

**ẢNH HƯỞNG CỦA CARBON VÀ CƯỜNG ĐỘ ÁNH SÁNG KHÁC NHAU  
LÊN SỰ SINH TRƯỞNG CỦA VI TẢO  
*CHAETOCEROS SUBTILIS* VAR. *ABNORMIS* PROSCHKINA-LAVRENKO**

PHẠM THỊ HỒNG\*, VÕ HỒNG TRUNG\*\*, LÊ THỊ TRUNG\*\*\*

**TÓM TẮT**

*Carbon và ánh sáng là nhân tố quan trọng tác động đến hầu hết các quá trình biến dưỡng, góp phần vào sự sản xuất sinh khối của tảo. Bài báo khảo sát ảnh hưởng của carbon dưới tác dụng của cường độ ánh sáng khác nhau lên sự sinh trưởng của vi tảo *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko. Kết quả cho thấy loài này sinh trưởng tốt nhất trên môi trường ESAW bổ sung carbon ở nồng độ 4000 $\mu$ mol/L ở cường độ ánh sáng 120 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s.*

**Từ khóa:** tảo silic, *Chaetoceros*, Carbon.

**ABSTRACT**

***Effects of carbon and different light intensities on the growth of *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko***

*Carbon and light are important factors affecting most of the metabolism, which contributes to the production of algal biomass. The article studies the effects of carbon, under the impacts of different light intensities, on the growth of *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko. The results show that in the ESAW medium supplemented with carbon at the concentrations of 4000 $\mu$ mol/L and in light intensity of 120 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, the growth and physiology of cells are best.*

**Keywords:** diatoms, *Chaetoceros*, Carbon.

**1. Mở đầu**

Nuôi trồng vi tảo được bắt đầu nghiên cứu từ cuối thế kỉ XIX và trở thành một trong những thành tựu quan trọng đối với ngành nuôi trồng thủy sản vì giải quyết được phần nào khó khăn trong việc cung cấp thức ăn đủ chất lượng và số lượng cho ấu trùng các loài thủy sản. Trong đó, chi *Chaetoceros* là một trong những giống được ưa dùng nhất vì có kích thước nhỏ và chất lượng dinh dưỡng cao. Từ năm 1940, Fujinaga

đã nuôi thành công *Skeletonema* và *Chaetoceros* sp. làm thức ăn cho ấu trùng tôm *Penaeus japonicus*. Trước đó (năm 1910), Allen và Nelson đã dùng tảo silic để làm thức ăn cho một số động vật không xương sống. Tại Nhật Bản, việc nuôi tảo silic *Skeletonema* sp. và *Chaetoceros* sp. làm thức ăn là điều kiện đầu tiên đối với việc nuôi ấu trùng tôm (Đặng Đình Kim và Đặng Hoàng Phước Hiền, 1993).

Nhìn chung, đa số vi tảo đều có nhu cầu bắt buộc về C, N, P và Si (Đặng Đình Kim và Đặng Hoàng Phước Hiền, 1993). Nhưng các nghiên cứu về ảnh hưởng của DIC (carbon vô cơ hòa tan - dissolved

\* CN, Trường Đại học Sư phạm TPHCM

\*\* NCS, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên ĐHQG TPHCM

\*\*\* TS, Trường Đại học Sư phạm TPHCM

inorganic carbon) lên sự tổng hợp C hữu cơ ở tế bào tảo còn ít. Theo Giordano *et al.* (1994), ở tảo *Dunaliella salina*, C hữu cơ được tăng cường tổng hợp khi cung cấp DIC ở nồng độ cao. Mặt khác, cường độ ánh sáng có thể ảnh hưởng mạnh đến các quá trình sinh hóa ở tảo, đặc biệt là quá trình quang hợp. Vì vậy, cường độ quang hợp của tảo cao hơn ở khu vực có nhiều ánh sáng mặt trời so với các khu vực có ít ánh sáng. Do đó, tảo và các sinh vật quang tự dưỡng khác phải sống trong các tầng trên của cột nước, nơi có đủ ánh sáng.

