

# NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA CHẾ ĐỘ CHIẾU SÁNG VÀ CHẾ ĐỘ THỦY ĐỘNG TỚI HIỆU QUẢ SẢN XUẤT SINH KHỐI VI KHUẨN LAM *SPIRULINA* TRONG HỆ THỐNG PHOTOBIOREACTOR (PBR)

• KS. Ngô Văn Thoan<sup>(\*)</sup>, ThS. Vũ Xuân Tạo<sup>(\*\*)</sup>, ThS. Vũ Văn Phước<sup>(\*)</sup>,  
ThS. Chu Thị Thủy<sup>(\*\*)</sup>, ThS. Đỗ Thị Tuyền<sup>(\*\*\*)</sup>, ThS. Hoàng Thị Thu Hoàn<sup>(\*\*\*\*)</sup>

## Tóm tắt

Trong bài viết này, chúng tôi tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của chế độ chiếu sáng và chế độ thủy động tới hiệu quả sản xuất sinh khối vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống photobioreactor (PBR). Kết quả nghiên cứu cho thấy điều kiện thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống photobioreactor là: Cường độ ánh sáng là 850 lux với thời gian chiếu sáng là 24/24h, vận tốc dòng chảy vào khoảng từ 0,2 - 0,3 m/s và chế độ thủy động tương thích với khoảng vận tốc trên ứng với giá trị của  $Re$  là  $10^4 - 2.10^4$ .

Từ khóa: *Spirulina*, chiếu sáng, thủy động, sinh khối, photobioreactor.

### 1. Đặt vấn đề

Hiện nay, vi khuẩn lam *Spirulina* được quan tâm nhiều, chúng được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như thực phẩm dinh dưỡng, dược phẩm và công nghiệp hóa mỹ phẩm cho con người bởi vì chúng chứa nhiều chlorophyll, protein, các acid béo thiết yếu, vitamin. Việc phát hiện ra vi khuẩn lam *Spirulina* (1964 - 1965) đã mở ra một hướng phát triển mới. Hàm lượng protein và vitamin trong vi khuẩn lam *Spirulina* rất cao [1]. Ngoài ra *Spirulina* còn chứa nhiều chất khoáng, sắc tố và chất có hoạt tính sinh học khác [3], [4].

Việt Nam đã có rất nhiều nghiên cứu về việc sử dụng vi khuẩn lam *Spirulina* như một nguồn thực phẩm giàu dinh dưỡng [5], cũng như nghiên cứu tối ưu các điều kiện trong quá trình nuôi sinh khối vi khuẩn lam *Spirulina* [6]. Tuy nhiên điều kiện nghiên cứu cũng như việc sản xuất thương mại vi khuẩn lam *Spirulina* được thực hiện chủ yếu trong điều kiện ngoài trời bằng cách sử dụng hệ thống khí hở (các ao tròn và kênh dẫn nước) và ánh sáng mặt trời tự nhiên, đơn giản là do tính kinh tế của quy trình sản xuất. Việc nuôi lấy sinh khối *Spirulina* bằng điều kiện nuôi hở luôn tồn tại nhiều khó khăn như khó kiểm soát các điều

kiện thích hợp cho sinh trưởng, không ổn định, khó kiểm soát chất lượng sinh khối và quan trọng nhất là nguy cơ ô nhiễm rất cao, từ đó gây phức tạp cho các quá trình chế biến về sau. Chính vì thế, trên thế giới hiện nay đã dần từ bỏ nuôi theo phương pháp truyền thống (ví dụ như Ý, Israel, Đức...), thay vào đó là việc nghiên cứu và ứng dụng hệ thống kín quang phản ứng sinh học (photobioreactor - PBR) và ngày càng có nhiều kiểu thiết kế khác nhau nhằm hoàn thiện và nâng cao công nghệ nuôi. Tuy nhiên, nghiên cứu hệ thống ống để nuôi vi khuẩn lam *Spirulina* không phải là điều dễ dàng, nhất là khâu tối ưu từng điều kiện ảnh hưởng.

Do đó đặt vấn đề nghiên cứu sự ảnh hưởng của chế độ ánh sáng và chế độ thủy động lên sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống quang phản ứng sinh học hình ống có thể cho phép ta đưa ra một chế độ thủy động kết hợp với chế độ chiếu sáng thích hợp cho việc nuôi sinh khối vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống ống với năng suất cao nhất.

## 2. Nguyên liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Nguyên liệu nghiên cứu

- Giống *Spirulina* được cung cấp bởi Công ty trách nhiệm hữu hạn Vina Tảo, Hà Nội.

