



ẢNH HƯỞNG CỦA MẬT ĐỘ BAN ĐẦU VÀ CƯỜNG ĐỘ CHIẾU SÁNG ĐẾN SINH TRƯỞNG CỦA VI TẢO *Nannochloropsis oculata*

Nguyễn Thị Thanh Thủy, Mạc Như Bình*

Trường Đại học Nông Lâm, Đại học Huế, 102 Phùng Hưng, Huế, Việt Nam

* Tác giả liên hệ: Mạc Như Bình <nhubinh2510@gmail.com>

(Ngày nhận bài: 27-10-2020; Ngày chấp nhận đăng: 24-11-2020)

Tóm tắt. Nghiên cứu nhằm xác định ảnh hưởng của mật độ ban đầu và cường độ chiếu sáng đến sinh trưởng của vi tảo *Nannochloropsis oculata*. Tảo được nuôi trong can nhựa thể tích 20 L với ba mức mật độ ban đầu: $7,5 \times 10^4$ tb/mL (NT1); $8,5 \times 10^4$ tb/mL (NT2) và $9,5 \times 10^4$ tb/mL (NT3). Kết quả cho thấy tảo *Nannochloropsis oculata* nuôi ở mật độ $8,5 \times 10^4$ tb/mL đạt mật độ cực đại cao nhất ở ngày nuôi thứ 10, có pha cân bằng ổn định hơn hai nghiệm thức còn lại. Mật độ cực đại của ba nghiệm thức lần lượt là $(205,82 \pm 0,18) \times 10^4$; $(267,24 \pm 0,37) \times 10^4$ và $(259,18 \pm 0,13) \times 10^4$ tb/mL. Thí nghiệm nuôi tảo ở ba mức cường độ chiếu sáng 2000 (NT1), 3000 (NT2) và 4000 lux (NT3) cho thấy tảo *Nannochloropsis oculata* ở cường độ chiếu sáng 3000 lux đạt mật độ cực đại sớm nhất ở ngày nuôi thứ 10 $((283,27 \pm 0,05) \times 10^4$ tb/mL), có pha cân bằng ổn định. Trong khi đó, tảo nuôi ở cường độ chiếu sáng 4000 lux đạt mật độ cực đại $(235,32 \pm 0,11) \times 10^4$ tb/mL, thấp nhất ở cường độ 2000 lux $((226,12 \pm 0,20) \times 10^4$ tb/mL).

Từ khóa: cường độ chiếu sáng, mật độ, vi tảo *Nannochloropsis oculata*

Effects of initial density and light intensity on growth of microalgae *Nannochloropsis oculata*

Nguyen Thi Thanh Thuy, Mac Nhu Binh*

University of Agriculture and Forestry, Hue University, 102 Phung Hung St., Hue, Vietnam

* Correspondence to Mac Nhu Binh <nhubinh2510@gmail.com>

(Received: October 27, 2020; Accepted: November 24, 2020)

Abstract. The microalgae were grown in 20 L plastic cans with three different initial density levels: 7.5×10^4 (NT1), 8.5×10^4 (NT2), and 9.5×10^4 cells/mL (NT3). The results show that the treatment with a density of 8.5×10^4 cells/mL provides the highest maximum density on the 10th day of culture with a more stable equilibrium phase than the other two. The maximum density is $(205.82 \pm 0.18) \times 10^4$ cells/mL for NT1, $(267.24 \pm 0.37) \times 10^4$ cells/mL for NT2, and $(259.18 \pm 0.13) \times 10^4$ cells/mL for NT3. *Nannochloropsis oculata* reaches the highest extreme density $((283.27 \pm 0.05) \times 10^4$ cells/mL) on the 10th day of culture with a

relatively stable, balanced phase at light intensity 3000 lux. Meanwhile, algae cultured at 4000 lux has a maximum density of $(235.32 \pm 0.11) \times 10^4$ cells/mL, and the lowest is at 2000 lux, with the maximum density of algae of only $(226.12 \pm 0.20) \times 10^4$ cells/mL.

Keywords: density, light intensity, microalgae *Nannochloropsis oculata*

1 Đặt vấn đề

Vi tảo là mắt xích đầu tiên trong chuỗi thức ăn ở dưới nước. Chúng là nguồn thức ăn sống không thể thiếu trong công nghệ sản xuất giống cũng như nuôi các đối tượng thủy sản thương phẩm. Đặc biệt, vi tảo là thức ăn cho tất cả các giai đoạn sinh trưởng của động vật thân mềm hai mảnh vỏ, giai đoạn ấu trùng của một số loài giáp xác và cá. *Nannochloropsis oculata* là loài vi tảo có kích thước nhỏ (2–4 μm) và hàm lượng dinh dưỡng tương đối cao. *Nannochloropsis oculata* có hàm lượng eicosapentaenoic acid (EPA) cao (3,2% khối lượng khô); ascorbic acid chiếm 0,8% khối 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. *Nannochloropsis oculata* được xem là nguồn thức ăn quan trọng cho luân trùng, một số ấu trùng cá và giáp xác khác [8]

Rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến sinh trưởng và phát triển của vi tảo, trong đó có mật độ và cường độ chiếu sáng. Trong bài báo này, chúng tôi trình bày kết quả ảnh hưởng của mật độ và cường độ chiếu sáng đến sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata* nhằm so sánh và lựa chọn mật độ và cường độ chiếu sáng thích hợp nhất cho sự sinh trưởng của vi tảo *Nannochloropsis oculata*, góp phần hoàn thiện quy trình nuôi loài tảo này.

