

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ N/P và độ mặn đến sự phát triển của vi khuẩn lam (*cyanobacteria*)

Nguyễn Quang Dương Nguyên, Nguyễn Phú Hòa*

Trường Đại học Nông lâm Tp Hồ Chí Minh

Ngày nhận bài 15/6/2017; ngày chuyển phản biện 19/6/2017; ngày nhận phản biện 24/8/2017; ngày chấp nhận đăng 31/8/2017

Tóm tắt:

Nghiên cứu ảnh hưởng của tỷ lệ N/P đến sự phát triển của vi khuẩn lam (VKL) ở các độ mặn khác nhau được thực hiện nhằm xác định các yếu tố môi trường có ảnh hưởng tới VKL và ảnh hưởng của tỷ lệ N/P đến sự phát triển của VKL ở các độ mặn khác nhau trong điều kiện thí nghiệm. Ba loài *Anabaena* sp., *Lyngbya* sp. và *Microcystis* sp. chiếm ưu thế được phân lập từ các ao nuôi tôm được nuôi trong môi trường có các độ mặn khác nhau (0; 5; 10; 15 và 20 ppt) và các tỷ lệ N/P khác nhau (2/1; 4/1; 6/1; 8/1). Trong điều kiện thí nghiệm, loài *Anabaena* sp. phát triển tốt ở các độ mặn từ 5 ppt đến 15 ppt và phát triển tốt nhất ở độ mặn 10 ppt. Loài *Lyngbya* sp. phát triển rất mạnh trong tất cả các nhóm độ mặn, tốt nhất ở độ mặn 10 ppt. Loài *Microcystis* sp. phát triển tốt ở độ mặn từ 0 ppt đến 10 ppt, tốt nhất ở độ mặn 5 ppt. Loài *Anabaena* sp. phát triển tốt nhất ở tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt, phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 ở độ mặn 0 ppt. Loài *Lyngbya* sp. phát triển tốt nhất ở tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt, phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 ở độ mặn 20 ppt. Loài *Microcystis* sp. phát triển tốt nhất ở tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 5 ppt, phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 ở độ mặn 20 ppt.

Từ khóa: *Anabaena* sp., độ mặn, *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., tỷ lệ N/P, VKL.

Chỉ số phân loại: 4.5

Đặt vấn đề

Tảo được coi là có lợi cho tôm nuôi bởi chúng giúp duy trì các điều kiện môi trường thích hợp, vừa là nguồn cung cấp oxy hòa tan vừa hấp thụ ammonia [1], nhưng khi chúng phát triển quá mức sẽ gây nên sự ô nhiễm cho ao nuôi. Hậu quả của sự ô nhiễm là việc tiêu thụ oxy trong nước và ngăn cản ánh sáng xuyên qua các tầng nước thấp hơn của một lượng lớn tảo, chính điều này ảnh hưởng đến khả năng hô hấp của động vật thủy sản và các động vật dưới nước [2].

Vi khuẩn lam (VKL) còn được gọi là tảo lam, là nhóm vi sinh vật nhân nguyên thuộc vi khuẩn thật có cấu tạo gần gũi với cấu tạo của vi khuẩn Gram âm, phân bố rất rộng rãi trong tự nhiên. Đại bộ phận VKL sống trong nước ngọt, một số phân bố trong những vùng nước mặn giàu chất hữu cơ hoặc trong nước lợ, một số sống cộng sinh. Nhiều VKL có khả năng cố định nitơ và có sức đề kháng cao với các điều kiện bất lợi, cho nên có thể gặp VKL trên các bề mặt tầng đá hoặc trong vùng sa mạc, trong các suối nước nóng có nhiệt độ cao tới 87°C, trong các vùng biển có nồng độ muối lên tới 70 ppt [3].

