

## NGHIÊN CỨU TÁCH CO<sub>2</sub> TỪ KHÍ THẢI ĐỐT THAN BẰNG KỸ THUẬT XÚC TÁC - HẤP PHỤ ĐỂ NUÔI *SPIRULINA* GIÀU DINH DƯỠNG

**Đặng Đình Kim<sup>1\*</sup>, Bùi Thị Kim Anh<sup>1</sup>, Nguyễn Tiến Cu<sup>1</sup>,  
Trần Thị Minh Nguyệt<sup>2</sup>, Đặng Diễm Hồng<sup>3</sup>, Đặng Thị Thơm<sup>1</sup>,  
Mai Trọng Chính<sup>1</sup>, Nguyễn Hồng Chuyên<sup>1</sup>, Đoàn Thị Oanh<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam, \*dangkim.iet@gmail.com

<sup>2</sup>Viện Khoa học vật liệu, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam

<sup>3</sup>Viện Công nghệ sinh học, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam

<sup>4</sup>Trường Đại học Tài Nguyên và Môi trường Hà Nội

**TÓM TẮT:** CO<sub>2</sub> là một loại khí nhà kính rất quan trọng. Quá trình đốt than thải ra CO<sub>2</sub> và các loại khí đồng hành như NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>x</sub>C<sub>y</sub>, CO,... Trong quá trình quang hợp, vi tảo và vi khuẩn lam có khả năng sử dụng CO<sub>2</sub> tự do và ion bicarbonate làm nguồn các bon vô cơ. Trong nghiên cứu này chúng tôi đã thu được hàm lượng CO<sub>2</sub> 4-7% thể tích thông qua việc chế tạo và vận hành thành công hệ modul xử lý khí thải (HMDXLKT) mà hạt nhân là modul xúc tác - hấp phụ để xử lý các khí thải đồng hành có trong khí thải đốt than. Khí CO<sub>2</sub> được làm sạch trong quá trình này được lưu giữ trong thiết bị chịu áp và sử dụng để nuôi vi khuẩn lam *Spirulina platensis*. Kết quả nhận được cho thấy, CO<sub>2</sub> thu được sau HMDXLKT là nguồn các bon tốt cho vi khuẩn lam này sinh trưởng và đạt sinh khối cao nhất trong điều kiện sử dụng môi trường dinh dưỡng Zarrouk cải biên. Các kết quả nghiên cứu khác cũng cho thấy chất lượng sinh khối của vi khuẩn lam nuôi trong môi trường sử dụng CO<sub>2</sub> thu từ khí thải đốt than là tương đương với công thức thí nghiệm sử dụng CO<sub>2</sub> tinh khiết.

**Từ khóa:** *Spirulina platensis*, hệ thống xúc tác - hấp phụ, khí thải, quá trình đốt than, nguồn các bon.

### MỞ ĐẦU

Quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ và khí thiên nhiên là nguyên nhân chính làm tăng nồng độ CO<sub>2</sub> trong bầu khí quyển dẫn đến sự thay đổi khí hậu toàn cầu và axit hóa đại dương [8]. Một nhà máy điện đốt than cỡ vừa trung bình sản xuất 11.400 tấn CO<sub>2</sub>/ngày [3]. Trong khí thải đốt than ngoài khí CO<sub>2</sub> chiếm từ 7-15% còn có các khí đồng hành khác như NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>x</sub>C<sub>y</sub>, CO và các hạt bụi lơ lửng (PM) kích thước khác nhau.

Một số phương pháp đã được đề xuất để quản lý các mức độ phát thải CO<sub>2</sub> vào khí quyển như hấp thụ vào đại dương hoặc cô lập nó vào các hệ sinh thái trên cạn. Một số công nghệ như hấp thụ hóa học, tách màng, đông lạnh phân đoạn cũng được xem xét [5]. Các phương pháp nêu trên có thể làm giảm đi đáng kể nồng độ CO<sub>2</sub> nhưng không giải quyết được vấn đề về phát triển bền vững [6].

Trong những năm gần đây, vấn đề sử dụng quá trình quang hợp của vi tảo và vi khuẩn lam để cố định CO<sub>2</sub> đã thu hút sự quan tâm đặc biệt

như một chiến lược đầy hứa hẹn cho chương trình giảm nhẹ CO<sub>2</sub>. Đây là phương pháp mới rất thân thiện với môi trường. Những nghiên cứu này đã và đang được triển khai thành công trên qui mô lớn tại nhiều quốc gia khác nhau như ở Israel, Hoa Kỳ, Nhật Bản, Đức, Canada, Trung Quốc [4]. Tại đây, các thiết bị thu CO<sub>2</sub> được tích hợp với các nhà máy đốt than như một bộ phận xử lý khí thải.