2 Vật liệu và phương pháp

2.1 Vật liệu

Vi tảo *Nannochloropsis oculata* được nhập từ Phân viện nghiên cứu nuôi trồng thủy sản Bắc Trung Bộ (Nghệ An) và được lưu giữ tại bộ môn Công nghệ tế bào thực vật – Viện Công nghệ Sinh học – Đại học Huế.

Tảo giống được nhân vào các chai 500 mL chứa nước biển xử lý với chlorine 30‰ và nuôi trong môi trường F/2 với điều kiện sục khí 24/24 h, độ mặn 30‰ và pH 8. Khi mật độ tăng, tảo được nhân nuôi tiếp để tạo ra các bình giống sơ cấp.

2.2 Phương pháp

Thí nghiệm 1: Ảnh hưởng của mật độ ban đầu đến sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata* (Hình 1).

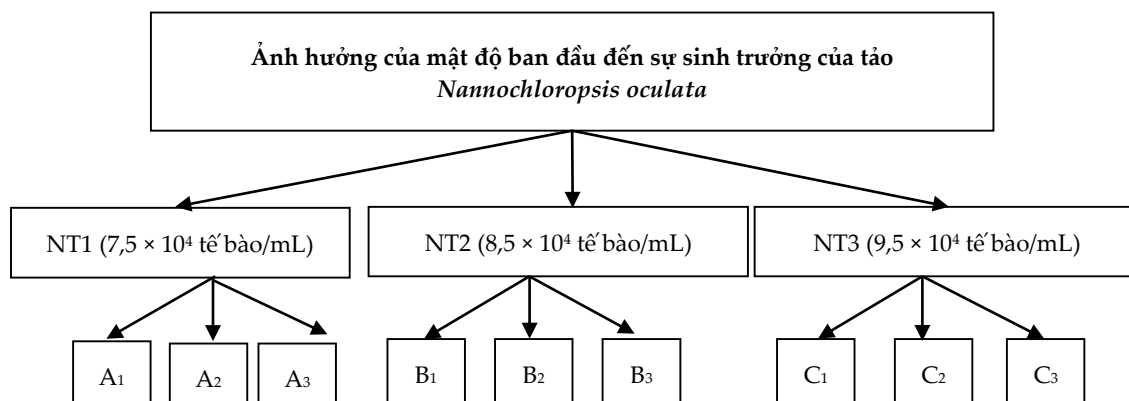
Thí nghiệm được tiến hành với ba mật độ ban đầu khác nhau: $7,5 \times 10^4$ tế bào/mL (thí nghiệm thứ 1, NT1), $8,5 \times 10^4$ tế bào/mL (thí nghiệm thứ 2, NT2) và $9,5 \times 10^4$ tế bào/mL (thí nghiệm thứ 3, NT3). Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn vào các can nhựa thể tích 20 L, mỗi thí nghiệm được lặp lại ba lần; tổng số can thí nghiệm là 9 can. Điều kiện môi trường: nhiệt độ 25–27 °C; pH = 8; cường độ ánh sáng 2000 lux; chu kỳ chiếu sáng 24/24; môi trường dinh dưỡng F/2.

Thí nghiệm 2: Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng đến sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata* (Hình 2)

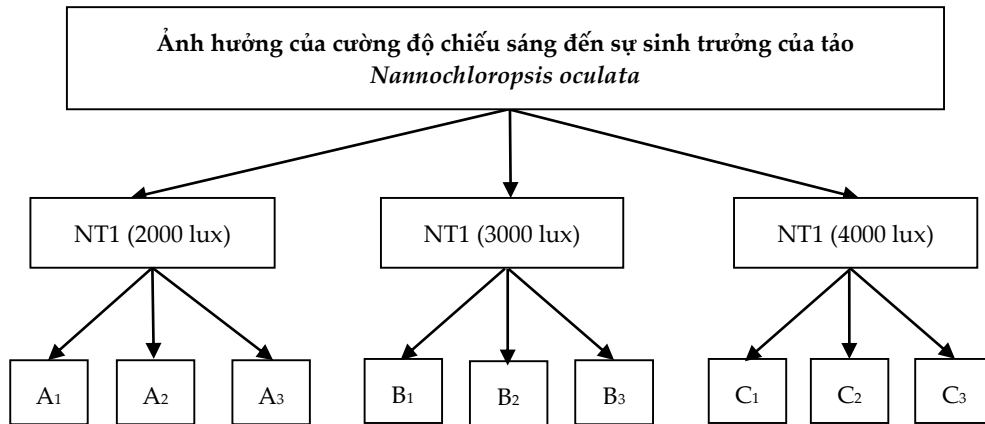
Thí nghiệm được tiến hành với ba cường độ chiếu sáng: 2000 lux (thí nghiệm thứ 1, NT1), 3000 lux (thí nghiệm thứ 2, NT2) và 4000 lux (thí nghiệm thứ 3, NT3). Các thí nghiệm được bố trí ngẫu nhiên hoàn toàn vào ba can nhựa thể tích 20 L; mỗi thí nghiệm được lặp lại ba lần; tổng số can thí nghiệm là 9 can. Điều kiện môi trường được bố trí tương đồng ở các thí nghiệm: môi trường dinh dưỡng F/2; chu kỳ chiếu sáng 24/24; nhiệt độ 25–27 °C; pH = 8.