Nghiên cứu của Yusoff và cộng sự [4] chỉ ra rằng, hàm lượng chất dinh dưỡng quá cao, chủ yếu là hàm lượng phospho hòa tan, ammonia và nitrate là một trong các trở ngại chính ở ao nuôi tôm thâm canh. Khi ở mức cao, nguồn chất dinh dưỡng này thúc đẩy sự phát triển của thực vật thủy

sinh, dẫn đến sự phát triển quá mức của các nhóm thực vật nổi, hiện tượng nở hoa của tảo làm thay đổi cơ bản khu hệ thủy sinh vật [2]. Khi P tổng số cao ($N/P < 5$) sẽ tạo điều kiện cho tảo phát triển, nhất là nhóm VKL và tảo mắt, với mật độ tổng tảo cao nhất là 8.628.200 cá thể/lít [5].

Vì vậy nghiên cứu ảnh hưởng của độ mặn và tỷ lệ N/P trong môi trường đến sự phát triển của một số loài VKL trong điều kiện phòng thí nghiệm là cần thiết cho việc đánh giá sự phát triển của VKL trong ao nuôi tôm cũng như các thủy vực khác.

Vật liệu và phương pháp nghiên cứu

Loài *Anabaena* sp.: Mật độ ban đầu 500 sợi/ml, tương đương 5.500 tế bào/ml, tất cả các nghiệm thức đều được bố trí trong cùng nhiệt độ, ánh sáng và pH, nhiệt độ trung bình đo được tại thời điểm 9 đến 10 giờ sáng là ($34,3 \pm 0,3^\circ\text{C}$), pH ban đầu = 7,8; cường độ ánh sáng trung bình ($1.717,1 \pm 2,35$ lux), chu kỳ chiếu sáng 24/24 giờ.

Loài *Lyngbya* sp.: Mật độ ban đầu 500 sợi/ml, tương đương 5.250 tế bào/ml, tất cả các nghiệm thức đều được bố trí trong cùng nhiệt độ, ánh sáng và pH, nhiệt độ trung bình đo được tại thời điểm 9 đến 10 giờ sáng là ($33,3 \pm 0,4^\circ\text{C}$), pH ban đầu = 7,9; cường độ ánh sáng trung bình ($1.688,7 \pm 7,69$ lux), chu kỳ chiếu sáng 24/24 giờ.

Loài *Microcystis* sp.: Mật độ ban đầu 8.000 tế bào/ml,

*Tác giả liên hệ: Email: phuhoa@hcmuaf.edu.vn

The effect of the N/P ratios on the growth of cyanobacteria at different salinities

Quang Duong Nguyen Nguyen, Phu Hoa Nguyen*

Nong Lam University Ho Chi Minh City

Received 15 June 2017; accepted 31 August 2017

Abstracts:

The study “The effect of the N/P ratios on the growth of cyanobacteria at different salinities” was conducted to identify the effect of N/P ratio to the development of cyanobacteria in various saline levels in the experiment conditions. The three prevailing species, *Anabaena* sp., *Lyngbya* sp., and *Microcystis* sp., which were isolated from the shrimp ponds, were cultured in the conditions of different salinities (0, 5, 10, 15, and 20 ppt) and different N/P ratios (2/1, 4/1, 6/1, and 8/1). In the experimental conditions, *Anabaena* sp. thrived well in the salinity of 5 ppt to 15 ppt and developed the best in 10 ppt. *Lyngbya* sp. thrived in all the ratios of salinity and grew best at 10 ppt. *Microcystis* sp. thrived in salinities from 0 ppt to 10 ppt and grew best at the salinity of 5 ppt. *Anabaena* sp. grew best in the N/P ratio = 8/1 and 10 ppt salinity, grew poorly in the N/P ratio = 2/1 to 4/1 and the salinity of 0 ppt. *Lyngbya* sp. grew best in the N/P ratio = 8/1 and 10 ppt salinity, grew slowly in the N/P ratio = 2/1 to 4/1 and the salinity of 20 ppt. *Microcystis* sp. grew best in the N/P ratio = 8/1 and 5 ppt salinity, grew badly in the N/P ratio = 2/1 to 4/1 and the salinity of 20 ppt.