Bài báo này trình bày một số kết quả nghiên cứu công nghệ thu khí CO<sub>2</sub> từ khí thải đốt than, loại bớt khí thải đồng hành và thử nghiệm sử dụng nguồn CO<sub>2</sub> này cho nuôi cấy vi khuẩn lam *Spirulina platensis* có giá trị kinh tế, góp phần giảm thiểu CO<sub>2</sub> - một loại khí gây hiệu ứng nhà kính.

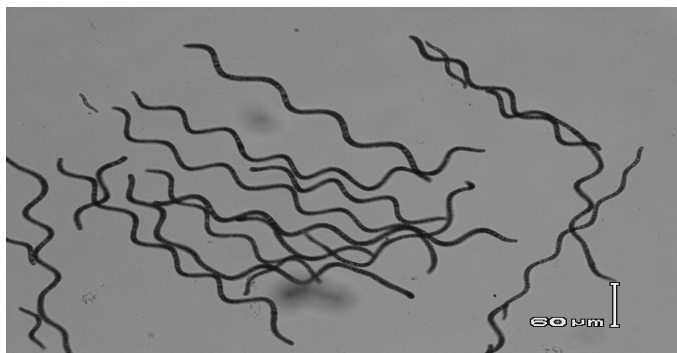
### VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

#### Vật liệu

CO<sub>2</sub> từ khí thải đốt than tổ ong (FG) đã được làm sạch khỏi các khí thải đồng hành bằng công nghệ xúc tác/hấp phụ và khí CO<sub>2</sub> công nghiệp với nồng độ 99% vol. Vi khuẩn lam

*Spirulina platensis* Geitler (hình 1) dùng cho các thí nghiệm được cung cấp từ bộ sưu tập

giống vi tảo của Phòng Thủy Sinh học môi trường, Viện Công nghệ môi trường.



Hình 1. Vi khuẩn lam *Spirulina platensis*

Môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis* [1] là môi trường Zarrouk chuẩn và Zarrouk cải tiến bằng cách giảm  $\text{NaHCO}_3$  còn 1,36 g/L và thêm vào 2g/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

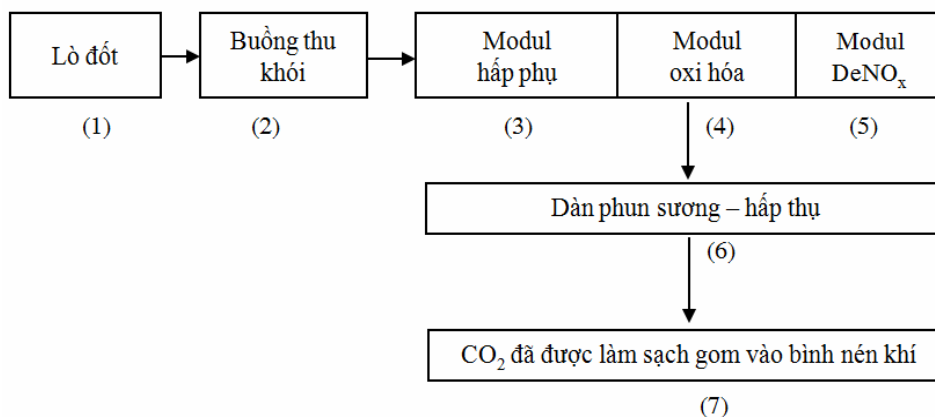
Các thí nghiệm được tiến hành tại Khu Công nghệ của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam với các điều kiện chuẩn. Các phương pháp đánh giá về khối lượng và chất lượng sinh khối tảo được tiến hành theo Đặng Đình Kim và nnk. (2011) [6].

Đo khí thải bằng các thiết bị LANCOM Series II (UK) và IMR 2800P (USA).

## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Vận hành hệ modul xử lý khí thải (HMĐXLKT)

Chúng tôi đã thiết kế và chế tạo HMĐXLKT dựa trên việc ứng dụng công nghệ xúc tác - hấp phụ và phun sương (hình 2).



