



DOI:10.22144/ctu.jvn.2018.183

ẢNH HƯỞNG CỦA MÀU SẮC ÁNH SÁNG LÊN SỰ PHÁT TRIỂN CỦA TẢO *Spirulina platensis*

Kim Lê Chân¹, Trần Sương Ngọc², Huỳnh Thị Ngọc Hiền² và Trương Quốc Phú²

¹Học viên cao học, khóa 23, Nuôi trồng thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

²Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ

*Người chịu trách nhiệm về bài viết: Kim Lê Chân (email: kimchan1088@gmail.com)

Thông tin chung:

Ngày nhận bài: 12/03/2018

Ngày nhận bài sửa: 16/10/2018

Ngày duyệt đăng: 28/12/2018

Title:

Effects of light colors on the development of *Spirulina platensis*

Từ khóa:

Màu sắc ánh sáng, hàm lượng protein và lipid, mật độ cực đại, sinh trưởng, tảo *Spirulina platensis*

Keywords:

Growth, light color, maximum density, protein and lipid contents, *Spirulina platensis*

ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the effect of light color on the growth, development and nutritional composition of *Spirulina platensis* to find appropriate light color to save energy and achieve high economic efficiency. Four treatments were arranged randomly with red light (664 nm wavelength), mixed light (a combination of red and blue at ratio of 1:1), blue light (wavelength 432 nm), white. Each treatment was repeated 3 times. The results showed that the cultivated time to reach highest density for *S. platensis* was different in light sources, 7 days for red light, 12 days for mixed light, 15 days for blue light and 17 days for white light. The maximum density, dry weight, chlorophyll-a, carotenoid, protein and lipid content in *S. platensis* was obtained in the mixed light treatment. In addition, power consumption for *S. platensis* to reach maximum density in mixed light was lower than blue and white light, so that the mixed light is suggested to replace white light in culture of *S. platensis* for highest economic efficiency.

TÓM TẮT

Thí nghiệm được thực hiện để đánh giá ảnh hưởng của màu sắc ánh sáng lên sự sinh trưởng, phát triển và thành phần dinh dưỡng của tảo *Spirulina platensis* nhằm tìm ra điều kiện chiếu sáng thích hợp giúp tiết kiệm năng lượng và đạt hiệu quả kinh tế cao. Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức được bố trí khối ngẫu nhiên với ánh sáng đỏ (bước sóng 664 nm), tổng hợp (đỏ + lam theo tỉ lệ 1:1), lam (bước sóng 432 nm), trắng. Mỗi nghiệm thức lặp lại 3 lần. Kết quả cho thấy thời gian tảo *S. platensis* phát triển đạt mật độ cực đại khác biệt giữa các nguồn ánh sáng, tảo đạt cực đại ở ngày nuôi thứ 7 cho ánh sáng đỏ, ngày nuôi thứ 12 cho ánh sáng tổng hợp, ngày nuôi thứ 15 cho ánh sáng lam và 17 ngày nuôi cho ánh sáng trắng. Mật độ tảo, trọng lượng khô, hàm lượng chlorophyll-a, carotenoid, protein và lipid cao nhất ở nghiệm thức ánh sáng tổng hợp, thêm vào đó điện năng tiêu thụ đến khi tảo *S. platensis* phát triển cực đại ở nghiệm thức ánh sáng tổng hợp thấp hơn ánh sáng lam và trắng, do đó ánh sáng tổng hợp có thể được lựa chọn để thay thế cho ánh sáng trắng trong nuôi tảo *S. platensis* nhằm đạt được hiệu quả kinh tế cao nhất.

Trích dẫn: Kim Lê Chân, Trần Sương Ngọc, Huỳnh Thị Ngọc Hiền và Trương Quốc Phú, 2018. Ảnh hưởng của màu sắc ánh sáng lên sự phát triển của tảo *Spirulina platensis*. Tạp chí Khoa học Trường Đại học Cần Thơ. 54(9B): 75-81.

1 GIỚI THIỆU

Spirulina là một loại vi tảo có dạng xoắn, màu xanh lam. Tảo có thể sống được cả ở môi trường nước ngọt lẫn nước mặn và phát triển mạnh trong môi trường giàu bicarbonat và độ kiềm cao (pH từ 8,5 - 11) (Sili *et al.*, 2012). *Spirulina* rất giàu dinh dưỡng với hàm lượng protein chiếm tới 70 %, giàu vitamin, khoáng chất, acid amin và các acid béo thiết yếu (Dillon *et al.*, 1995; Vonshak, 1997). Tảo *Spirulina* được nghiên cứu, sản xuất và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực của đời sống, làm thực phẩm chức năng, nguồn dinh dưỡng bổ sung thiết yếu và mỹ phẩm.