Keywords: *Anabaena* sp., cyanobacteria, *Lyngbya* sp., *Microcystis* sp., N/P ratio, salinity.

Classification number: 4.5

tất cả các nghiệm thức đều được bố trí trong cùng nhiệt độ, ánh sáng và pH, nhiệt độ trung bình đo được tại thời điểm 9 đến 10 giờ sáng là (34±0,7°C), pH ban đầu = 7,9; cường độ ánh sáng trung bình (1.692,5±11,8 lux), chu kỳ chiếu sáng 24/24 giờ.

Phương pháp bố trí thí nghiệm

Khảo sát tăng trưởng của VKL nuôi trong môi trường có tỷ lệ N/P khác nhau, thí nghiệm được bố trí gồm 20 nghiệm thức, biến số độ mặn tương ứng với 5 mức (0, 5, 10, 15, 20 ppt) và biến số tỷ lệ N/P với 4 mức (2/1, 4/1, 6/1, 8/1), với 3 lần lặp lại. Các nghiệm thức đều dùng chung môi trường Walne (có tỷ lệ N/P = 4/1), các nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 2/1; 6/1; 8/1 được pha bằng cách bổ sung thêm N hoặc P vào môi trường Walne cho đúng tỷ lệ [bổ sung P bằng potassium phosphate monobasic (KH₂PO₄) và N bằng sodium nitrat

(NaNO₃)]. Tất cả các nghiệm thức đều được bố trí với 3 lần lặp lại.

Chỉ tiêu theo dõi

Mật độ của VKL theo đơn vị tế bào/ml, biến động sau mỗi 2 ngày, từ ngày 0 (ngày bố trí) đến ngày thứ 12 là kết thúc thí nghiệm.

Phương pháp xử lý và phân tích số liệu

Các số liệu sau khi thu thập, xử lý bằng các phương pháp thống kê như phân tích tương quan và hồi quy với hệ số tương quan Pearson, phân tích phương sai, tương quan đa biến, sử dụng trắc nghiệm Duncan, Bonferroni. Vì số liệu gốc là số đếm và phân bố rất rộng nên khi xử lý thống kê đã được chuyển về dạng logarit, phần mềm thống kê sử dụng là SPSS 19.0. Đồ thị được vẽ bằng phần mềm Excel và SPSS 19.0.

Kết quả và thảo luận

Sự tăng trưởng của loài *Anabaena* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau

Kết quả phân tích thống kê ảnh hưởng giữa các tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau đến tăng trưởng của loài *Anabaena* sp. cho thấy, mật độ trung bình của loài *Anabaena* sp. ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt đạt cao nhất và có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Mật độ trung bình của loài *Anabaena* sp. ở 2 nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 2/1 và độ mặn 0 ppt, tỷ lệ N/P = 4/1 và độ mặn 0 ppt đạt thấp nhất, giữa 2 nghiệm thức này không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$).

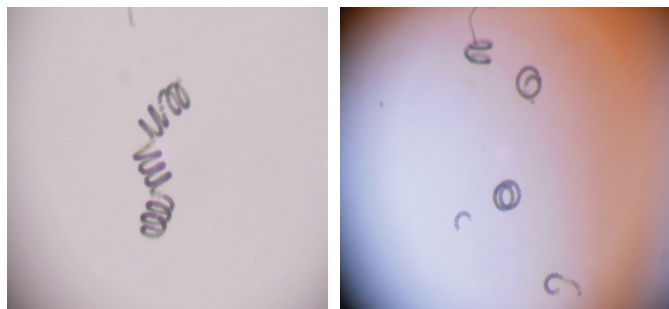
Bảng 1. Mật độ trung bình *Anabaena* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau.