- Hệ thống PBR có thể tích 0,18 m<sup>3</sup> được thiết kế bằng ống thủy tinh không chì của Công ty cổ phần Rạng Đông bao gồm hai loại ống có chiều dài 1.260 mm và 660 mm, đường kính ống 32 mm, được kết nối bởi nút nhựa góc 90° và ống nhựa mềm tạo nên một chiều dài đường đi cho dịch

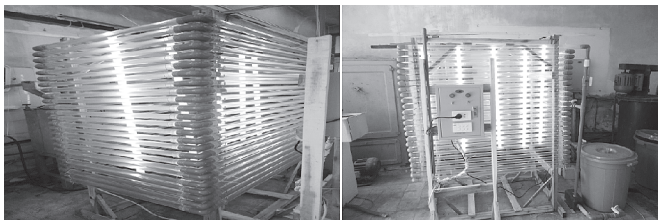
(\*) Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ Sinh học - VINA.TSA.

(\*\*) Nghiên cứu sinh, Trung tâm Nghiên cứu và Chuyển giao Công nghệ Sinh học - VINA.TSA.

(\*\*\*) Trường Đại học Khoa học - Đại học Thái Nguyên.

(\*\*\*\*) Trường Đại học Tân Trào.

*Spirulina* khoảng 80 m và dạng xoắn theo chiều từ trên xuống dưới với tiết diện dàn ống là hình chữ nhật. Hệ thống dùng bơm ly tâm loại cánh guồng bằng sứ với công suất 200 W, với ưu điểm không tạo những dòng xoáy mạnh và áp suất lớn trong bơm nên đảm bảo cho *Spirulina* không bị chấn thương. Toàn bộ dàn ống được đặt trên khung chữ nhật bằng gỗ, đỡ bằng vít chữ L vít sâu vào thanh gỗ. Hệ thống đèn chiếu bao gồm 5 đèn huỳnh quang chiếu sáng loại T10, công suất 40 W, được đặt trong lồng dàn ống nhằm mục đích tận dụng tối đa ánh sáng. Khi hệ thống hoạt động, dịch *Spirulina* từ thùng chứa được bơm ly tâm đưa vào hệ thống ở vị trí ống trên cùng, chảy qua chiều dài 80 m ống theo chiều xoắn hình chữ nhật với góc nghiêng  $\approx 2^\circ$ , tuần hoàn trở lại thùng. Nhiệt độ dịch *Spirulina* trong thùng được giữ 23 - 24°C bằng bộ ổn nhiệt.



Hình 1. Hệ thống PBR thiết kế dùng trong nghiên cứu

## 2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp xác định nồng độ vi khuẩn lam *Spirulina*: Nồng độ được xác định thông qua đường chuẩn thể hiện mối quan hệ giữa nồng độ *Spirulina* và độ hấp thụ quang (OD) của dịch *Spirulina* tại bước sóng 560 nm. Chỉ số OD được đo trực tiếp trên máy quang phổ hấp thụ khả kiến UV-VIS, Đức. Tất cả thí nghiệm đều được tiến hành bắt đầu từ nồng độ vi khuẩn lam *Spirulina* 0,2 mg/l.

- Phương pháp xác định cường độ ánh sáng: Cường độ ánh sáng được đo bằng máy đo cường độ ánh sáng Lx-1010BS, Trung Quốc.

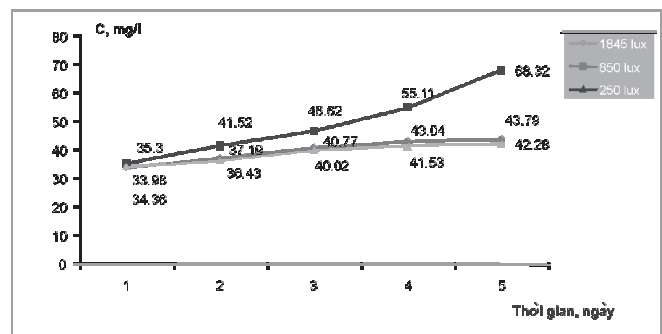
- Phương pháp xác định dịch nhớt của vi khuẩn lam *Spirulina*: Độ nhớt được đo bằng máy đo độ nhớt ELCOMETER - 2300RV1 - L, Anh.

- Phương pháp xác định tốc độ dòng chảy: Tốc độ dòng chảy được tiến hành xác định thông qua việc đo lưu lượng chảy bằng cách sử dụng ống đo lưu lượng có thể tích 2 lít và bấm thời gian chảy đầy ống đo bằng đồng hồ bấm giây.