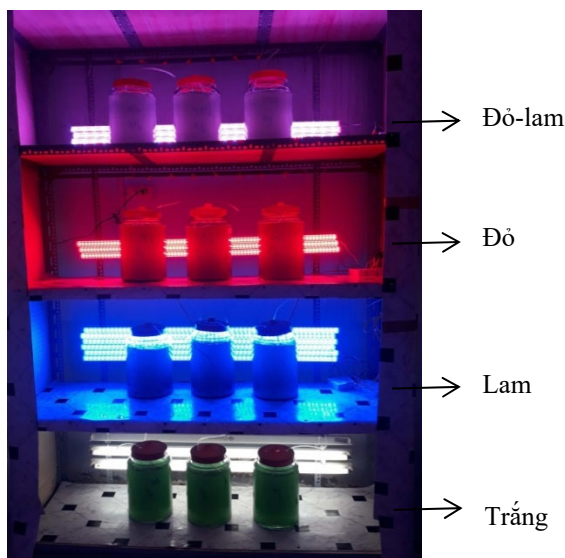
Ánh sáng là nguồn năng lượng chính cho vi tảo sản xuất các hợp chất hữu cơ bằng cách sử dụng quá trình quang hợp (Carvalho *et al.*, 2011). Theo Koc *et al.* (2013), ánh sáng có bước sóng khác nhau có ảnh hưởng khác nhau đến sinh trưởng của tảo. Madhyastha và Vatsala (2007), cho rằng, *S. fusiformis* được trồng ở môi trường Zarrouks với ánh sáng có màu sắc khác nhau thì năng suất sinh khối tối đa hàng ngày, 0,8 g/L, 0,75 g/L và 0,69 g/L tương ứng ánh sáng trắng, lam và lục. Wallen và Geen (1971), cho rằng tốc độ quang hợp của hai loài tảo biển *Cyclotella nana* và *Dunaliella tertiolecta* cao hơn trong ánh sáng lam và thấp nhất ở ánh sáng lục. Ánh sáng là yếu tố quan trọng ảnh hưởng mạnh lên quá trình tăng trưởng, hàm lượng các chất dinh dưỡng như protein, lipid và tổng hợp các sắc tố quang hợp ở thực vật. Vì vậy, thí nghiệm này nhằm khảo sát ảnh hưởng của màu sắc ánh sáng lên sự phát triển của tảo *Spirulina platensis*. Các kết quả của nghiên cứu là cơ sở cho ứng dụng ánh sáng để thu nhận các thành phần dinh dưỡng khác nhau trong quá trình nuôi trồng *S. platensis*.

2 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Tảo *S. platensis* được phân lập và nuôi giữ ở phòng thí nghiệm, Bộ môn thủy sinh học ứng dụng, Khoa Thủy sản, Trường Đại học Cần Thơ.

Nước ngọt được lấy từ nguồn nước máy và được xử lý bằng chlorine nồng độ 20 mg/L và sục khí liên tục trong 24 giờ. Sau đó, nước được để lắng 24h giờ và được kiểm tra hàm lượng chlor dư bằng thuốc thử KI và trung hòa bằng Na₂S₂O₃.

Tảo *S. platensis* được nuôi trong bình thủy tinh 8 L với mật độ ban đầu 40.000 cá thể/mL, tảo được nuôi cấy bằng môi trường Zarrouk (Godia *et al.*, 2002). Thí nghiệm gồm 4 nghiệm thức được bố trí khối ngẫu nhiên với ánh sáng đỏ (bước sóng 664 nm), tổng hợp (đỏ + lam theo tỉ lệ 1:1), lam (bước sóng 432 nm), trắng (với cường độ ánh sáng là 3000 Lux), mỗi nghiệm thức được lặp lại 3 lần.



Hình 1: Bố trí thí nghiệm

Thí nghiệm được tiến hành trong phòng với nhiệt độ 26 - 28°C. Trong suốt quá trình thí nghiệm, nước cất được bổ sung hàng ngày để bù lại lượng nước mất đi do quá trình bốc hơi. Thí nghiệm được kết thúc khi mật độ tảo giảm 2 ngày liên tục sau khi đạt mật độ cực đại. Ánh sáng cung cấp cho tảo từ đèn LED do công ty Rạng Đông cung cấp với công suất 25w/h. Các nghiệm thức được thực hiện trên kệ có 4 ngăn, mỗi ngăn bố trí một nghiệm thức và được che chắn hoàn toàn nhằm đảm bảo nguồn sáng không bị ảnh hưởng lẫn nhau (Hình 1). Thời gian chiếu sáng và sục khí được thực hiện liên tục trong suốt thời gian thí nghiệm.

Các chỉ tiêu theo dõi

Nhiệt độ và pH trong môi trường nuôi tảo được đo 1 lần/ngày vào lúc 8 giờ sáng bằng bút đo pH của HANNA. Cường độ ánh sáng được đo bằng máy quang phổ EXTECH.

Mật độ tảo được thu hàng ngày, sau đó được cố định bằng formol với nồng độ 100 µL/5 mL tảo và đếm bằng buồng đếm Sedgwick-Rafter theo phương pháp Boyd và Tucker (1992).