N/P x Mặn	Mật độ trung bình <i>Anabaena</i> sp. (x 10 ³ tế bào/ml)				
	0 ppt	5 ppt	10 ppt	15 ppt	20 ppt
2/1	122,51±40,60 ^{ax}	600,05±40,60 ^{bx}	1.535,96±40,60 ^{cx}	403,98±40,60 ^{dx}	168,82±40,60 ^{ex}
4/1	118,69±0,60 ^{ax}	590,85±40,60 ^{bx}	1.570,45±40,60 ^{cx}	431,91±40,60 ^{dx}	169,86±40,60 ^{ex}
6/1	152,28±40,60 ^{ay}	663,51±40,60 ^{by}	1.773,74±40,60 ^{cy}	806,48±40,60 ^{dy}	227,95±40,60 ^{ey}
8/1	188,67±40,60 ^{az}	912,76±40,60 ^{bz}	2.050,00±40,60 ^{cz}	1.049,96±40,60 ^{dz}	263,02±40,60 ^{ez}

Ghi chú: Số liệu trong bảng là giá trị trung bình tổng các lần thu mẫu ±SE. Các giá trị trên cùng một hàng (a,b,c,d,e) và một cột (x,y,z) nếu có các ký tự giống nhau thì khác nhau không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Kết quả thống kê là của các số liệu đã chuyển về dạng logarit.

Xét sự biến động mật độ của loài *Anabaena* sp. nuôi cấy trong điều kiện thí nghiệm theo ngày thu mẫu, mật độ cao nhất đạt được là (4.127,05±459,00)x10³ tế bào/ml ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt vào ngày nuôi thứ 12. Môi trường kém thuận lợi nhất cho sự phát triển của loài *Anabaena* sp. trong nghiên cứu này là tỷ lệ N/P = 2/1 và 4/1 ở độ mặn 0 ppt, ở trong môi trường này, hình dạng sợi của *Anabaena* sp. cũng bị phân cắt nhỏ hơn bình thường (bảng

1, hình 1).

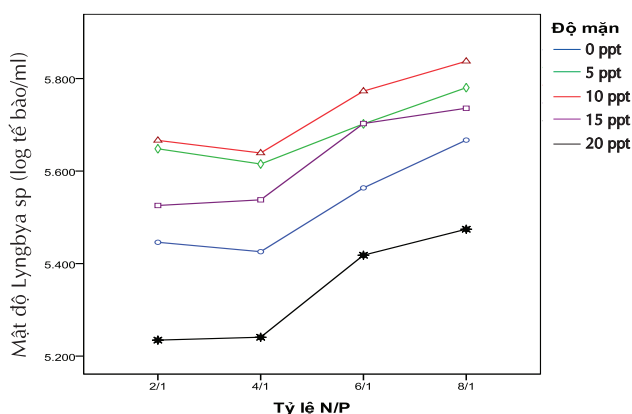


Hình 1. Sợi *Anabaena* sp. khỏe mạnh và sợi bị phân cắt nhỏ (độ phóng đại x 40).

Vào ngày nuôi cấy thứ 6, mật độ trung bình loài *Anabaena* sp. đạt cao nhất ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 4/1 và độ mặn 10 ppt; từ ngày thu mẫu thứ 8 đến ngày thu mẫu thứ 12, mật độ trung bình loài *Anabaena* sp. đạt cao nhất ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt, kể đến là nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 6/1 và độ mặn 10 ppt. Điều này cho thấy, dù môi trường có độ mặn phù hợp nhất cho sự tăng trưởng loài *Anabaena* sp. là 10 ppt, nhưng nếu tỷ lệ N/P không tăng lên 6/1 đến 8/1 thì với môi trường ban đầu có tỷ lệ N/P = 4/1, mật độ trung bình loài *Anabaena* sp. tuy vẫn có tăng trưởng theo thời gian nhưng mật độ không cao, đây là vấn đề rất có ý nghĩa khi vận dụng vào thực tế nuôi tôm.

Sự tăng trưởng của loài *Lyngbya* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau

Giống như với loài *Anabaena* sp., kết quả phân tích thống kê ảnh hưởng giữa các tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau đến tăng trưởng của loài *Lyngbya* sp. cho thấy, mật độ trung bình của loài *Lyngbya* sp. ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt đạt cao nhất và có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$). Mật độ trung bình của loài *Lyngbya* sp. ở 2 nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 2/1 và độ mặn 0 ppt, tỷ lệ N/P = 4/1 và độ mặn 0 ppt đạt thấp nhất, giữa 2 nghiệm thức này không có sự khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) (hình 2).