Xác định các chỉ tiêu theo dõi

- + Nhiệt độ và pH được đo bằng bút đo pH (Hanna HI98127)
- + Cường độ chiếu sáng được đo bằng máy đo cường độ ánh sáng Extech.
- + Mật độ tế bào được xác định bằng buồng đếm Sedgewick Rafter (dung tích 1 mL với 1000 ô đếm) và kính hiển vi có độ phóng đại $\times 10$.



Hình 1. Sơ đồ bố trí thí nghiệm ảnh hưởng của mật độ ban đầu lên sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata*



Hình 2. Sơ đồ bố trí thí nghiệm ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng lên sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata*

+ *Lấy mẫu tảo*: Mẫu tảo được lấy 1 lần/ngày vào 8 – 8 giờ 30 phút sáng và mỗi lần lấy 1 mL. Mẫu tảo được đựng trong eppendorf và được cố định bằng dung dịch Neutral Lugol [3].

+ *Xác định mật độ tảo bằng buồng đếm*: Lắc đều mẫu tảo; dùng pipet pasteur hút mẫu tảo xịt vào buồng đếm đã được đập sẵn lamên; để lắng một lúc rồi đưa vào thị trường kính để đếm. Đếm số lượng tế bào của năm góc (bốn góc ngoài cùng và một góc ở giữa), mỗi góc 10 ô. Tiến hành đếm số lượng tế bào ở độ phóng đại $\times 10$, mỗi mẫu tảo được đếm ba lần [4].

$$\text{Mật độ tế bào (tế bào/mL)} = \frac{C \cdot 1000}{A \cdot D \cdot F}$$

trong đó C là số lượng tế bào đếm được; A là diện tích của mỗi ô (1 mm^2); D là chiều cao mỗi ô (1 mm); F là số lượng ô được đếm.

2.3 Xử lý số liệu

Số liệu nghiên cứu được thu thập và tính toán giá trị trung bình và độ lệch chuẩn sử dụng phần mềm Microsoft Excel 2015 và xử lý số liệu trên phần mềm SPSS 20. Trong đó, sử dụng phân tích phương sai một yếu tố (One-Way ANOVA) với kiểm định Duncan để tìm sự sai khác giữa các nghiệm thức ở mức ý nghĩa $p < 0,05$.

3 Kết quả và thảo luận

3.1 Ảnh hưởng của mật độ ban đầu đến sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata*

Mật độ ban đầu là một trong những yếu tố có liên quan mật thiết đến sinh khối và thời gian tảo đạt mật độ cực đại. Mật độ tối ưu cũng khác nhau đối với từng loại tảo. Có loài đòi hỏi mật độ ban đầu lớn, nhưng cũng có loài chỉ cần mật độ ban đầu thấp. Bên cạnh đó, tùy thuộc vào nhu cầu sản xuất, có thể tăng mật độ ban đầu ở ngưỡng thích hợp nhằm rút ngắn thời gian tảo đạt sinh khối cực đại vì số lượng tế bào tham gia phân cắt càng nhiều thì mật độ tảo càng tăng nhanh, rút ngắn thời gian của pha cảm ứng. Trong trường hợp khác, cần duy trì lượng tảo nuôi trong một thời gian dài thì cần một mật độ nuôi thích hợp.

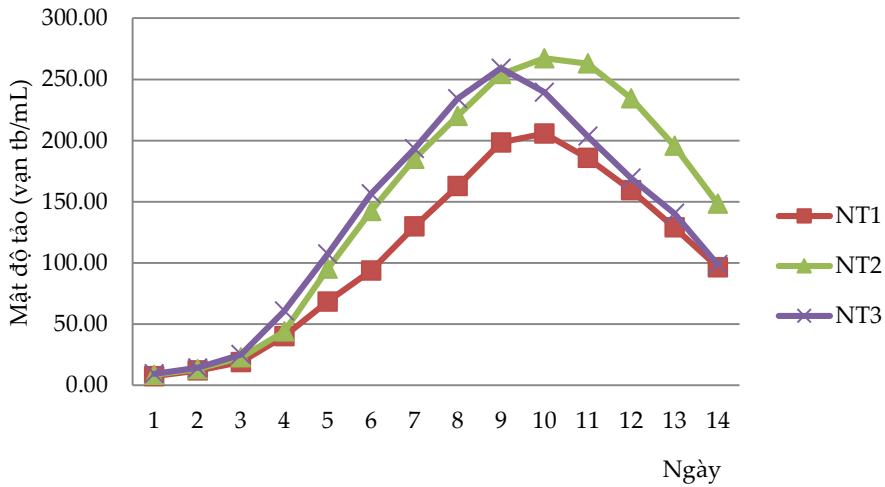
Thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ ban đầu lên sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata* thu được kết quả ở Bảng 1 và Hình 3.