## 3. Kết quả và thảo luận

### 3.1. Ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng tới sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina*

Cường độ chiếu sáng là một trong nhiều yếu tố quan trọng ảnh hưởng tới sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina*. Thí nghiệm được tiến hành ở các điều kiện cường độ chiếu sáng khác nhau: 250 lux; 850 lux; 1845 lux. Sự ảnh hưởng của cường độ chiếu sáng tới sự sinh trưởng của *Spirulina* được thể hiện qua nồng độ vi khuẩn lam *Spirulina* ở các điều kiện chiếu sáng khác nhau sau 1-5 ngày nuôi. Kết quả được thể hiện trong Hình 2.



Hình 2. Sự sinh trưởng của *Spirulina* ở các cường độ chiếu sáng khác nhau

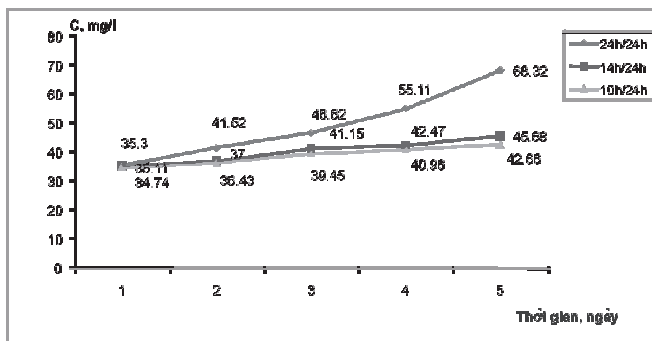
Tại cường độ ánh sáng 1845 lux, nồng độ *Spirulina* sau 5 ngày nuôi đạt 43,79 mg/l tương ứng với tốc độ tăng trưởng đạt 0,058/ngày, ở cường độ ánh sáng 850 lux nồng độ vi khuẩn lam *Spirulina* sau 5 ngày nuôi là 68,32mg/l tương ứng với tốc độ tăng trưởng là 0,154/ngày, còn tại cường độ ánh sáng thấp nhất là 250 lux nồng độ vi khuẩn lam *Spirulina* đạt 42,28 mg/l tương ứng với tốc độ tăng trưởng đạt 0,048/ngày. Từ Hình 2, biểu thị mối quan hệ sự tăng trưởng của *Spirulina* và thời gian có thể thấy trong 1, 2 ngày đầu thì *Spirulina* sinh trưởng không có sự khác biệt lớn ở cả 3 cường độ ánh sáng, từ ngày thứ 3 trở đi thì sinh trưởng của *Spirulina* có sự khác biệt rõ ràng và lớn nhất tại cường độ ánh sáng là 850 lux, nhỏ nhất tại 250 lux.

Nguồn năng lượng để *Spirulina* sinh trưởng và phát triển là quang năng. Do đó cường độ chiếu sáng là yếu tố quan trọng quyết định tốc độ sinh trưởng của *Spirulina*. Mức độ ảnh hưởng của cường độ ánh sáng đến sinh trưởng của *Spirulina* là khác nhau trong mỗi giai đoạn phát triển, khi vi khuẩn lam *Spirulina* đang trong giai đoạn đầu

của phát triển thì cường độ ánh sáng ảnh hưởng ít đến sinh trưởng, còn trong giai đoạn trưởng thành thì cần một cường độ ánh sáng lớn hơn giai đoạn đầu. Tuy nhiên vi khuẩn lam *Spirulina* chỉ phát triển tốt nhất trong khoảng cường độ nhất định, cụ thể trong thí nghiệm này thì cường độ ánh sáng thích hợp nhất cho sự phát triển là 850 lux và phát triển kém ở 1845 lux điều này có thể cho thấy là cường độ ánh sáng lớn quá gây ức chế cho sự phát triển của vi khuẩn lam *Spirulina*.

### 3.2. Ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng tới sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina*

Thí nghiệm xác định ảnh hưởng thời gian chiếu sáng đến sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* được tiến hành ở cường độ ánh sáng 850 lux, với 3 thí nghiệm thay đổi về thời gian chiếu sáng lần lượt là 24/24 h, 14/24 h, 10/24 h. Kết quả được thể hiện trong Hình 3.