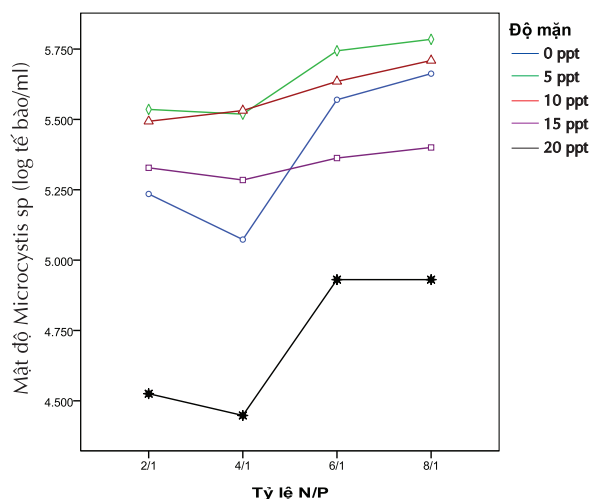
Hình 2. Biến động mật độ trung bình loài *Lyngbya* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau.

Xét sự biến động mật độ của loài *Lyngbya* sp. nuôi cấy trong điều kiện thí nghiệm theo ngày thu mẫu, mật độ cao nhất đạt được là $(4.012,18 \pm 164,00) \times 10^3$ tế bào/ml ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 10 ppt vào ngày nuôi thứ 12. Môi trường kém thuận lợi nhất cho sự phát triển của loài *Lyngbya* sp. trong nghiên cứu này là tỷ lệ N/P = 2/1 và 4/1 ở độ mặn 20 ppt.

Ở loài *Lyngbya* sp., ảnh hưởng của tỷ lệ N/P lên sự tăng trưởng rất rõ nét, từ ngày nuôi cấy cho đến ngày kết thúc thí nghiệm, các nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 mật độ trung bình của loài *Lyngbya* sp. phát triển mạnh hơn các nghiệm thức có tỷ lệ N/P thấp hơn trong tất cả các độ mặn khảo sát. Điều này cho thấy trong giới hạn của nghiên cứu, tỷ lệ N/P tỷ lệ thuận với sự phát triển của loài *Lyngbya* sp.

Sự tăng trưởng của loài *Microcystis* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau

Kết quả phân tích thống kê về mối quan hệ giữa các tỷ lệ N/P cho thấy, mật độ trung bình loài *Microcystis* sp. đạt cao nhất ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và độ mặn 5 ppt, cao tiếp theo là ở nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 6/1 và độ mặn 5 ppt, tuy nhiên giữa hai nghiệm thức này, sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$). Mật độ trung bình loài *Microcystis* sp. thấp nhất các nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 2/1 và N/P = 4/1 ở cùng độ mặn 20 ppt và giữa 2 nghiệm thức này, sự khác biệt cũng không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) (hình 3).



Hình 3. Biến động mật độ trung bình *Microcystis* sp. trong môi trường có tỷ lệ N/P và độ mặn khác nhau.

Xét sự biến động mật độ của loài *Microcystis* sp. nuôi cấy trong điều kiện thí nghiệm theo ngày thu mẫu, mật độ cao nhất đạt được là $(4.040,44 \pm 286,00) \times 10^3$ tế bào/ml ở ngày nuôi cấy thứ 10. Môi trường kém thuận lợi nhất cho sự phát triển của loài *Microcystis* sp. là tỷ lệ N/P = 2/1, N/P =

4/1 và độ mặn 20 ppt.

Đối với loài *Microcystis* sp., trong phạm vi nghiên cứu, do các nghiệm thức có tỷ lệ N/P = 8/1 và N/P = 6/1 không khác biệt có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) nên ảnh hưởng của tỷ lệ N/P càng lớn, khi tỷ lệ này tăng đến 6/1 thì mật độ trung bình của loài *Microcystis* sp. đã tăng lên rất cao.