Hàm lượng chlorophyll-*a* trong tảo được xác định 3 ngày/lần, mỗi lần thu 50 mL mẫu, sau đó được phân tích bằng phương pháp so màu quang phổ Nusch (1980) và hàm lượng chlorophyll-*a* trong tảo được tính kết quả theo công thức:

$$\text{Hàm lượng chlorophyll-}a \text{ (}\mu\text{g/L)} = (11,85 \times (E_{664} - E_{750}) - 1,54 \times (E_{647} - E_{750}) - 0,08 \times (E_{630} - E_{750})) \times [(1/d) \times (V_1 \times 1000)] / V_2$$

Trong đó:

V₁: thể tích acetone (10 mL)

V₂: thể tích nước mẫu được lọc

d: độ dài ánh sáng đi qua cuvet (1 cm).

E: độ hấp thụ quang

Khối lượng khô:

Trước khi xác định khối lượng khô của tảo, giấy lọc Whatman 0,22 μm được sấy khô ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 24 giờ và cân để xác định khối lượng (g) ban đầu của giấy lọc.

Sau đó 5 mL tảo được thu và lọc qua giấy lọc đã được sấy khô, mẫu tảo + giấy lọc được sấy khô ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 24 giờ. Cân khối lượng mẫu sau khi sấy (tảo + giấy lọc).

Khối lượng khô (g/L) = (khối lượng mẫu sau khi sấy – khối lượng giấy lọc) / V

V: thể tích mẫu tảo đem lọc (L)

Hàm lượng carotenoid trong tảo: xác định 3 ngày/lần bằng phương pháp so màu quang phổ, ly trích trong dung môi acetone và được tính theo công thức (Strickland và Parsons, 1972)

Hàm lượng carotenoid (μg/L) = (4 × E₄₈₀) / V

Trong đó:

V là lượng thể tích dịch tảo đem lọc (L)

E₄₈₀ là giá trị đo được khi so màu quang phổ ở bước sóng 480 nm

Các chỉ tiêu dinh dưỡng: Tảo được thu ở cuối giai đoạn tăng trưởng nhanh của quá trình phát triển để xác định các chỉ tiêu dinh dưỡng như protein, lipid phân tích theo phương pháp Kjeldahl.

Phân tích số liệu: số liệu được xử lý bằng Excel và xử lý thống kê bằng phần mềm SPSS với ANOVA một nhân tố để so sánh độ sai biệt có ý nghĩa giữa các nghiệm thức ở mức 0,05.

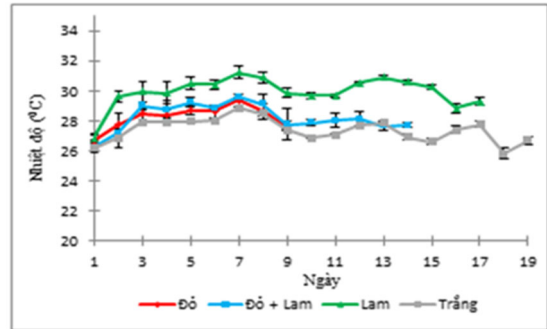
3 KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1 Ảnh hưởng của màu sắc ánh sáng lên sự phát triển và thành phần dinh dưỡng của tảo *S. platensis*

Nhiệt độ

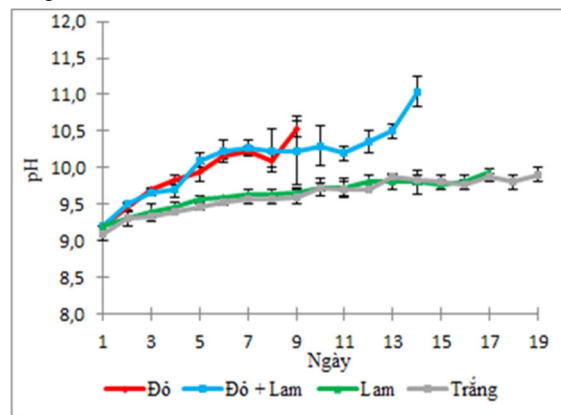
Kết quả thí nghiệm cho thấy nhiệt độ giữa các nghiệm thức trong suốt thời gian thí nghiệm không có sự biến động lớn với dao động từ 25,8 – 31,2°C (Hình 2). Nhiệt độ trung bình ở các nghiệm thức ánh sáng đỏ, đỏ+lam, lam, trắng tương ứng 28,3±0,4; 28,2±0,4; 29,9±0,3; 27,4±0,17°C. Nhiệt độ của nghiệm thức ánh sáng lam cao nhất vì có bước sóng 432 nm, ánh sáng có bước sóng càng ngắn sẽ tỏa nhiệt càng cao làm nhiệt độ tăng cao (29,9±0,3°C). Kumar *et al.* (2011), cho rằng *Spirulina* có thể chịu

được nhiệt độ từ 20 - 40°C và nhiệt độ tối ưu cho sự tăng trưởng của tảo *Spirulina* là 35°C. Tuy nhiên, theo Vonshak và Tomaselli (2000) ở các loài *Spirulina* khác nhau thì nhiệt độ sinh trưởng khác nhau, cũng theo nghiên cứu này có nhiều loài *Spirulina* thích hợp sinh trưởng ở nhiệt độ từ 24 - 42°C.