## 2. Vật liệu – phương pháp

### 2.1. Vật liệu

*Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko (*C. subtilis*) được Võ Hồng Trung phân lập từ mẫu nước biển thu tại vùng ven bờ biển Cần Giờ - TPHCM và lưu giữ tại Phòng thí nghiệm Sinh lí Thực vật, Trường Đại học Sư phạm TPHCM.

### 2.2. Phương pháp

#### 2.2.1. Môi trường nuôi cấy

Các thí nghiệm được thực hiện trên môi trường ESAW (Harrison *et al.*, 1980, Berges *et al.*, 2001). Các dung dịch gốc và vitamin được giữ ở 4°C trong tối. Môi trường được điều chỉnh pH =  $8,2 \pm 0,2$  và sử dụng trong vòng 24 giờ sau khi pha.

#### 2.2.2. Điều kiện nuôi cấy

Tảo được nuôi cấy theo phương pháp mẻ bán liên tục (Wood *et al.*, 2005) trong bình tam giác 250ml với 125ml môi trường. Mật độ xuất phát là 5000tb/ml. Chu kì sáng: tối 12:12, nhiệt độ  $26 \pm 2^\circ\text{C}$ . Các thí nghiệm được bố trí trong điều kiện nuôi cấy lỏng lắc với cường độ 60

vòng/phút. Môi trường nuôi cấy là ESAW, pH=8,2.

#### 2.2.3. Quan sát hình thái tế bào

*C. subtilis* được quan sát mỗi ngày dưới kính hiển vi quang học (X10 và X40).

#### 2.2.4. Mật độ tế bào và đường cong tăng trưởng

Mật độ tế bào được xác định thông qua việc đếm số lượng tế bào tảo hàng ngày. Mẫu được lấy và cố định bằng lugol mỗi ngày với 3ml và bổ sung với lượng môi trường ESAW tương đương đã lấy. Số lượng tế bào được đếm bằng buồng đếm hồng cầu có độ sâu 0,1mm và diện tích ô vuông 1mm<sup>2</sup>. Mật độ tế bào được tính toán theo công thức Guillard và Sieracki (2005). Đường cong tăng trưởng được xác định thông qua mật độ tế bào đếm hàng ngày.

#### 2.2.5. Đo cường độ quang hợp và hô hấp

Cường độ quang hợp và hô hấp của *C. subtilis* được đo mỗi ngày bằng máy Hansatech theo thời gian tăng trưởng của tảo, với 1,5ml mẫu cho mỗi lần đo.

Điều kiện đo: 25°C, tốc độ khuấy 5 vòng/phút ở cường độ ánh sáng đỏ 500 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  (cho quang hợp) và trong tối (cho hô hấp).

#### 2.2.6. Khảo sát ảnh hưởng của carbon ở các cường độ ánh sáng khác nhau lên sự sinh trưởng của *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko

*C. subtilis* được nuôi trên môi trường ESAW bổ sung C (NaHCO<sub>3</sub>) ở các nồng độ khác nhau (bảng 2.1). Quan sát hình thái, mật độ tế bào, đường cong sinh trưởng, tốc độ sinh trưởng, đo cường độ quang hợp và hô hấp. Từ đó, xác định

nồng độ C và cường độ ánh sáng thích hợp cho sự sinh trưởng của *C. subtilis*. Mẫu được nuôi thích nghi trên môi trường ESAW loại bỏ hoàn toàn C dưới

tác dụng của cường độ ánh sáng  $20 \pm 5 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  trước khi tiến hành thí nghiệm, mật độ tế bào xuất phát là 5000 tế bào/ml.

**Bảng 2.1.** Thí nghiệm ảnh hưởng của C ( $\text{NaHCO}_3$ ) ở các nồng độ dưới tác dụng của cường độ ánh sáng khác nhau lên sự sinh trưởng của *C. subtilis*

Cường độ ánh sáng ( $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ )	Nồng độ Carbon ( $\text{NaHCO}_3$ ) ( $\mu\text{mol}/\text{l}$ )	Kí hiệu
40	500	500+40
	2000	2000+40 (Đối chứng)
	4000	4000+40
120	500	500+120
	2000	2000+120
	4000	4000+120

2.2.7. Phân tích thống kê số liệu

Thao tác lấy mẫu được thực hiện trong tủ cấy vô trùng. Thời gian lấy mẫu cố định. Mẫu được lắc kỹ trước khi lấy.