Bảng 1 cho thấy, mật độ *Nannochloropsis oculata* tăng chậm trong hai ngày đầu; từ ngày thứ ba trở đi, tảo sinh trưởng nhanh ở cả ba nghiệm thức. Từ ngày nuôi đầu tiên đến ngày 0,05), độ lệch chuẩn đặt sau dấu \pm .

Bảng 1. Mật độ tảo *Nannochloropsis oculata* ở các mật độ ban đầu khác nhau

Ngày nuôi	Mật độ (10^4 tb/mL)		
	NT1 ($7,5 \times 10^4$ tb/mL)	NT2 ($8,5 \times 10^4$ tb/mL)	NT3 ($9,5 \times 10^4$ tb/mL)
1	7,50 ^a \pm 0,02	8,50 ^b \pm 0,01	9,50 ^c \pm 0,02
2	12,07 ^a \pm 0,06	13,32 ^b \pm 0,05	14,34 ^c \pm 0,28
3	18,98 ^a \pm 0,26	22,78 ^b \pm 0,49	25,12 ^c \pm 0,23
4	40,12 ^a \pm 0,58	43,96 ^b \pm 0,14	60,72 ^c \pm 0,01
5	68,51 ^a \pm 0,28	95,27 ^b \pm 0,58	107,24 ^c \pm 1,38
6	93,67 ^a \pm 0,48	142,35 ^b \pm 0,71	156,47 ^c \pm 0,46
7	129,74 ^a \pm 0,74	185,09 ^b \pm 0,20	193,28 ^c \pm 0,08
8	162,80 ^a \pm 1,28	220,12 ^b \pm 0,29	234,25 ^c \pm 0,85
9	198,45 ^a \pm 0,95	254,31 ^b \pm 0,61	259,18^c \pm 0,13
10	205,82^a \pm 0,18	267,24^c \pm 0,37	239,54 ^b \pm 0,02
11	185,72 ^a \pm 0,12	262,95 ^c \pm 0,08	203,56 ^b \pm 0,14
12	159,50 ^a \pm 0,67	234,51 ^c \pm 0,89	169,32 ^b \pm 0,02
13	128,95 ^a \pm 0,29	195,67 ^c \pm 0,30	140,46 ^b \pm 0,01
14	96,45 ^a \pm 0,17	148,34 ^c \pm 0,16	98,63 ^b \pm 0,08

Ghi chú: Các ký tự a, b, c theo sau trên cùng một hàng giống nhau thì sự khác biệt không có ý nghĩa ($p > 0.05$).

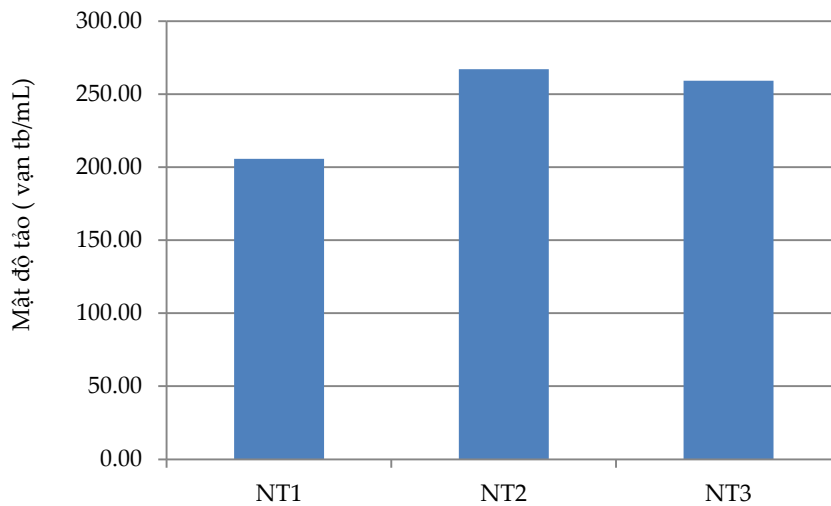


Hình 3. Đồ thị thể hiện đường cong sinh trưởng của tảo ở các mức mật độ ban đầu khác nhau