Hình 2: Biến động nhiệt độ ở các nghiệm thức

pH



Hình 3: Sự biến động pH ở các nghiệm thức

pH thí nghiệm dao động từ 9,1-11 (Hình 3) và không có sự khác biệt thống kê giữa các nghiệm thức, đạt giá trị trung bình là 9,9±0,1; 10,1±0,2; 9,6±0,1; 9,6±0,07 ở các ánh sáng đỏ, đỏ+lam, lam và trắng. Từ ngày thứ 2 thì giá trị pH ở các nghiệm thức đều tăng nguyên nhân là do tảo phát triển tốt, quá trình quang hợp xảy ra mạnh, kết quả làm tăng pH. Theo Zarrouk, (1966), thì trong điều kiện phòng thí nghiệm tảo *S. platensis* thích hợp với điều kiện kiềm và phát triển tốt ở pH 8,3 - 11. Khi pH môi trường quá cao hay quá thấp đều không thuận lợi cho tảo phát triển. Cũng theo Zarrouk (1966) khi nuôi tảo *Spirulina* ngoài trời thì pH=10,5 không hạn chế sự phát triển của tảo nhưng khi pH tăng lên 11 lại giới hạn tảo phát triển. Trong nghiên cứu của Mitchell và Richmond, (1988), tối ưu hóa môi trường tăng trưởng cho tảo *Spirulina* dựa trên chất thải gia súc cho thấy giá trị pH tối ưu được tìm thấy là 9,4 đối với *S. platensis*; tuy nhiên, khi sử dụng

môi trường Zarrouk để nuôi tảo *S. platensis*, pH tối ưu là 10,4 và theo Becker (1984) khi pH=10,8 đã hạn chế sự tăng trưởng của loài tảo này. Kết quả của thí nghiệm cũng cho thấy khi pH=10,4 mật độ tảo *S. platensis* đạt cao nhất ở nghiệm thức ánh sáng đỏ + lam và khác biệt có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức ánh sáng đỏ, lam và trắng.

Sự phát triển của tảo

Mật độ tảo ở nghiệm thức ánh sáng đỏ vào ngày thứ 7 là cao nhất (97.533±115 cá thể/mL) khác biệt

có ý nghĩa ($p < 0,05$) so với các nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam (93.567±233 cá thể/mL); lam (70.467±233 cá thể/mL) và trắng (68.667±115 cá thể/mL) (Bảng 1).

Wang *et al.* (2007) cho rằng *S. platensis* đạt được sinh khối lớn nhất khi được nuôi dưới ánh sáng màu đỏ, thời gian duy trì quần thể là một tuần. Võ Hồng Trung và *ctv.*, (2017) cũng cho rằng sự tăng trưởng của *Spirulina* sp. ở điều kiện ánh sáng đỏ cao hơn so với ánh sáng xanh dương và trắng.

Bảng 1: Mật độ tảo thí nghiệm *S. platensis* ở các nghiệm thức (cá thể/mL)

Ngày	Đỏ	Đỏ+Lam	Lam	Trắng
1	38000±83 ^a	38222±394 ^a	38056±127 ^a	38500±83 ^a
2	46389±48 ^a	52389±83 ^d	50417±83 ^c	47083±83 ^b
3	59189±67 ^d	54406±67 ^c	52228±67 ^a	47950±117 ^c
4	67422±77 ^d	63556±77 ^c	57467±133 ^b	53467±133 ^a
5	74667±115 ^d	67133±115 ^c	60200±200 ^b	59200±200 ^a
6	88067±200 ^d	79878±135 ^c	61267±115 ^a	63400±200 ^b
7	97533±115^d	93567±233 ^c	70467±233 ^b	68667±115 ^a
8	90111±111 ^c	107644±135 ^d	72022±135 ^a	72733±115 ^b
9	84444±96 ^c	109667±233 ^d	79022±135 ^b	78133±115 ^a
10	-	131989±135 ^b	83767±233 ^a	84000±200 ^a
11	-	135644±135 ^c	85633±233 ^a	86133±115 ^b
12	-	151822±135^c	86022±135 ^a	89667±115 ^b
13	-	142256±135 ^c	95589±135 ^a	100956±135 ^b
14	-	106789±135 ^c	99089±135 ^a	102278±135 ^b
15	-	-	104767±233^a	104222±135 ^a
16	-	-	94733±233 ^a	104378±135 ^b
17	-	-	92167±233 ^a	107800±233^b
18	-	-	-	106067±115
19	-	-	-	104000±200

Ghi chú: Các trị số trên cùng một hàng mang ký tự (a, b, c, d) khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dấu gạch ngang được biểu thị cho số liệu không theo dõi