Thảo luận

Xét về tỷ lệ N/P = 2/1 ở tất cả các thí nghiệm, không thấy có sự tăng lên có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$) ở tất cả các loài VKL khảo sát so với tỷ lệ gốc là N/P = 4/1 (môi trường Walne). Nghiên cứu của [5] cho rằng, khi P tổng số cao ($N/P < 5$) sẽ tạo điều kiện cho tảo phát triển, nhất là nhóm VKL và tảo mắt. Theo chúng tôi, sở dĩ có sự khác biệt này vì trong tự nhiên, rất nhiều loài tảo cùng phát triển trong một thủy vực, khi tỷ lệ N/P giảm xuống, những loài không có khả năng cố định đạm sẽ thiếu dinh dưỡng và tự suy yếu, nhường chỗ cho VKL. Còn trong điều kiện thí nghiệm này, tuy tỷ lệ N/P giảm nhưng là do tăng P chứ N vẫn không thay đổi, với chỉ một loài VKL, hiện tượng này không xảy ra. Nhận định này cũng phù hợp với một số tác giả khác như [6], khi N/P cao, tức P của môi trường thấp, tế bào đòi hỏi cung cấp P, lúc này tảo lục chiếm ưu thế hơn các nhóm khác bởi khả năng sinh trưởng cao hơn của chúng, khi tỷ lệ N/P thấp, một số VKL có thể phát triển mạnh vì chúng có khả năng tổng hợp nitơ của khí trời. Tương tự, nghiên cứu của [7] cho rằng, VKL có mối liên hệ chặt chẽ với nồng độ N và P trong thủy vực hơn là các loại tảo khác. Điều này có nghĩa là chúng có thể cạnh tranh mạnh hơn các nhóm tảo khác ở điều kiện môi trường N và P bị giới hạn. Còn theo [1, 8, 9], nhu cầu P không lớn nhưng P là yếu tố không thể thiếu được trong quá trình nuôi tảo. Tảo silic, VKL và tảo lục phát triển mạnh ở hàm lượng P từ 0,1 mg/l, phát triển yếu ở hàm lượng 0,005 mg/l [10]. Trong thí nghiệm của chúng tôi, với 0,3 ml môi trường Walne (chứa 3,97 g/l P) cho một bình nuôi tảo chứa 300 ml môi trường, hàm lượng P trong 1 bình tảo tối thiểu bằng 1,19 mg/l cho tất cả các nghiệm thức, như vậy hàm lượng P ở tất cả các nghiệm thức đã luôn cao hơn nhu cầu, do vậy khi tăng thêm cũng không thấy khác biệt.

Trong ba loài nghiên cứu, mật độ trung bình của hai loài *Anabaena* sp. và *Lyngbya* sp. đạt cao nhất ở tỷ lệ N/P = 8/1, so với tỷ lệ N/P = 6/1 thì sự khác biệt này là có ý nghĩa thống kê ($P < 0,05$); nhưng ở loài *Microcystis* sp., dù mật độ trung bình đạt cao nhất ở tỷ lệ N/P = 8/1, nhưng so với tỷ lệ N/P = 6/1 thì sự khác biệt này không có ý nghĩa thống kê ($P > 0,05$), điều này phù hợp với kết quả nghiên cứu của [11], VKL cố định đạm (*Anabaena* sp. và *Lyngbya* sp.) thường phát triển mạnh trong môi trường có tỷ lệ N/P cao hơn so với các loài không cố định đạm (*Microcystis* sp.). Sự khác biệt trong tỷ lệ N/P giữa các ngành và họ của phiêu sinh thực vật cũng khác nhau đáng kể.