nuôi thứ 9 mật độ tảo có sự sai khác có ý nghĩa thống kê ở ba nghiệm thức ($p < 0,05$), mật độ tảo ở NT3 luôn cao nhất, tiếp đến NT2 và thấp nhất là NT1. Ở ngày nuôi thứ 9, NT3 tảo đạt mật độ cực đại ($(259,18 \pm 0,13) \times 10^4$ tb/mL), trong khi tảo ở NT2 đạt mật độ $(254,31 \pm 0,61) \times 10^4$ tb/mL và mật độ tảo thấp nhất ở NT1 là $(198,45 \pm 0,95) \times 10^4$ tb/mL. NT1 và NT2 đạt mật độ cực đại ở ngày thứ 10 ở $(205,82 \pm 0,18) \times 10^4$ và $(267,24 \pm 0,37) \times 10^4$ tb/mL. Từ ngày nuôi thứ 10 đến khi kết thúc thí nghiệm, mật độ tảo ở NT2 luôn cao nhất, tiếp đến là ở NT3 và thấp nhất là ở NT1 và sự sai khác mật độ tảo có ý nghĩa thống kê ở cả ba nghiệm thức ($p < 0,05$).

Hình 3 cho thấy tảo bắt đầu tăng trưởng mạnh ở ngày thứ 3 và đạt cực đại vào ngày 9 và 10 của quá trình thí nghiệm. Sau khi đạt cực đại, mật độ tảo có xu hướng giảm do chuyển dần sang giai đoạn tàn lụi. Mật độ tảo ở NT3 giảm nhanh hơn ở hai nghiệm thức còn lại, nhưng với cùng ngày nuôi, mật độ tảo ở NT2 luôn cao nhất, tiếp đến là ở NT3 và thấp nhất là ở NT1. Mật độ tảo ở NT3 tăng nhanh và giảm nhanh hơn ở hai nghiệm thức còn lại do mật độ ban đầu cao, số lượng tế bào tham gia phân cắt nhiều và mật độ tế bào tăng nhanh. Chính quá trình này đã nhanh chóng làm cạn kiệt nguồn dinh dưỡng của môi trường nuôi và giảm ánh sáng nhận được của tế bào do hiện tượng che khuất ánh sáng. Mật độ tảo càng cao thì yếu tố này càng nhanh chóng hạn chế sự sinh trưởng của tảo, dẫn đến tình trạng tảo tàn lụi nhanh.

Mật độ cực đại của tảo ở các nghiệm thức khác nhau là khác nhau (Hình 4). Ở cùng ngày nuôi và mật độ ban đầu $7,5 \times 10^4$ tb/mL (NT1), tảo tăng trưởng chậm hơn so với hai nghiệm thức còn lại và đạt mật độ cực đại thấp nhất trong ba nghiệm thức, đạt $(205,82 \pm 0,18) \times 10^4$ tb/mL sau 10 ngày nuôi. Tảo nuôi ở mật độ ban đầu là $9,5 \times 10^4$ tb/mL (NT3) có thời gian đạt mật độ cực đại sớm hơn ở nghiệm thức còn lại là một ngày với mật độ là $(259,18 \pm 0,13) \times 10^4$ tb/mL mặc dù



Hình 4. Biểu đồ thể hiện mật độ cực đại của tảo *Nannochloropsis oculata* ở các mức mật độ ban đầu khác nhau

thời gian tảo đạt mật độ cực đại sớm nhưng sau đó cũng tàn lụi lại nhanh chóng. Do đó, nếu nuôi làm thức ăn tươi sống thì thời gian sử dụng ngắn, hiệu quả không cao. Cùng đạt mật độ cực đại vào ngày nuôi thứ 10 như NT1 nhưng NT2 cho mật độ cực đại cao nhất $(267,24 \pm 0,37) \times 10^4$ tb/mL; pha cân bằng ổn định hơn và quá trình tàn lụi của tảo cũng diễn ra chậm hơn so với ở hai nghiệm thức còn lại.

Tảo *N. oculata* sinh trưởng tốt khi mật độ ban đầu cao. Kết quả này hoàn toàn tương đồng với ảnh hưởng của mật độ ban đầu và tỷ lệ thu hoạch lên sinh trưởng tảo *Nannochloropsis oculata* nuôi trong hệ thống ống dẫn trong suốt nước chảy liên tục trong nghiên cứu của Bùi Bá Trung [7]. Mật độ ban đầu 8 triệu tb/mL và 10 triệu tb/mL cho sinh khối tảo cao nhất. Tuy nhiên, ở mật độ ban đầu 10 triệu tb/mL, sinh trưởng của tảo không ổn định, không theo chiều hướng của đường cong sinh trưởng chuẩn và tốn nhiều tảo giống nên mật độ ban đầu là 8 triệu tb/mL được xác định là mật độ ban đầu thích hợp nhất nuôi tảo trong hệ thống các ống dẫn trong suốt. Trần Vinh Phương [5] công bố rằng ở mật độ nuôi ban đầu khác nhau, vi tảo *Nannochloropsis oculata* sinh trưởng và đạt mật độ cực đại khác nhau. Trong đó, ở môi trường dinh dưỡng Walne, mật độ vi tảo nuôi ban đầu ở mức $(3,41 \pm 0,17) \times 10^5$ tb/mL đạt cực đại $(54,9 \pm 3,03) \times 10^5$ tb/mL ở ngày thứ 9, cao hơn so với ở các mật độ khác khi bố trí ở các mức mật độ ban đầu thấp hơn. Kết quả của chúng tôi cũng cho thấy với ba mức mật độ ban đầu ($7,5 \times 10^4$, $8,5 \times 10^4$ và $9,5 \times 10^4$ tb/mL) thì mật độ ban đầu cao sẽ cho mật độ tảo đạt cực đại cao hơn ở hai nghiệm thức $8,5 \times 10^4$ và $9,5 \times 10^4$ tb/mL. Tuy nhiên, vi tảo sinh trưởng nhanh và ổn định ở mật độ ban đầu $8,5 \times 10^4$ tb/mL, đạt mật độ cực đại $(267,24 \pm 0,37) \times 10^4$ tb/mL sau 10 ngày nuôi. Sự khác nhau về mật độ vi tảo *Nannochloropsis oculata* ở nghiên cứu này so với nghiên cứu của Trần Vinh Phương [5] là