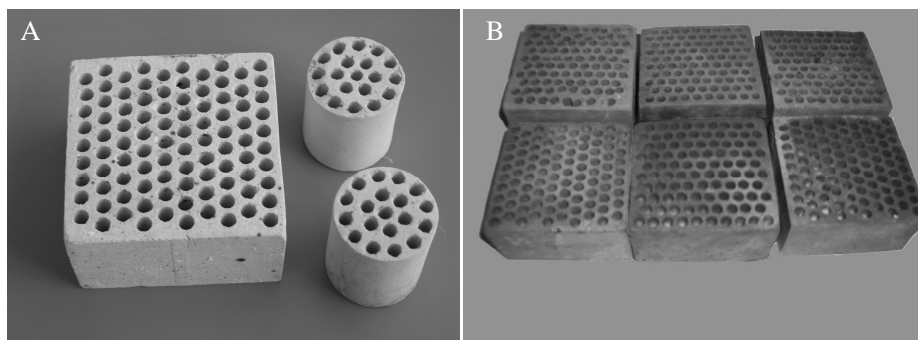
Hình 2. Sơ đồ mô tả hệ modul xử lý khí thải

Than được đốt trong lò có nhiệt độ từ 250°C-300°C, sau đó khí thải được hút vào buồng thu khí có nhiệt độ khoảng 180°C-200°C, khí thải tiếp tục được dẫn vào Modul hấp phụ để xử lý các hợp chất chứa lưu huỳnh. Tại modul oxy hóa các xúc tác phức hợp

Perovskite trên xương gốm thúc đẩy các phản ứng oxy hóa NO, CO và HC [10]. Modul deNOx chứa hỗn hợp ôxit đa thành phần có cấu trúc nano [9]. Khí thải được chuyển tiếp sang modul phun sương để hạ nhiệt độ và hấp thụ phần tàn dư khí SOx và NOx, cuối cùng khí thu

được chủ yếu là khí  $\text{CO}_2$  có hàm lượng biến động từ 4%-7%. Hình 3A là dạng xương gốm tổng hợp cordierit có cấu trúc tổ ong làm chất

mang cho chất xúc tác và hấp phụ, hình 3B là những bộ xương gốm đã được tẩm vật liệu xúc tác/hấp phụ.



Hình 3. Xương gốm cấu trúc tổ ong (A) và xương gốm đã tẩm vật liệu xúc tác/hấp phụ (B)

### Kết quả đo khí

Những kết quả nghiên cứu cơ bản [9, 10] đã cho phép chúng tôi chọn được tổ hợp những modul xúc tác/hấp phụ phù hợp với điều kiện hiện hành. Tuy nhiên, khi tích hợp các modul xúc tác vào cùng một điều kiện phản ứng chúng tôi đã khảo sát ảnh hưởng của nhiệt độ lên hiệu quả hoạt động của hệ thống xúc tác/hấp phụ

theo sơ đồ hình 2. Kết quả nhận được ghi trong bảng 1. Hệ thống xúc tác/hấp phụ đã làm việc tốt ở nhiệt độ từ 250 đến 350°C với hệ số chuyển hóa CO đều lớn hơn chu kỳ bán hủy (tức là đều chuyển hóa trên 50% CO). Điều đặc biệt là  $\text{SO}_2$  (tác nhân nguy hiểm nhất cho nuôi tảo) gần như đã được làm sạch hoàn toàn. Oxit nitơ  $\text{NO}_x$  cũng giảm trên 50%. Ở 310-320°C hệ số chuyển hóa CO là cao nhất.

Bảng 1. Ảnh hưởng của nhiệt độ phản ứng tới hiệu quả chuyển hóa khí độc

T°C	CO		$\text{SO}_2$		$\text{NO}_x$		$\text{CO}_2$
	Nồng độ (*) (ppm)	Hiệu suất (%)	Nồng độ (ppm)	Hiệu suất (%)	Nồng độ (ppm)	Hiệu suất (%)	Nồng độ (%)
30	1680		16-22		30-32		4,35
250	558/1680	60	20	9	30	7	4,53
310-320	459/1680	72,7	2	91	16	50	4,64
350	591/1413	57	2	91	19	41	4,52
400	702/1413	50	2	91	15	53	4,22
500	1524/2000	23,1	3	90	13	60	4,17

\*Nồng độ CO được viết dưới dạng hàm lượng CO đầu ra/CO đầu vào tại mỗi nhiệt độ khảo sát. Ví dụ: 558/1680 có nghĩa là tại 250°C, hàm lượng CO trước khi qua hệ thống xúc tác/hấp phụ là 1680 ppm, sau khi qua hệ xúc tác/hấp phụ là 558 ppm. Hàm lượng  $\text{SO}_2$  và  $\text{NO}_x$  trước khi qua hệ xúc tác/hấp phụ ở mọi vùng nhiệt độ không thay đổi và đều như ở 30°C.