Tảo *Spirulina* chứa sắc tố quang hợp chlorophyll-a có khả năng hấp thụ ánh sáng ánh sáng đỏ (662 nm) và ánh sáng xanh tím (430 nm) do đó ở ánh sáng đỏ, tảo nhanh chóng đạt mật độ cao và khi đạt mật độ cao, độ che phủ sẽ dày do đó khả năng tảo cá thể tiếp xúc được với ánh sáng thấp dẫn đến thời gian duy trì quần thể tảo ngắn. Tuy nhiên trong thí nghiệm này ở nghiệm thức ánh sáng đỏ các sợi tảo bị gãy khúc nhiều. Nguyễn Thị Huỳnh Như và *ctv.* (2013), tác giả đã cho rằng trong điều kiện không thích hợp, tảo *Spirulina* sp. đã chia thành những mảnh nhỏ và hồi phục nhanh chóng sau 5 ngày trong môi trường Zarrouk, giá trị pH 9, chiếu sáng 24/24 giờ và sục khí liên tục, sợi tảo dài hơn và sinh khối ngày càng tăng. Theo Koc (2013), thì tảo *Chorella kessleri* khi nuôi dưới ánh sáng đỏ sinh ra nhiều sinh khối hơn mặc dù kích thước trung bình của tế bào tảo nhỏ hơn khi được nuôi dưới đèn LED xanh.

Trong thí nghiệm này, mặc dù mật độ tảo ở nghiệm thức ánh sáng đỏ đạt cao nhất vào ngày thứ 7 nhưng vẫn thấp hơn so với mật độ tối đa ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam; lam; trắng. Mật độ tảo ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam phát triển cao nhất (151.822±135 cá thể/mL) khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$) so với nghiệm thức ánh sáng lam (86.022±135 cá thể/mL) và trắng (89.667±115 cá thể/mL) vào ngày thứ 12. Yorio *et al.* (2001), cho khi rau diếp được trồng dưới ánh sáng đỏ bổ sung ánh sáng xanh thì sinh khối đạt cao hơn so với rau diếp được trồng dưới ánh sáng màu đỏ đơn thuần. Điều này cho thấy việc sử dụng ánh sáng đỏ kết hợp với ánh sáng lam cũng có thể phù hợp với tảo, bởi vì chúng có liên quan mật thiết với các loài thực vật trên mặt đất về cấu trúc, sự trao đổi chất và thành phần sinh hóa. Theo Niizawa *et al.* (2014), thì tốc độ hấp thụ bức xạ ánh sáng lam cao hơn ánh sáng đỏ ở vi tảo. Tuy nhiên, bức xạ ánh sáng đỏ tạo ra hiệu quả

năng lượng cho sản xuất sinh khối cao hơn so với ánh sáng lam. Yan và Zheng (2014), xử lý chất thải biogas bằng tảo *Chlorella* sp. cho thấy khi sử dụng ánh sáng đỏ+lam (tỉ lệ 1:9, 3:7, 5:5, 7:3 và 9:1) phù hợp hơn cho sự phát triển của vi tảo so với ánh sáng đỏ; lam và trắng. Trong đó, tỷ lệ ánh sáng đỏ:lam= 5:5 là thích hợp nhất để xử lý chất thải biogas.

Khối lượng khô

Khối lượng khô của tảo ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam cao nhất (1,15±0,01 g/L) khác biệt có ý nghĩa (p<0,05) so với nghiệm thức ánh sáng đỏ (0,69±0,01 g/L); lam (0,75±0,01 g/L) và trắng (0,76±0,03 g/L). Madhyastha và Vatsala (2007), báo cáo rằng *Spirulina fusiformis* được nuôi trong môi trường Zarrouks với nguồn ánh sáng có màu sắc

khác nhau có khối lượng khô tối đa là 0,8 và 0,75 g/L tương ứng với ánh sáng trắng và lam. Chainapong *et al.* (2012), cho rằng trong điều kiện quang tự dưỡng sự phát triển của tảo *S. platensis* dưới ánh sáng đỏ (0,86 g/L) thấp hơn so với ánh sáng trắng (0,96 g/L) và ánh sáng vàng (0,89 g/L).

Khối lượng khô cá thể ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam cao nhất (7,58±0,07 ng/cá thể) khác biệt có ý nghĩa so với nghiệm thức ánh sáng đỏ (7,11±0,06 ng/cá thể); lam (7,13±0,10 ng/cá thể) và trắng (7,08±0,14 ng/cá thể). Điều này có thể chứng tỏ trong quá trình nuôi cá thể tảo ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam là thích hợp với tảo *S. platensis* nên sợi tảo dài và mật độ cao nhất là 151.822±135 cá thể/mL.