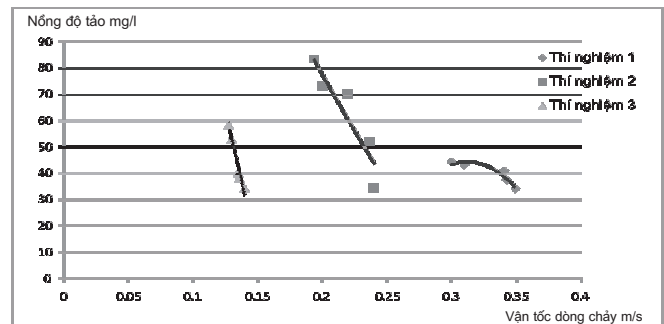
Hình 3. Sự sinh trưởng của *Spirulina* ở các thời gian chiếu sáng khác nhau

Hình 3 biểu diễn sự tăng trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* khi nuôi trong hệ thống ở 3 thời gian chiếu sáng khác nhau. Sau 5 ngày nuôi, với thời gian chiếu sáng là 24/24 h thì nồng độ *Spirulina* đạt giá trị lớn nhất là 68,32 mg/l tương ứng với tốc độ tăng trưởng là 0,154/ngày; với thời gian chiếu sáng là 14/24 h thì nồng độ *Spirulina* đạt được là 45,68 mg/l tương ứng với tốc độ sinh trưởng là 0,066/ngày; với thời gian chiếu sáng là 10/24 h thì nồng độ *Spirulina* đạt 42,66 mg/l tương ứng với tốc độ sinh trưởng là 0,051/ngày. Trong ngày đầu tiên thì sự sinh trưởng của *Spirulina* với các thời gian chiếu sáng khác nhau không có sự khác biệt nhiều, từ ngày thứ 2 trở đi có sự khác biệt rõ và lớn nhất ở thời gian chiếu sáng là 24/24 h. Như vậy qua thí nghiệm nghiên cứu ảnh hưởng của thời gian chiếu sáng đến sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* cho thấy chế độ ánh

sáng thích hợp cho *Spirulina* sinh trưởng và phát triển tốt là chiếu sáng liên tục 24/24 h.

### 3.3. Ảnh hưởng của chế độ thủy động tới sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina*

Vận tốc dòng chảy ảnh hưởng tới sự sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina*. Trong thí nghiệm này, chúng tôi đã thực hiện ở 3 vận tốc ban đầu của dòng chảy là 0,35 m/s; 0,24 m/s; 0,14 m/s. Trong thời gian nuôi là 5 ngày, sinh khối *Spirulina* hầu như sẽ tăng do ít có lượng tế bào già chết đi, từ đó có thể nhận thấy vận tốc dòng chảy sẽ giảm dần trong quá trình thí nghiệm. Kết quả về sự thay đổi nồng độ *Spirulina* và vận tốc dòng chảy theo ngày nuôi được thể hiện trong Hình 4.

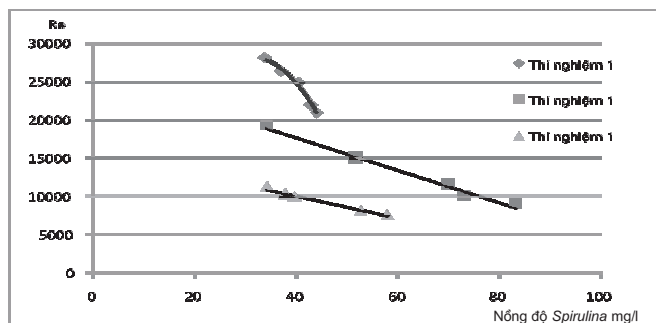


Hình 4. Sự sinh trưởng của *Spirulina* ở các khoảng vận tốc dòng chảy khác nhau

Vận tốc dòng chảy trong ống lớn sẽ giúp tăng hiệu suất sử dụng ánh sáng do đảo trộn các lớp *Spirulina* trong ống, mặt khác cũng tăng khả năng trao đổi khí giữa môi trường và vi khuẩn lam *Spirulina*. Nhưng nếu vận tốc chảy quá lớn sẽ làm giảm sự phát triển của vi khuẩn lam *Spirulina*, thậm chí gây tổn thương cho tế bào *Spirulina* do những va đập thủy lực mạnh. Điều này được nhìn thấy rõ qua Hình 4, ở vận tốc dòng chảy trong khoảng 0,3 - 0,35 m/s sẽ làm sinh khối *Spirulina* đạt nồng độ thấp với tốc độ tăng trưởng nhỏ 0,066/ngày, với vận tốc chảy từ 0,1 - 0,2 m/s mặc dù nồng độ *Spirulina* có tăng rõ rệt nhưng tốc độ tăng trưởng vẫn tương đối nhỏ 0,131/ngày, sai khác tới 41% so với trường hợp vận tốc trong khoảng 0,2 - 0,3 m/s. Từ đó cho phép kết luận vận tốc thích hợp để nuôi *Spirulina* trong hệ thống hình ống là trong khoảng 0,2 - 0,3 m/s.