Trên cơ sở đó, chúng tôi đã chọn nhiệt độ buồng xúc tác là 320°C cho hoạt động của HMĐXLKT ở quy mô lớn hơn áp dụng vào các nghiên cứu tiếp theo.

**Sử dụng  $\text{CO}_2$  từ khí thải đốt than làm nguồn cacbon cho vi khuẩn lam *Spirulina platensis***

**Biến động pH của môi trường nuôi *Spirulina platensis* được cấp  $\text{CO}_2$  từ các nguồn khác nhau**

Trong các nhân tố ảnh hưởng trực tiếp đến sinh trưởng của vi khuẩn lam như ánh sáng, nhiệt độ, dinh dưỡng, pH,... thì pH là một trong số những yếu tố nhạy cảm nhất.

Bảng 2. Diễn biến pH của môi trường nuôi *Spirulina platensis* ở các công thức thí nghiệm có các nguồn cấp CO<sub>2</sub> khác nhau

Thời gian (ngày)	ĐC1	ĐC2	FG-CO <sub>2</sub>		Pure-CO <sub>2</sub>	
	pH	pH	pH- Tr.	pH-Sa.	pH-Tr.	pH-Sa.
BĐ	8,65	9,81	9,81	8,88	9,81	8,87
1	9,40	9,75	9,37	8,80	9,35	8,02
2	9,53	9,65	9,31	8,92	9,27	7,91
3	9,61	9,60	9,34	9,04	9,30	7,47
4	9,66	9,56	9,31	8,83	9,18	8,53
5	9,66	9,58	9,25	8,96	9,14	8,38
6	9,65	9,61	9,34	8,88	9,22	8,36
7	9,64	9,63	9,28	8,97	9,18	8,16
8	9,66	9,67	9,36	8,92	9,27	8,14
9	9,71	9,63	9,36	8,87	9,35	8,20
10	9,68	9,59	9,37	8,52	9,39	7,97
11	9,73	9,61	9,42	8,55	9,37	8,29
12	9,73	9,68	9,41	8,91	9,32	8,47
13	9,73	9,68	9,43	8,97	9,37	8,36
14	9,77	9,72	9,46	8,80	9,46	8,34
15	9,77	9,77	9,44	8,85	9,46	8,51
16	9,78	9,81	9,48	8,96	9,55	8,59
17	9,76	9,84	9,47	8,78	9,48	8,54
18	9,78	9,82	9,39	8,92	9,42	7,84
19	9,80	9,80	9,45	8,76	9,45	8,07
20	9,79	9,80	9,44	8,80	9,46	8,66
21	9,78	9,81	9,45	8,76	9,50	8,71

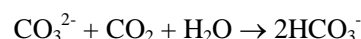
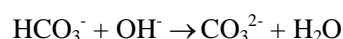
Bảng 2 trình bày kết quả diễn biến pH của các công thức thí nghiệm (FG-CO<sub>2</sub> và Pure-CO<sub>2</sub>) được tiến hành trong thời gian 21 ngày. Tại công thức ĐC1 do sử dụng môi trường Zarrouk chuẩn và pH ban đầu là 8,65 nên khi sục CO<sub>2</sub> từ không khí thì hiệu quả hấp thu của tảo rất thấp. Ở công thức ĐC2 sử dụng môi trường Zarrouk cải tiến với pH ban đầu là 9,81 nên khi sục không khí chỉ với 0,03% CO<sub>2</sub> nhưng trong khoảng 10 ngày đầu thí nghiệm thấy hiệu quả hấp thu CO<sub>2</sub> tốt hơn ở công thức ĐC1. Kết quả cho thấy, ở các công thức ĐC1 và ĐC2 giá trị pH ổn định trong khoảng 9,70 - 9,80 suốt thời gian thí nghiệm. Giá trị pH tại công thức FG-CO<sub>2</sub> (sử dụng CO<sub>2</sub> từ khí thải đốt than) và Pure-CO<sub>2</sub> (sử dụng khí CO<sub>2</sub> tinh khiết 99%) luôn nằm trong khoảng thích hợp từ 8,5 - 9,5. Một vài trường hợp pH giảm xuống dưới 8 do biến đổi trẻ khi lượng CO<sub>2</sub> cấp vào nhiều hơn so với nhu cầu nhưng sau đó nhanh chóng phục hồi về pH thích hợp: pH-Tr (trước khi bổ sung

CO<sub>2</sub>) và pH-Sa (sau khi bổ sung CO<sub>2</sub>).