Bảng 2: Khối lượng khô của tảo *S. platensis* tại mật độ tảo đạt tối đa ở các nghiệm thức

	Khối lượng khô (g/L)	Khối lượng khô (ng/cá thể)
Ban đầu	0,27±0,01	6,83±0,14
Đỏ (7 ngày)	0,69±0,01 ^a	7,11±0,06 ^a
Đỏ+Lam (12 ngày)	1,15±0,01 ^c	7,58±0,07 ^b
Lam (15 ngày)	0,75±0,01 ^b	7,13±0,10 ^a
Trắng (17 ngày)	0,76±0,03 ^b	7,08±0,14 ^a

Ghi chú: Các trị số trên cùng một cột mang ký tự (a, b, c, d) khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05)

Hàm lượng chlorophyll-a

Hàm lượng chlorophyll-a thấp nhất ở nghiệm thức ánh sáng đỏ (4,28±0,02 mg/L) vào ngày thứ bảy và cao nhất ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam (10,00±0,01 mg/L) vào ngày thứ 10. Kết quả thí nghiệm của Nguyễn Thị Huỳnh Như và *ctv.*, (2013), cho thấy hàm lượng chlorophyll-a ở nghiệm thức ánh sáng trắng (2,71 µg/mL) cao hơn ở nghiệm thức ánh sáng lam và xanh lá cây. Madhyastha và Vatsala, (2007) chứng minh rằng ánh sáng trắng là

điều kiện tốt hơn để tích lũy chlorophyll trong tảo *Spirulina* so với ánh sáng lam và xanh lá cây.

Vào ngày thứ 7, hàm lượng chlorophyll-a ở nghiệm thức ánh sáng đỏ cao hơn có ý nghĩa (p<0,05) so với nghiệm thức ánh sáng lam, trắng và thấp hơn ở nghiệm thức đỏ+lam. Quá trình quang hợp yêu cầu ánh sáng gần các đỉnh hấp thụ của chlorophyll a và b. Bước sóng ánh sáng đỏ là 664 nm nằm giữa đỉnh chlorophyll a và b. Theo Matthijs *et al.*, (1996), thì vi tảo hấp thụ ánh sáng đỏ thông qua sắc tố xanh chlorophyll.

Bảng 3: Hàm lượng chlorophyll-a ở các nghiệm thức màu sắc ánh sáng (mg/L)

Ngày	Đỏ	Đỏ + Lam	Lam	Trắng
1	2,47±0,02 ^a	2,46±0,01 ^a	2,49±0,05 ^a	2,48±0,01 ^a
4	2,75±0,01 ^a	5,69±0,02 ^c	2,84±0,01 ^b	2,76±0,02 ^a
7	4,28±0,02 ^c	7,72±0,01 ^d	4,04±0,03 ^b	3,38±0,01 ^a
10	3,42±0,02 ^a	10,00±0,01 ^d	4,56±0,01 ^b	4,81±0,01 ^c
13	-	9,88±0,11 ^c	4,88±0,01 ^a	6,23±0,01 ^b
16	-	-	6,02±0,01 ^a	7,45±0,01 ^b
19	-	-	-	9,18±0,01

Ghi chú: Các trị số trên cùng một hàng mang ký tự (a, b, c, d) khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê (p<0,05). Dấu gạch ngang được biểu thị cho số liệu không theo dõi

Hàm lượng carotenoid

Hàm lượng carotenoid ở nghiệm thức ánh sáng trắng đạt giá trị cao nhất (231,47±0,23 µg/L) và thấp nhất ở nghiệm thức ánh sáng lam (178,80±0,40 µg/L) (Bảng 4). Tương tự như kết quả của Nguyễn

Thị Huỳnh Như và *ctv.*, (2013), cho thấy hàm lượng carotenoid ở nghiệm thức ánh sáng trắng (1,24 µg/mL) cao hơn so với nghiệm thức ánh sáng lam và xanh lá cây. Chainapong *et al.* (2012), cho rằng trong điều kiện quang tự dưỡng, chất lượng ánh sáng (màu xanh, màu vàng hoặc màu đỏ) có thể ảnh

hường đến các sắc tố carotenoid trong tảo *S. platensis* trong đó hàm lượng carotenoid cao nhất ở

thực nghiệm ánh sáng trắng và thấp nhất ở ánh sáng đỏ và vàng.

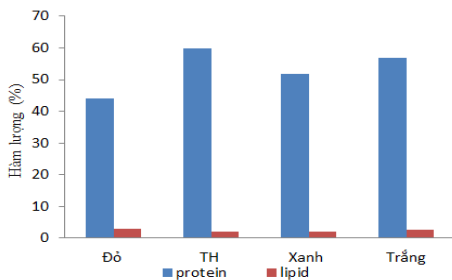
Bảng 4: Hàm lượng carotenoid ở các nghiệm thức màu sắc ánh sáng (µg/L)

Ngày	Đỏ	Đỏ + Lam	Lam	Trắng
1	38,13±0,23 ^a	38,13±0,23 ^a	38,00±0,40 ^a	38,00±0,69 ^a
4	102,93±0,23 ^c	122,93±0,23 ^d	74,13±0,23 ^b	72,93±0,23 ^a
7	182,40±0,40^d	174,00±0,40 ^c	82,80±0,40 ^a	102,00±0,40 ^b
10	134,53±0,83 ^c	192,40±0,40 ^d	90,40±0,00 ^a	129,33±0,23 ^b
13	-	209,60±0,40^c	117,33±0,23 ^d	194,53±0,46 ^a
16	-	-	178,80±0,40^a	231,47±0,23^b
19	-	-	-	213,20±0,40