Số lần lặp lại của mỗi thí nghiệm được xác định theo công thức:

$$(r-1).(t-1) \geq 12$$

Trong đó:

- r: số lần lặp lại

- t: số nghiệm thức (Nguyễn

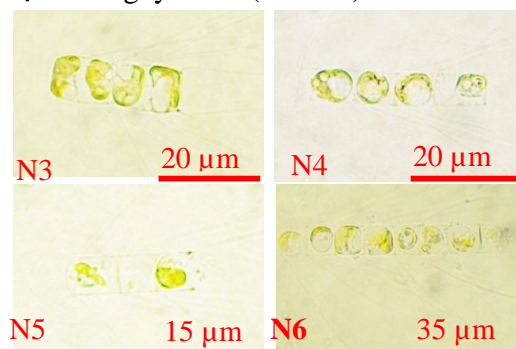
Minh Châu, 2006)

Các số liệu được xử lý thống kê bằng chương trình SPSS (*Statistical Program Scientific System*) phiên bản 11.5 dùng cho Windows. Các giá trị khác biệt có mức ý nghĩa ở mức  $p = 0,05$  được biểu diễn thông qua các mẫu tự khác nhau. Các biểu đồ được vẽ bằng phần mềm Microsoft Excel 2007.

3. Kết quả

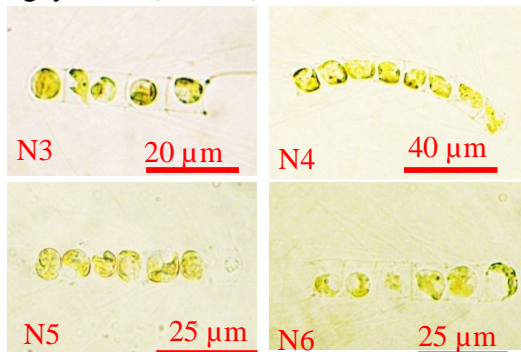
3.1. Hình thái tế bào

Môi trường 500+40, chuỗi tế bào dài khoảng 3 – 8 tb/chuỗi, thể sắc tố nhạt màu và chiếm 1/2 thể tích tế bào trong suốt thời gian khảo sát. Thể sắc tố thoát mạnh từ ngày thứ 6 (ảnh 3.1).



**Ảnh 3.1.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung  $500 \mu\text{mol}/\text{L}$  C ở cường độ ánh sáng  $40 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

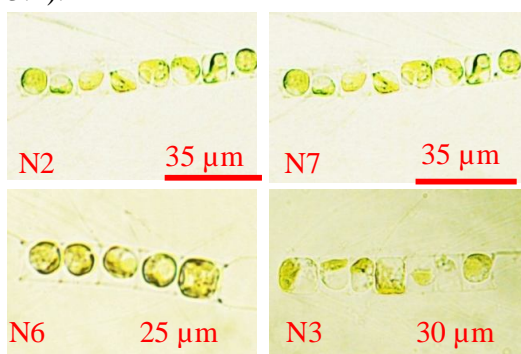
Môi trường 500 + 120, có 3 – 8 tb/chuỗi, thể sắc tố chiếm toàn bộ thể tích tế bào, đậm màu từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 5; sau đó, nhạt dần và chiếm 1/2 thể tích tế bào. Xuất hiện hiện tượng thoát sắc tố ở ngày thứ 5 và diễn ra mạnh từ ngày thứ 6 (ảnh 3.2).



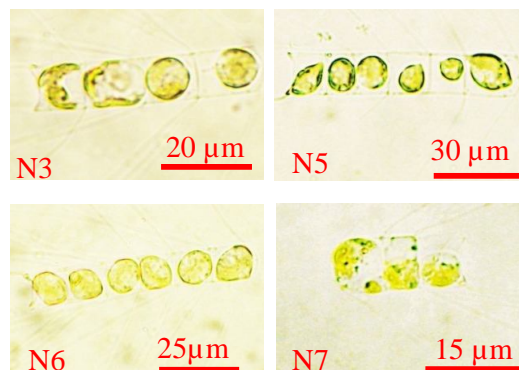
**Ảnh 3.2.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung 500μmol/L C ở cường độ ánh sáng 120μmol/m<sup>2</sup>/s

Môi trường đối chứng và môi trường 2000+120, chuỗi tế bào dài khoảng 3 – 8 tb/chuỗi từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6. Thể sắc tố đậm màu, chiếm toàn bộ thể tích tế bào từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6.