Việc điều chỉnh pH của môi trường nuôi *Spirulina* bằng khí CO<sub>2</sub> về vùng thích hợp rất có ý nghĩa trong việc chuyển hóa các dạng cacbon vô cơ hòa tan trong môi trường. Phần tiếp theo chúng tôi sẽ chứng minh sự thay đổi pH qua việc tái tạo ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> và giảm lượng CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>.

#### **Biến động của các dạng C vô cơ trong môi trường nuôi tảo *Spirulina platensis***

Thông thường tảo *Spirulina* sử dụng các bon ở dạng HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> và hình thành các ion OH<sup>-</sup>, CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> dẫn tới việc pH trong dịch huyền phù luôn có xu hướng tăng lên. Nếu tiếp tục cấp CO<sub>2</sub> vào dịch tảo thì pH sẽ giảm xuống theo các phương trình sau đây [5]:



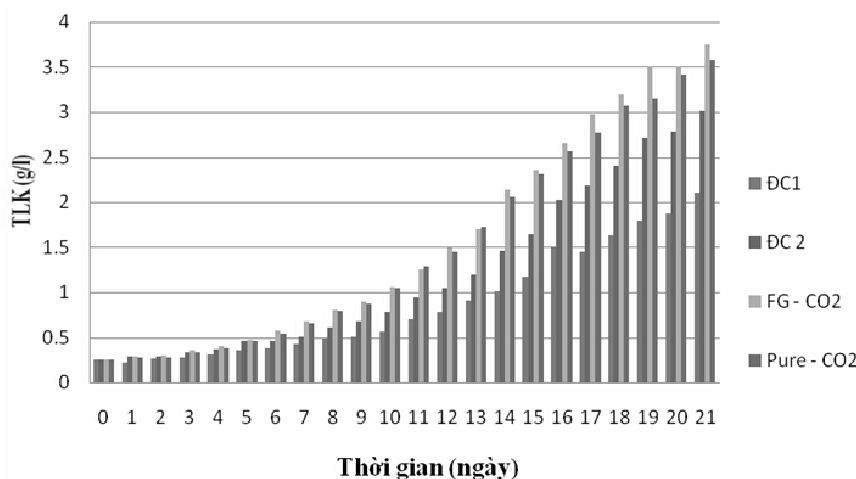
Chúng tôi đã đánh giá sự biến động của hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  và  $\text{CO}_3^{2-}$  trong các công thức thí nghiệm như công thức ĐC chỉ sục  $\text{CO}_2$  không khí, công thức thí nghiệm sục  $\text{CO}_2$  từ khí thải đốt than và công thức Pure- $\text{CO}_2$ . Số liệu phân tích cho thấy, trong công thức ĐC do chỉ sục không khí nên sự biến động của hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  có xu hướng giảm dần và ngược lại hàm lượng  $\text{CO}_3^{2-}$  có xu hướng tăng dần. Nhưng trong công thức thí nghiệm FG- $\text{CO}_2$  và Pure- $\text{CO}_2$  với việc sử dụng  $\text{CO}_2$  tách từ khí thải đốt than và  $\text{CO}_2$  tinh khiết để điều chỉnh thì pH của môi trường luôn nằm trong khoảng thích hợp (từ 8,5 - 9,5). Kết quả đạt được là do hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  không ngừng được tái tạo, cụ thể ở công thức FG- $\text{CO}_2$  hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  tái tạo trung bình đạt 13,14% và hàm lượng  $\text{CO}_3^{2-}$  trung bình giảm được 67,96%. Ở công thức Pure- $\text{CO}_2$  hàm lượng  $\text{HCO}_3^-$  tái tạo trung bình đạt 15,38% và hàm

lượng  $\text{CO}_3^{2-}$  trung bình giảm được 90,54%. Như vậy, có thể sử dụng  $\text{CO}_2$  từ khí thải đốt than là nguồn bổ sung C cho quá trình nuôi *Spirulina*.