Sự tăng trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* kéo theo sự thay đổi độ nhớt của dịch *Spirulina* [2]. Các thí nghiệm khảo sát trong nghiên cứu này thực hiện ở nồng độ *Spirulina* tương đối thấp và

nồng độ *Spirulina* cuối của thí nghiệm chỉ đạt mức 90 mg/l. Do đó chế độ thủy động trong trường hợp này còn có thể đánh giá thông qua chuẩn số Reynolds (Re). Số liệu về độ nhớt dịch *Spirulina* được đo hằng ngày vào thời điểm 8h30 và không chế nhiệt độ dịch ở 23°C, khối lượng riêng của dịch *Spirulina* là  $0.99975702 \cdot 10^3 \text{ kg.m}^3$ . Kết quả thể hiện sự thay đổi của chuẩn số Re trong quá trình sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* được thể hiện trong Hình 5.



Hình 5. Sự thay đổi giá trị Re trong quá trình sinh trưởng của *Spirulina*

Từ Hình 5 cho thấy vi khuẩn lam *Spirulina* phát triển tốt nhất trong khoảng Re từ 10000 - 20000, tương thích với vận tốc dòng chảy từ 0,2 - 0,3 m/s. Từ đó có thể chọn chế độ thủy động Re bằng 19195 là chế độ thích hợp để nuôi trồng vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống hình ống.

#### 4. Kết luận

Cường độ ánh sáng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống quang phản ứng PBR hình ống là 850 lux.

Thời gian chiếu sáng thích hợp cho sinh trưởng và phát triển của vi khuẩn lam *Spirulina* trong hệ thống PBR là 24/24 h.

Vận tốc thích hợp cho sinh trưởng của vi khuẩn lam *Spirulina* trong PBR, hạn chế gây tổn thương do đảo trộn vào khoảng từ 0,2 - 0,3 m/s. Chế độ thủy động tương thích với khoảng vận tốc trên ứng với giá trị của Re là  $10^4 - 2 \cdot 10^4$ .

#### Tài liệu tham khảo

- [1]. Babadzhyanov A. S., Abdusamatova N., Yusupova F. M., Faizullaeva N., Mezhlumyan L. G., Malikova M. Kh. (2004), "Chemical Composition of *Spirulina Platensis* Cultivated in Uzbekistan", *Chemistry of Natural Compounds*, 40 (3), p. 276-279.
- [2]. Carozzi P., Ena A., Carnevale S. (2005), "Hydrodynamic alterations during cyanobacteria (*Arthrospira platensis*) growth from low to high biomass concentration inside tubular photobioreactors", *Biotechnology progress*, 21 (2), p. 416-422.
- [3]. Ciferri O., Tiboni O. (1985), "The biochemistry and industrial potential of *Spirulina*", *Annu. Rev. Microbiol.*, (39), p. 503-526.
- [4]. Dillon J. C., Phuc A. P., Dubacq J. P. (1995), "Nutritional value of the alga *Spirulina*", *World Rev. Nutr. Diet.*, (77), p. 32-46.
- [5]. Nguyễn Thị Kiều, Nguyễn Hữu Phước Trang (2012), "Nghiên cứu bổ sung tảo *Spirulina* để nâng cao chất lượng dinh dưỡng bánh hamburger", *Kỷ yếu Hội nghị Sinh viên Nghiên cứu Khoa học lần thứ 8 Đại học Đà Nẵng*, tr. 1-12.
- [6]. Dương Thị Hoàng Oanh, Nguyễn Thị Kim Liên (2011), "Nghiên cứu kỹ thuật nuôi sinh khối tảo *Spirulina platensis*", *Kỷ yếu Hội nghị Khoa học Thủy sản lần 4 Đại học Cần Thơ*, tr. 314-325.

#### A STUDY ON THE EFFECT OF LIGHT REGIME AND HYDRODYNAMICS REGIME ON PRODUCING SPIRULINA BIOMASS IN THE PHOTOBIOREACTOR SYSTEM (PBR)

##### Summary

In this research, we examined the effects of light regime and hydrodynamics regime on the productivity of *Spirulina* biomass in photobioreactor system (PBR). The results indicated that the optimal conditions for the growth of *Spirulina* in the photobioreactor system were: light intensity 850 lux, lighted duration 24h/24h, velocity in the range between 0.2 - 0.3m/s and the hydrodynamic regime for the above velocity compatible to Re value of  $10^4-2 \cdot 10^4$ .

Key words: *Spirulina*, light, hydrodynamic, biomass, photobioreactor.

Ngày nhận bài: 04/5/2015; Ngày nhận lại: 11/9/2015; Ngày duyệt đăng: 10/10/2015.