Sau đó, nhạt dần và chiếm 1/2 thể tích tế bào từ ngày thứ 7 (ảnh 3.3, ảnh 3.4).



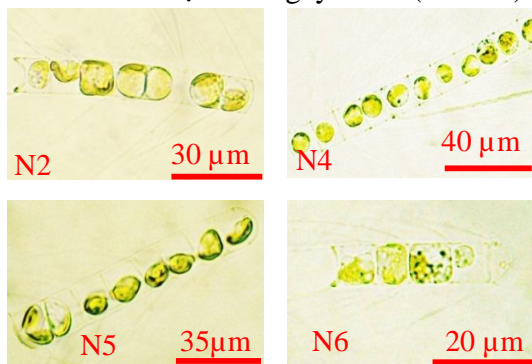
**Ảnh 3.3.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường đối chứng



**Ảnh 3.4.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung 2000μmol/L C ở cường độ ánh sáng 120μmol/m<sup>2</sup>/s

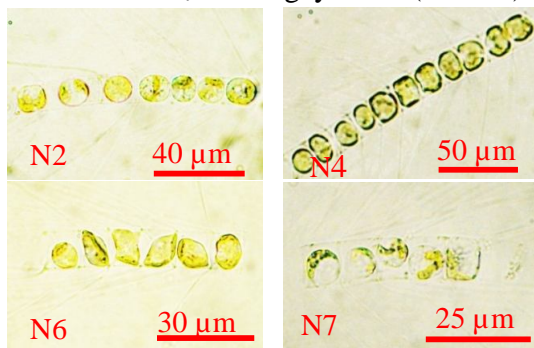
Môi trường ESAW bổ sung 4000μmol/L C, chuỗi tế bào dài khoảng 3–8 tb/chuỗi trong hầu hết thời gian khảo sát. Riêng ngày thứ 4, ở cả 2 cường độ ánh sáng có 8–12 tb/chuỗi (ảnh 3.5, ảnh 3.6).

Trên môi trường 4000+40, thể sắc tố đậm màu, chiếm toàn bộ thể tích tế bào từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 5; sau đó, sắc tố nhạt dần và chiếm 1/2 thể tích tế bào, sắc tố thoát mạnh từ ngày thứ 6 (ảnh 3.5).



**Ảnh 3.5.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung 4000μmol/L C ở cường độ ánh sáng 40μmol/m<sup>2</sup>/s

Trên môi trường 4000+120, thể sắc tố đậm màu, chiếm toàn bộ thể tích tế bào từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6; sau đó, sắc tố nhạt dần và chiếm 1/2 thể tích tế bào, sắc tố thoát mạnh từ ngày thứ 7 (ảnh 3.6).



**Ảnh 3.6.** Hình thái tế bào *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung 4000 $\mu\text{mol/L}$  C ở cường độ ánh sáng 120 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$