Ghi chú: Các trị số trên cùng một hàng mang ký tự (a, b, c, d) khác nhau thì khác biệt có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Dấu gạch ngang được biểu thị cho số liệu không theo dõi

Thành phần dinh dưỡng

Hàm lượng protein cao nhất (59,79%) ở nghiệm thức ánh sáng đỏ+lam, thấp nhất (44,17%) ở nghiệm thức ánh sáng đỏ. Bước sóng ánh sáng có thể ảnh hưởng đến thành phần tế bào liên quan đến hàm lượng protein, polysaccharides và lipids (Rivkin, 1989). Wallen và Geen (1971) cho rằng các loài thực vật tăng trưởng ở điều kiện ánh sáng xanh dương, tổng hợp nhiều acid amin và protein hơn ở điều kiện ánh sáng trắng hoặc ánh sáng đỏ.



Hình 4: Thành phần protein và lipid của tảo *S. platensis* ở các nghiệm thức màu sắc ánh sáng

Hàm lượng lipid cao nhất (3,01%) ở nghiệm thức ánh sáng đỏ, thấp nhất (2,06%) ở nghiệm thức ánh sáng lam. Kết quả của Võ Hồng Trung và ctv. (2017), cho thấy sự tích lũy lipid ở tảo *Spirulina* sp. trong điều kiện ánh sáng trắng và đỏ đạt được cao hơn có ý nghĩa ($p = 0,025$) so với trong điều kiện ánh sáng xanh lam. Hultberg et al. (2014), cho rằng chất lượng ánh sáng có ảnh hưởng đáng kể đến năng suất sinh khối, hàm lượng lipid và axit béo đối với tảo *Chlorella vulgaris*.

Điện năng tiêu thụ

Thời gian tảo đạt mật độ tối đa ở các nghiệm thức khác nhau nên mức tiêu thụ điện năng suốt chu kỳ nuôi cũng khác nhau, tương ứng với từng nghiệm thức ánh sáng đỏ, đỏ+lam; lam và trắng là 12,6; 21,6; 54 và 29,4 kW (Bảng 6).

Như vậy, ánh sáng đỏ+lam thích hợp cho nuôi tảo *S. platensis* trong môi trường Zarrouk với mật độ nuôi cấy ban đầu là 40.000 cá thể/mL nhằm đạt được các thông số tối ưu về mật độ cực đại, hàm lượng chlorophyll-a, carotenoid, protein và lipid.

Bảng 6: Điện năng tiêu thụ ở các nghiệm thức (tính đến ngày tảo đạt mật độ tối đa)

Nghiệm thức	Công suất Số đèn sử dụng (W)/ đèn	Số đèn sử dụng	Số giờ sử dụng (h/ngày)	Điện năng tiêu thụ (kW/ngày)	Thời gian tảo đạt mật độ tối đa (ngày)	Điện năng tiêu thụ (kW)
Đỏ	25	3	24	1,8	7	12,6
Đỏ+ Lam	25	3	24	1,8	12	21,6
Lam	25	6	24	3,6	15	54,0
Trắng	36	2	24	1,7	17	29,4

4 KẾT LUẬN

Ánh sáng tổng hợp (đỏ+lam) cho kết quả tốt nhất (so với ánh sáng đỏ, lam và ánh sáng trắng) lên sinh trưởng, phát triển và hàm lượng dinh dưỡng của tảo *S. platensis*. Do đó có thể sử dụng ánh sáng tổng hợp (đỏ+lam) từ đèn LED để thay thế cho ánh sáng trắng trong nuôi tảo *S. platensis* với mật độ nuôi cấy là 40.000 cá thể/mL, sau 12 ngày đạt mật độ tối đa là 151.822± 135 cá thể/mL với hàm lượng

chlorophyll-a cao nhất là 10.045±1,06 µg/L, carotenoid cao nhất là 210±0,40 µg/L. Thành phần dinh dưỡng gồm hàm lượng protein và lipid của tảo *S. platensis* ở nghiệm thức ánh sáng tổng hợp là 59,8% và 2,2% với mức tiêu thụ điện năng 1,8Kw/ngày.