Trong thí nghiệm nuôi cấy loài *Microcystis* sp. khi mật độ trung bình tăng đến khoảng (4×10^6 tế bào/ml) vào ngày

thu mẫu thứ 10, thì sau đó mật độ giảm lại, trong khi với loài *Anabaena* sp. và loài *Lyngbya* sp., đến ngày thu mẫu thứ 12 mới đạt được ngưỡng mật độ này, có thể đây là mức giới hạn về mật độ trong điều kiện nuôi cấy của nghiên cứu, theo chúng tôi, có thể lúc này dinh dưỡng trong môi trường không còn đủ để VKL phát triển thêm.

Kết luận

Trong điều kiện thí nghiệm, độ mặn và tỷ lệ N/P có ảnh hưởng lớn đến sự phát triển của các loài VKL. Loài *Anabaena* sp. và loài *Lyngbya* sp. phát triển tốt ở độ mặn 10 ppt và tỷ lệ N/P là 8/1, nhưng loài *Anabaena* sp. phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 và độ mặn 0 ppt, loài *Lyngbya* sp. phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 và độ mặn 20 ppt. Đối với loài *Microcystis* sp. lại phát triển tốt ở độ mặn từ 0 ppt đến 10 ppt, tốt nhất ở độ mặn 5 ppt với tỷ lệ N/P = 8/1, phát triển kém ở tỷ lệ N/P = 2/1 đến 4/1 và độ mặn 20 ppt. Vì vậy đây là cơ sở để quản lý môi trường nhằm hạn chế sự phát triển của VKL, phục vụ nuôi trồng thủy sản nói chung, con tôm nói riêng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] C.E. Boyd (1998), "Water Quality for Pond Aquaculture", *Research and Development Series*, **43**, p.37.
- [2] Nguyễn Phú Hòa (2012), *Chất lượng môi trường nước trong nuôi trồng thủy sản*, Nxb Nông nghiệp, TP. Hồ Chí Minh.
- [3] Đặng Thị Hoàng Oanh (2008), *Giáo trình vi sinh đại cương*, Trường Đại học Cần Thơ, tr.24-26.
- [4] F.M. Yusoff, A.T. Law and J. Soon (2003), "Effects of aeration and chemical treatments on nutrient release from the bottom sediment of tropical marine shrimp ponds", *Asian Fisheries Society*, **16**, pp.41-50.
- [5] Lưu Đức Điền, Nguyễn Văn Hảo, Đặng Ngọc Thuý và Thới Ngọc Bảo (2012), *Đánh giá hiện trạng chất lượng nước các ao nuôi tôm thâm canh ở huyện Trần Đề, tỉnh Sóc Trăng*, Trung tâm Quốc gia quan trắc cảnh báo môi trường và phòng ngừa dịch bệnh thủy sản khu vực Nam Bộ, Viện Nghiên cứu nuôi trồng thủy sản II.
- [6] D.W. Schindler (1977), "Evolution of Phosphorus limitation in Lakes", *Science New Series*, **195(4275)**, pp.260-262.
- [7] L.R. Mur, et al. (1999), "Chapter 2. Cyanobacteria in the Environment", *Toxic of Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management*, Eds. I. Chorus and J. Bartram.
- [8] N. DePauw (1981), "Use and production of microalgae as food for nursery bivalves", *Nursery Culturing of Bivalve Molluscs*, C. Claus, N. DePauw, and E. Jaspers (eds.), Spec. Publ., **7**, pp.35-69.
- [9] S.D. Utting (1985), "Influence of nitrogen availability on the biochemical composition of three unicellular marine algae of commercial importance", *Aquacultural Engineering*, **4(3)**, pp.175-190. doi: 10.1016/0144- 8609(85)90012-3.
- [10] Hoàng Thị Bích Mai (2005), *Biến động thành phần loài và số lượng thực vật nổi trong ao nuôi tôm sú tại Khánh Hòa*, Luận án tiến sĩ nông nghiệp, Trường Đại học Thủy sản, TP. Nha Trang, Việt Nam.
- [11] D. Jason (2011), *Limiting Nutrients to Control Blue-Green Algae in Aquaculture Ponds*, <http://www.water-research.net>.