do chúng tôi sử dụng môi trường F/2 so với môi trường Walne, vật liệu và các điều kiện môi trường... khác nhau nên tốc độ sinh trưởng của vi tảo cũng khác nhau.

Kết quả này cũng tương đồng với kết quả của Đặng Tố Vân Cẩm và cs. [2]. Theo nhóm tác giả này, mật độ ban đầu ảnh hưởng đến sinh trưởng của quần thể *N. oculata* ở tốc độ sinh trưởng và thời gian đạt cực đại. Với thí nghiệm bố trí mật độ ban đầu 5, 10, 20 và 30 triệu tb/mL thì khả năng đạt cực đại của quần thể có mật độ ban đầu 20 và 30 triệu tb/mL không khác biệt nhau, đạt 310 triệu tb/mL sau 15 ngày hay đạt 305 triệu tb/mL sau 13 ngày. Trong khi đó quần thể 5 triệu tb/mL đạt cùng mật độ cực đại, nhưng chậm hơn ba ngày.

3.2 Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng đến sự sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata*

Thời gian chiếu sáng, cường độ và chất lượng ánh sáng là ba yếu tố quyết định đến quá trình sinh trưởng và phát triển của các sinh vật quang hợp nói chung và các loài tảo nói riêng. Trong đó, cường độ ánh sáng được xem là yếu tố đầu tiên ảnh hưởng trực tiếp đến sự tổng hợp các thành phần trong tế bào. Khi cường độ ánh sáng quá cao sẽ xảy ra hiện tượng quang oxy hóa. Nguyên nhân có thể do quá trình quang hợp của tảo diễn ra quá mạnh làm cho lượng oxy sản sinh ra trong tế bào tảo quá nhiều làm ức chế sinh trưởng và có thể gây độc cho tế bào. Tuy nhiên, cũng có một số loài tảo có khả năng chịu đựng được cường độ ánh sáng mạnh là do chúng có loại enzym chống lại quá trình oxy hóa [1, 8].

Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng đến sự sinh trưởng của vi tảo *Nannochloropsis oculata* được trình bày ở Bảng 2. Trong ba ngày đầu, tảo *Nannochloropsis oculata* ở cả ba nghiệm thức phát triển chậm, nhưng từ ngày thứ tư tảo phát triển nhanh hơn; sự sai khác về mật độ vi tảo giữa các nghiệm thức có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) kể từ ngày nuôi thứ hai.

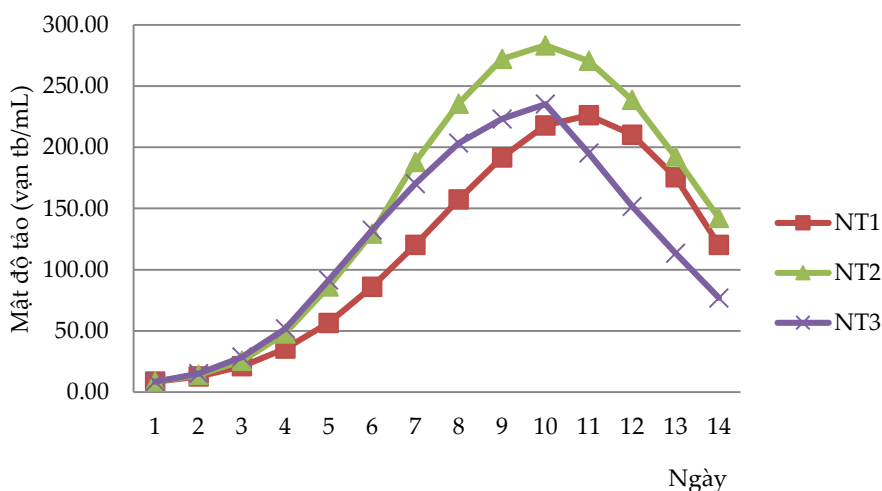
Vào ngày nuôi thứ 10 ở NT2 và NT3, tảo đạt mật độ cực đại $(283,27 \pm 0,05) \times 10^4$ và $(235,32 \pm 0,11) \times 10^4$ tb/mL. NT1 đạt mật độ cực đại chậm hơn một ngày với mật độ $(226,12 \pm 0,20) \times 10^4$ tb/mL. Sau khi đạt mật độ cực đại, trong những ngày tiếp theo, mật độ tảo ở cả ba nghiệm thức có xu hướng giảm dần do chuyển sang giai đoạn tàn lụi; tảo từ màu xanh đậm chuyển sang xanh nhạt hoặc vàng úa.