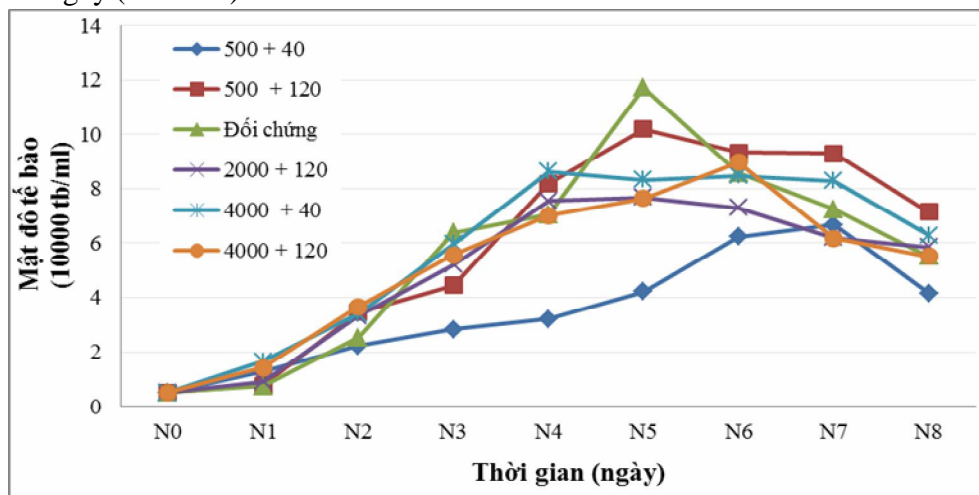
### 3.1.1. Đường cong tăng trưởng

Trên cả 3 môi trường ESAW bổ sung 500 $\mu\text{mol/L}$ , 2000 $\mu\text{mol/L}$  và 4000 $\mu\text{mol/L}$  C ( $\text{NaHCO}_3$ ) dưới tác dụng của cường độ ánh sáng 40 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$  và 120 $\mu\text{mol/m}^2/\text{s}$ , đường cong tăng trưởng có dạng hình chữ S và đều có pha thích nghi 1 ngày (hình 3.1).

Pha tăng trưởng trên môi trường 2000+120, 4000+40 kéo dài từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 4, đạt mật độ tế bào cực đại ở ngày thứ 4 và duy trì tương đối ổn định từ ngày thứ 4 đến ngày thứ 7, sau đó bắt đầu suy vong (hình 3.1).

Pha tăng trưởng trên môi trường 500+120 và đối chứng kéo dài từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 5, mật độ tế bào đạt cực đại ở ngày thứ 5 và cao hơn hẳn so với các môi trường còn lại, suy vong ở các ngày tiếp sau (hình 3.1).

Đường cong tăng trưởng trên môi trường 4000+120 tuy có thấp hơn so với đối chứng nhưng có thời gian tăng trưởng dài từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 6. Mật độ tế bào đạt cực đại ở ngày thứ 6, sau đó bước vào pha suy vong. Môi trường 500+40 có pha tăng trưởng dài nhất, từ ngày thứ 1 đến ngày thứ 7 nhưng mật độ tế bào thấp hơn so với đối chứng và các môi trường còn lại (hình 3.1).



**Hình 3.1.** Đường cong tăng trưởng của *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung C ( $\text{NaHCO}_3$ ) ở các nồng độ dưới tác dụng của cường độ ánh sáng khác nhau

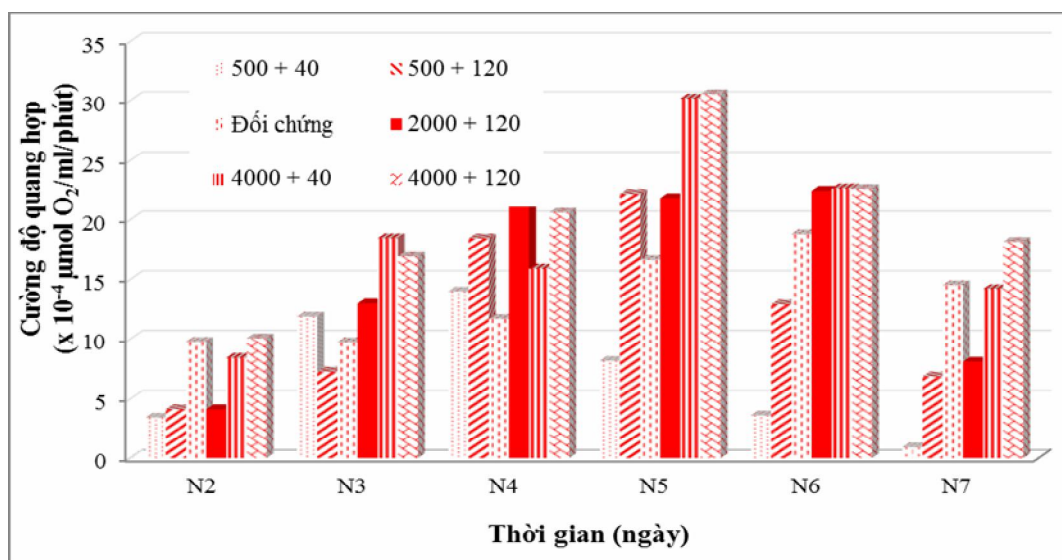
3.1.2. Cường độ quang hợp (CDQH)