LỜI CẢM ƠN

Chân thành cảm ơn dự án FIRST đã hỗ trợ chúng tôi thực hiện thí nghiệm này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Becker, E. W. and Ventkataraman, L. V., 1984. Production and utilization of the blue-green algae *Spirulina* in India. *Biomass*, 4 (2): 105-125.
- Carvalho, A.P., Silva, S.O., Baptista, J.M. and Malcata, F.X., 2011. Light requirements in microalgal photobioreactors: an overview of biophotonic aspects. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 89 (5): 1275-1288.
- Dillon, J.C., Phuc, A.P. and Dubacq, J.P., 1995. Nutritional value of the algae *Spirulina*. *World Rev. Nutr. Diet.* 77: 32-46.
- Koc, C., Gary A. A, and Kommareddy, A., 2013. Use of Red and Blue Light-Emitting Diodes (LED) and Fluorescent Lamps to Grow Microalgae in a Photobioreactor. *The Israeli Journal of Aquaculture - Bamidgah, IJA.* 65: 797-805.
- Madhyastha, H.K. and Vatsala, T.M., 2007. Pigment production in *Spirulina fusciformis* in different photophysical conditions. *Biomolecular Engineering* 24 (3): 301-305.
- Kumar, M., Kulshreshtha, J. and Singh, G.P., 2011. Growth and biopigment accumulation of cyanobacterium *Spirulina platensis* at different light intensities and temperature. *Brazilian Journal of Microbiology*, 42: 1128 - 1135.
- Matthijs, H.C.P., Balke, H., Hes van, U.M., Kroom, B.M.A., Mur, L.R. and Binot R.A., 1996. Application of light emitting diodes in bioreactors: Flashing light effects and energy economy in algal culture (*Chlorella pyrenoidosa*). *Biotechnol Bioeng* 50: 98-107.
- Hultberg, M., Jönsson, H. L., Bergstrand, K. J and Carlsson, A. S., 2014. Impact of light quality on biomass production and fatty acid content in the microalga *Chlorella vulgaris*. *Bioresource Technology*, Vol. 159: 465-467.
- Godia, F., Albiol, J., Pérez, J., Montesinos, J.L., Creus, N., Cabello, F., Mengual, X., Montras, A. and Lasseur, C., 2002. MELISSA: a loop of interconnected bioreactors to develop life support in space. *J Biotechnol* 99: 319-330.
- Mitchell, S. A and Richmond, A., 1988. Optimization of a growth medium for *Spirulina* based on cattle waste. *Biological Waste*, 25: 41-50.
- Nusch, E.A., 1980. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. *Ergb. Limnol.* 14: 14-36.
- Niizawa, I., Heinrich, J. M. and Irazoqui, H. A., 2014. Modeling of the influence of light quality on the growth of microalgae in a laboratory scale photo-bio-reactor irradiated by arrangements of blue and red LEDs. *Biochemical engineering journal*, 90: 214-223.
- Nguyen Thi Huynh Nhu and Nguyen Huu Hiep, 2014. The effect of pH, dark – light cycle and light colour on the chlorophyll and carotenoid production of *Spirulina* sp. *KKU Res. J.* 19: 190-197.
- Rivkin, R.B., 1989. Influence of irradiation and spectral quality on carbon metabolism of phytoplankton. I. Photosynthesis, chemical composition and growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 55: 291-304.
- Sili, C., Torzillo, G. and Vonshak, A., 2012. In book: *Ecology of Cyanobacteria II: Their Diversity in Space and Time*, Chapter: 25, Publisher: Springer Dordrecht Heidelberg New York London, Editors: B.A. Whitton: 677-705.
- Strickland, J. D. H., and Parsons, T. R., 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis.* Fisheries Res. Board of Canada, Ottawa: 310 .
- Chainapong, T., Traichaiyaporn, S. and Deming, R.L., 2012. Effect of light quality on biomass and pigment production in photoautotrophic and mixotrophic cultures of *Spirulina platensis*. *Journal of Agricultural Technology* 8 (5): 1593-1604.
- Vonshak, A., 1997. *Spirulina platensis (Athrospira): physiology, Cell Biology and Biotechnology.* Taylor and Francis, London: 233.
- Vonshak, A. and Tomaselli, L., 2000. *Arthrospira (Spirulina): systematics and ecophysiology.* In: Whitton, B.A., Potts, M. (Eds.), *Ecology of Cyanobacteria.* Kluwer, The Netherlands: 505-523.
- Võ Hồng Trung, Nguyễn Thị Bích Ngọc, Trần Huỳnh Phong và Nguyễn Thị Hồng Phúc, 2017. Ảnh hưởng của chất lượng ánh sáng lên sự tăng trưởng, hàm lượng carbohydrate và protein ở *Spirulina* sp. *Tạp chí khoa học Trường Đại học sư phạm thành phố Hồ Chí Minh.* 14 (12): 117-126.
- Wang, C.Y., Fu, C.C., and Ciu, Y.C., 2007. “Effects of using light-emitting diodes on the cultivation of *Spirulina platensis*,” *Biochemical Engineering Journal*, 37: 21-25.
- Wallen, D.G. and Geen, G.H., 1971. Light quality in relation to growth, photosynthetic rates and carbon metabolism in two species of marine plankton algae. *Mar Biol* 10 (1): 34-43.
- 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* (Setch. Et Gardner) Geitler. PhD thesis. University of Paris, Paris, France: 83pp.
- Yorio, N.C., Goins G.D., Kagie H.R., Wheeler R.M. and Sager J.C., 2001. Improving spinach radish and lettuce growth under red light-emitting diodes (LEDs) with blue light supplementation. *Hort. Sci.* 36: 380-383.
- Yan, C. and Zheng, Z., 2014. Performance of mixed LED light wavelengths on biogas upgrade and biogas fluid removal by microalga *Chlorella* sp. *Applied Energy.* 113: 1008-1014.