kết luận: cần ngắn gọn, không liệt kê các kết quả của công trình nghiên cứu.
- + Tài liệu tham khảo: liệt kê các tài liệu đã trích dẫn trong bài viết theo thứ tự alphabet, bao gồm tên tác giả, tác phẩm, năm tháng, nơi xuất bản.

III. Các yêu cầu khác

- Bài viết không đạt yêu cầu, Toà soạn không trả lại bản thảo.
- Bài viết chỉ được đăng khi 2 phản biện nhận xét về chất lượng bài báo đồng ý cho đăng.
- Bản quyền: tác giả đồng ý trao bản quyền bài viết (bao gồm cả phần tóm tắt) cho Tạp chí.

BAN BIÊN TẬP