Mật độ của tảo *Nannochloropsis oculata* ở cường độ chiếu sáng khác nhau cho thấy ở NT1, tảo đạt mật độ cực đại thấp nhất, tiếp đến là ở NT3 và mật độ tảo cực đại cao nhất ở NT2 (Hình 5). Ở NT3, cường độ chiếu sáng là 4000 lux; sau khi đạt mật độ cực đại, sinh trưởng của tảo giảm mạnh hơn so với ở hai nghiệm thức còn lại. Khi cường độ ánh sáng tăng, quá trình quang hợp và phân chia tế bào diễn ra mạnh mẽ và kết quả là sinh khối tảo tăng lên nhanh chóng. Tuy nhiên, mật độ cao và nhiệt độ cao dẫn đến quá trình tàn lụi diễn ra nhanh hơn.

Bảng 2. Mật độ tảo *Nannochloropsis oculata* ở các mức cường độ chiếu sáng khác nhau

Ngày nuôi	Mật độ (10^4 tb/mL)		
	NT1 (2000 lux)	NT2 (3000 lux)	NT3 (4000 lux)
1	8,50 ^a ± 0,01	8,50 ^a ± 0,02	8,50 ^a ± 0,01
2	12,69 ^a ± 0,15	14,07 ^b ± 0,08	15,02 ^c ± 0,04
3	21,14 ^a ± 0,22	25,49 ^b ± 0,07	28,64 ^c ± 0,10
4	35,46 ^a ± 0,25	47,90 ^b ± 0,07	51,72 ^c ± 0,06
5	56,50 ^a ± 0,14	86,24 ^b ± 0,08	91,39 ^c ± 0,03
6	85,98 ^a ± 0,12	129,56 ^b ± 0,24	132,23 ^c ± 0,19
7	120,40 ^a ± 0,07	188,09 ^c ± 0,13	170,26 ^b ± 0,15
8	157,32 ^a ± 0,06	235,75 ^c ± 0,03	203,35 ^b ± 0,08
9	191,76 ^a ± 0,18	272,21 ^c ± 0,09	223,12 ^b ± 0,12
10	217,90 ^a ± 0,10	283,27^c ± 0,05	235,32^b ± 0,11
11	226,12^b ± 0,20	270,58 ^c ± 0,10	195,34 ^a ± 0,06
12	210,27 ^b ± 0,09	238,64 ^c ± 0,10	151,78 ^a ± 0,12
13	175,52 ^b ± 0,07	192,34 ^c ± 0,05	113,56 ^a ± 0,12
14	120,22 ^b ± 0,08	142,16 ^c ± 0,05	76,90 ^a ± 0,01

Ghi chú: các kí hiệu a, b, c theo sau trên cùng một hàng giống nhau thì sự khác biệt không có ý nghĩa thống kê ($p > 0,05$), độ lệch chuẩn đặt sau dấu ±.



Hình 5. Đồ thị thể hiện đường cong sinh trưởng của tảo *Nannochloropsis oculata* ở cường độ chiếu sáng khác nhau

Trong suốt quá trình thí nghiệm cùng với mật độ ban đầu, môi trường dinh dưỡng giống nhau thì ở nghiệm thức với cường độ chiếu sáng 3000 lux, tảo *Nannochloropsis oculata* đạt mật độ cực đại cao nhất, pha cân bằng ổn định hơn và quá trình tàn lụi cũng diễn ra chậm hơn so với ở hai nghiệm thức với cường độ chiếu sáng 2000 và 4000 lux. Lavens và Sorgeloos [8] cũng chỉ ra rằng sinh trưởng của vi tảo *Nannochloropsis oculata* phụ thuộc lớn vào cường độ chiếu sáng và độ sâu trong điều kiện nuôi sinh khối ngoài trời. Tuy nhiên, trong điều kiện phòng thí nghiệm, cường độ ánh sáng cần thiết cho sự sinh trưởng của tảo dao động tốt trong khoảng 1000–5000 lux. Nghiên cứu của chúng tôi cũng cho thấy sự tăng trưởng và ổn định của tảo *Nannochloropsis oculata* trong khoảng cường độ chiếu sáng 3000 lux; ở cường độ chiếu sáng 4000 lux, tảo sinh trưởng nhanh nhưng mau tàn lụi.