CDQH tăng dần từ ngày thứ 2, đạt cực đại ở ngày thứ 4 (500+40), ở ngày thứ 5 (4000+40, 4000+120, 500+120), ở ngày thứ 6 (đối chứng). Môi trường 2000+120, CDQH đạt mức cao ở ngày thứ 4 và duy trì ổn định đến ngày thứ 6. Các ngày tiếp sau CDQH giảm dần (hình 3.2).

Đặc biệt, CDQH cao hơn và có sự khác biệt so với đối chứng và các môi

trường còn lại ở ngày thứ 5 trên môi trường bổ sung 4000 $\mu$ mol/L C ở cả 2 cường độ ánh sáng. Nhưng ở nồng độ này, không có sự khác biệt giữa 2 cường độ ánh sáng (hình 3.2).

Trong khi đó, trên môi trường ESAW có nồng độ C thấp (500 $\mu$ mol/L C) ở cường độ ánh sáng 120 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, CDQH cao hơn và khác biệt với nồng độ này ở cường độ ánh sáng 40 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s (hình 3.2).



Hình 3.2. Cường độ quang hợp của *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung C ở các nồng độ dưới tác dụng của cường độ ánh sáng khác nhau

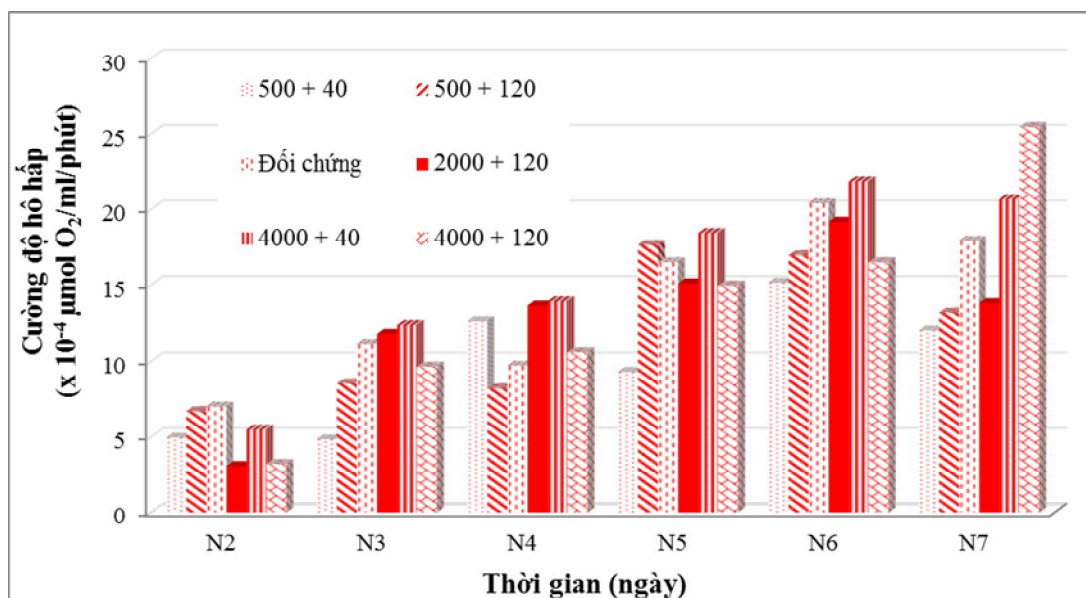
3.1.3. Cường độ hô hấp (CDHH)

CDHH của tế bào *C.subtilis* ở môi trường 500+40 tăng không ổn định từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 6 và đạt cực đại ở ngày thứ 6 (hình 3.3).

Trong khi đó, CDHH của tế bào trên môi trường 500+120 tăng từ ngày thứ 2 đến ngày thứ 5, đạt mức cao và ổn

định từ ngày thứ 5 đến ngày thứ 6 (hình 3.3).

CDHH trên môi trường đối chứng, 2000+120, 4000+40 tăng từ ngày thứ 2, đạt cực đại và cao hơn các môi trường còn lại ở ngày thứ 6. Môi trường 4000+120 tăng ổn định từ ngày thứ 2, đạt cực đại và cao hơn so với các môi trường khác ở ngày thứ 7 (hình 3.3).



**Hình 3.3.** Cường độ hô hấp của *C. subtilis* trên môi trường ESAW bổ sung C ở các nồng độ dưới tác dụng của cường độ ánh sáng khác nhau

**3.2. Thảo luận**

Nhìn chung, ở cùng nồng độ C dưới ảnh hưởng của cường độ ánh sáng 120 μmol/m<sup>2</sup>/s, *C. subtilis* tăng trưởng mạnh, CDQH và CĐHH cũng cao hơn so với ảnh hưởng của cường độ ánh sáng 40 μmol/m<sup>2</sup>/s. Theo Park (2011), sự phân chia tế bào và chu kì tế bào, sự thay đổi hình thái học của tế bào, sự tổng hợp và hàm lượng carotenoid, diệp lục tố của *Haematococcus pluvialis* đều bị ảnh hưởng bởi cường độ ánh sáng. Cường độ ánh sáng trong khoảng từ 60 đến 90 μmol/m<sup>2</sup>/s, các tế bào tảo *Haematococcus pluvialis* tăng trưởng tốt nhất. Trong khi cường độ ánh sáng thấp hơn từ 15 đến 30 μmol/m<sup>2</sup>/s hoặc cao hơn 160 μmol/m<sup>2</sup>/s tảo tăng trưởng kém, không phù hợp với tăng trưởng theo cường độ ánh sáng tối ưu. Sinh khối thu được theo cường độ ánh sáng khác nhau

là 1,1; 1,9; 2,2 và 2,7g/l tương ứng với 30, 60, 75 và 90 μmol/m<sup>2</sup>/s (Park, 2011).

Ảnh hưởng của ánh sáng đến thành phần sinh hóa của bộ máy quang hợp chủ yếu là sự kiểm soát quá trình thích nghi với ánh sáng. Trong quá trình này, các tế bào có khả năng thay đổi trong thành phần tế bào, cùng với sự biến đổi đặc tính sinh lí để tăng cường quang hợp dẫn đến sự tăng trưởng gia tăng (Richmond, 2004).

Một số loài tảo đã hấp thụ ngoại sinh HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> để tạo CO<sub>2</sub> trong tế bào. Theo Imamura *et al.* (1983), ở độ pH ± 8,0, các tế bào tảo thường sử dụng HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> là nguồn carbon vô cơ chủ yếu. Đối với các vi khuẩn lam *Synechococcus sp.* cả CO<sub>2</sub> và HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> đều được sử dụng. Nhưng trong nước biển ở cường độ ánh sáng ổn định, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> được hấp thụ vào trong tế

bào như nguồn carbon vô cơ chủ yếu cho sự tăng trưởng (Chen and Durbin, 1994).

Ở tảo, CO<sub>2</sub> ảnh hưởng đến một số enzym quan trọng của quá trình biến dưỡng C như carbonic anhydrase (CA) (Fujiwara *et al.*, 1990; Mercado *et al.*, 1996), Rubisco (Winder *et al.*, 1992; García-Sánchez *et al.*, 1994; Mercado *et al.*, 1996) và biến dưỡng N (Larsson *et al.*, 1985; Fonseca *et al.*, 1997). Hơn nữa, CO<sub>2</sub> còn gây ảnh hưởng đến sự kiểm soát chất lượng của một số sắc tố như Phycocyanin, diệp lục tố và carotenoid trong khoảng 50% (Francisco *et al.*, 1998; Gordillo *et al.*, 1999). Vì vậy, trên môi trường ESAW có nồng độ C cao (4000µmol/L), *C. subtilis* đạt CĐQH ở mức cao (hình 3.2).