Tảo *Spirulina platensis* cũng cần khoảng cường độ chiếu sáng thích hợp cho sự sinh trưởng của tảo tương tự *Nannochloropsis oculata*. Theo Trần Bảo Trâm [6], tảo *Spirulina platensis* thu thập tại Thanh Hóa và Bình Thuận sinh trưởng tốt ở cường độ ánh sáng tương ứng 4000 và 3000 lux. Khác với hai loại tảo trên, tảo *Thalassiosira weissflogii* lại thích hợp với cường độ chiếu sáng cao hơn. Theo Nguyễn Văn Công [3], tảo *Thalassiosira weissflogii* sinh trưởng tốt nhất ở cường độ chiếu sáng 5000 lux.

4 Kết luận

Ở ba mật độ ban đầu $7,5 \times 10^4$, $8,5 \times 10^4$ và $9,5 \times 10^4$ tb/mL thì nuôi tảo với mật độ $8,5 \times 10^4$ tb/mL cho mật độ cực đại cao nhất $(267,24 \pm 0,37) \times 10^4$ tb/mL và thời gian pha cân bằng ổn định hơn; pha tàn lụi diễn ra chậm hơn so với ở hai mật độ còn lại.

Với ba mức cường độ chiếu sáng 2000, 3000 và 4000 lux thì tảo *Nannochloropsis oculata* sinh trưởng ở mức cường độ chiếu sáng 3000 lux tốt nhất, đạt mật độ cực đại $(283,27 \pm 0,05) \times 10^4$ tb/mL vào ngày nuôi thứ 10 của quá trình thí nghiệm. Mặc dù ở nghiệm thức với cường độ chiếu sáng 4000 lux, mật độ cực đại đạt sớm hơn và cao hơn so với nuôi ở cường độ chiếu sáng 2000 lux, nhưng tảo cũng nhanh tàn lụi hơn. Nghiệm thức này có mật độ tảo thấp nhất.

Thông tin tài trợ

Nghiên cứu này do Đại học Huế tài trợ trong đề tài mã số DHH 2019-02-120.

Tài liệu tham khảo

1. Mạc Như Bình, Nguyễn Thị Thanh Thủy (2018), *Giáo trình kỹ thuật nuôi thức ăn tự nhiên trong nuôi trồng thủy sản*, Nxb. Đại học Huế.
2. Đặng Tố Vân Cẩm, Trình Trung Phi, Diêu Phạm Hoàng Vy, Lê Thanh Huân, Đặng Thị Nguyên Nhân (2016), Ảnh hưởng của mật độ ban đầu lên sinh trưởng vi tảo *Nannochloropsis oculata* & *Isochrysis galbana* nuôi trong hệ thống tấm, *Tạp chí nghệ cá Sông Cửu Long*.
3. Nguyễn Văn Công và Nguyễn Kim Đường (2014), Ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng AGP, mật độ ban đầu, độ mặn và cường độ ánh sáng lên sự phát triển của vi tảo *Thalassiosira weissflogii* và thử nghiệm nuôi thu sinh khối, *Tạp chí khoa học Trường Đại học Cần Thơ*, 1, 209–217.
4. Nguyễn Thị Thu Liên, Nguyễn Hồng Sơn, Hoàng Tấn Quảng và Lê Thị Tuyết Nhân (2018), Phân lập và tuyển chọn một số chủng tảo silic *Skeletonema costatum* từ vùng biển Thừa Thiên Huế làm thức ăn trong nuôi trồng thủy sản, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 127(3B), 97–108.
5. Trần Vinh Phương, Lê Thị Tuyết Nhân, Nguyễn Văn Khanh, Phạm Thị Hải Yến, Nguyễn Văn Huy (2018), Ảnh hưởng của môi trường dinh dưỡng và mật độ đến sinh trưởng vi tảo *Nannochloropsis oculata* và thử nghiệm nuôi sinh khối trong điều kiện ánh sáng tự nhiên ở Thừa Thiên Huế, *Tạp chí Khoa học Đại học Huế*, 127(1C), 211–220.
6. Trần Bảo Trâm, Nguyễn Thị Hiền, Phan Xuân Bình Minh, Nguyễn Thị Thanh Mai, Trương Thị Chiên, Phạm Hương Sơn (2018), Ảnh hưởng của một số yếu tố môi trường đến quá trình nhân giống *Spirulina platensis* nước lợ phục vụ sản xuất sinh khối tại tỉnh Thanh Hóa, *Tạp chí Khoa học và công nghệ Việt Nam*, 12, 45–49.
7. Bùi Bá Trung, Hoàng Thị Bích Mai, Nguyễn Hữu Dũng, Cái Ngọc Bảo Anh (2009), Ảnh hưởng của mật độ ban đầu và tỷ lệ thu hoạch lên sinh trưởng vi tảo *Nannochloropsis oculata* nuôi trong hệ thống ống dẫn trong suốt nước chảy liên tục, *Tạp chí Khoa học – Công nghệ Thủy sản số 1/2009*, 37–44.
8. Patrick Lavens and Patrick Sorgeloos (1996), Manual on the production and use of live food for aquaculture, *FAO fisheries technical paper*, 361, 11–12.
9. Wikfors G. H., Ohno M. (2001), Impact of algal research in aquaculture, *Journal of Phycology*, 37, 968–974.