Theo Giordano *et al.* (1994), ở tảo *Dunaliella salina*, C hữu cơ được tăng cường tổng hợp khi được cung cấp DIC (carbon vô cơ hòa tan - dissolved inorganic carbon) ở nồng độ cao. Do đó,

trên môi trường ESAW bổ sung 2000µmol/L và 4000µmol/L C, *C. subtilis* tăng trưởng tốt hơn so với môi trường ESAW bổ sung 500µmol/L C.

Theo Francisco *et al.* (1998), khi có sự dư thừa C trong môi trường nuôi cấy sẽ không gây ra nhiều sự thay đổi trong tốc độ tăng trưởng tối đa nhưng giảm tối đa năng suất sinh khối. Protein và các sắc tố giảm và carbohydrate tăng bởi nồng độ CO<sub>2</sub> cao, nhưng khả năng dự trữ lại bão hòa. Do đó, dẫn tới sự giảm sinh khối tổng. Như vậy, môi trường ESAW bổ sung 4000µmol/L C chưa quá cao để gây sự dư thừa C nên *C. subtilis* vẫn sinh trưởng tốt trên môi trường này.

#### 4. Kết luận

Vi tảo *Chaetoceros subtilis* var. *abnormis* Proschkina-Lavrenko sinh trưởng tốt, CĐQH và CĐHH cao trên môi trường bổ sung 2000µmol/L và 4000µmol/L C dưới tác dụng của cường độ ánh sáng 120µmol/m<sup>2</sup>/s.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Trương Ngọc An (1993), *Phân loại tảo Silic phù du biển Việt Nam*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội, tr. 1 – 10.
2. Đặng Đình Kim và Đặng Hoàng Phước Hiền (1999), *Công nghệ sinh học vi tảo*, Nxb Nông nghiệp TP Hồ Chí Minh, tr. 19 – 119.
3. Celia Y. Chen, Edward G. Durbin (1994), “Effects of pH on the growth and carbon uptake of marine phytoplankton”, *Marine ecology progress series*, Vol. 109, pp. 83-94.
4. Eun-Kyung Park *et al.* (2001), “Optimization of Effective Factors for High-density *Haematococcus pluvialis* Cultures and Astaxanthin Accumulation in Photobioreactors”, *Department of Biological Engineering*, Inha university, pp. 45-99.



5. Francisco J.L. Gordillo\_, Carlos Jiméñez, Félix L. Figueroa & F. Xavier Niell (1999), “Effects of increased atmospheric CO<sub>2</sub> and N supply on photosynthesis, growth and cell composition of the cyanobacterium *Spirulina platensis* (*Arthrospira*)”, *Journal of Applied Phycology*, pp. 461–469.
6. Fonseca F, Browsher CG, Stulen I (1997), “Impact of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> on nitrate reductase transcription and activity in leaves and roots of *Plantago major*”, *Physiol Plantarum*, pp. 940–948.
7. Giordano M, Davis S, Bowes G (1994), “Organic carbon release by *Dunaliella salina* (Chlorophyta) under different growth conditions of CO<sub>2</sub>, nitrogen and salinity”, *J. Phycol*, pp. 249–257.
8. Guillard R. R. L. and Sieracki M. S. (2005), *Counting cells in cultures with the light microscope*, In: Andersen R. A. (ed.), *Algal culturing techniques*, Elsevier Academic Press, pp. 239 -253.
9. Larsson M, Larsson CM, Guerrero MG (1985), Photosynthetic nitrogen metabolism in high and low CO<sub>2</sub>-adapted *Scenedesmus*. *J. exp. Bot.* 36: 1373–1395.
10. Lee Y.K and Shen H. (2004), “Basic culturing techniques”, In: Richmond A, editor, *Handbook of microalgal culture: Biotechnology and applied phycology*, UK: Blackwell Publishing company, pp. 83-85, pp. 116-121.
11. Richmond A. (2004), *Handbook of microalgal culture*, Blackwell Publishing company, pp. 83-85, pp. 116-121.

(Ngày Tòa soạn nhận được bài: 02-12-2012; ngày phản biện đánh giá: 31-12-2012;  
ngày chấp nhận đăng: 18-02-2013)