Để minh chứng cho hiệu quả sử dụng khí  $\text{CO}_2$  trong quá trình nuôi vi khuẩn lam, chúng tôi tiếp tục đánh giá tốc độ sinh trưởng của *Spirulina*.

#### ***Ảnh hưởng của nguồn cấp $\text{CO}_2$ khác nhau lên tốc độ tăng trưởng của *Spirulina platensis****

Trong quá trình sinh trưởng và phát triển, *Spirulina* có thể sử dụng các nguồn C vô cơ dưới dạng  $\text{NaHCO}_3$ , hoặc  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  nhưng nguồn chủ yếu và thích hợp nhất vẫn là  $\text{CO}_2$ . Bởi lẽ, bổ sung  $\text{CO}_2$  cho môi trường nuôi tảo không chỉ cung cấp nguồn dinh dưỡng C mà nó còn kiểm soát được pH của môi trường. Hình 4 trình bày kết quả nghiên cứu so sánh tốc độ sinh trưởng của *Spirulina platensis* ở 4 công thức khác nhau.



Hình 4. So sánh tốc độ tăng trưởng của *Spirulina platensis* được cấp  $\text{CO}_2$  từ các nguồn khác nhau

Sau 22 ngày thực nghiệm ở công thức ĐC1 sử dụng môi trường Zarrouk chuẩn với 16,8 g/L  $\text{NaHCO}_3$  chỉ sục  $\text{CO}_2$  từ không khí cho thấy hiệu quả hấp thụ của công thức này là thấp nhất do pH của môi trường không giảm mà còn tăng lên so với ngày đầu thí nghiệm.

Ở công thức ĐC2 do sử dụng môi trường Zarrouk cải tiến (1,6 g/l  $\text{NaHCO}_3$  và 2 g/l  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) có pH ban đầu là 9,10 nên khi sục  $\text{CO}_2$  từ không khí thì môi trường hấp thụ khá tốt. Điều này thể hiện ở giá trị pH giảm mạnh trong những ngày đầu thí nghiệm và những ngày tiếp

theo luôn giữ được ổn định ở khoảng thích hợp.

Công thức Pure- $\text{CO}_2$  sử dụng môi trường Zarrouk cải tiến, sục  $\text{CO}_2$  không khí và bổ sung thêm  $\text{CO}_2$  tinh khiết để điều chỉnh pH của môi trường. Hiệu quả hấp thụ  $\text{CO}_2$  của *Spirulina* trong công thức này đã được cải thiện rõ rệt, tốc độ tăng trưởng vượt trội so với công thức ĐC1 và ĐC2.

Công thức FG- $\text{CO}_2$  cũng sử dụng môi trường Zarrouk cải tiến nhưng ngoài sục  $\text{CO}_2$  từ không khí còn bổ sung thêm  $\text{CO}_2$  tách từ khí thải đốt than để điều chỉnh pH. Hiệu quả hấp

thụ CO<sub>2</sub> của *Spirulina* là tốt và tốc độ tăng trưởng nhanh, đặc biệt, ở tuần cuối cùng của thí nghiệm, sự tăng trưởng còn vượt cả công thức Pure-CO<sub>2</sub>. Kết quả đạt được là do trong khí thải đốt than ngoài CO<sub>2</sub> còn có một lượng nhỏ NO<sub>x</sub> được coi như là dinh dưỡng cho tảo [2, 8]. Đây là kết quả rất mới và đáng khích lệ cho việc triển khai dự án ở quy mô lớn.

#### Phân tích thành phần dinh dưỡng của *Spirulina platensis* nuôi trong môi trường khác nhau ở hệ thống kín có thể tích 26 lít.

Ngoài việc đánh giá hiệu quả của sử dụng CO<sub>2</sub> từ lò đốt than lên sinh trưởng của *S. platensis*, chúng tôi còn tiến hành phân tích thành phần dinh dưỡng trong sinh khối của vi khuẩn lam này (bảng 3).

**Bảng 3.** Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của sinh khối tươi *S. platensis* nuôi ở các công thức thí nghiệm khác nhau

STT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị	TN1	TN2	TN3	ĐC
1	Protein *	%	48,945	46,897	46,995	46,987
2	Nitơ tổng (N)	%	0,866	0,842	0,814	0,797
3	Phốt pho tổng (P)	%	0,059	0,065	0,059	0,062
4	Tro	%	1,670	1,440	0,900	1,680
5	Ẩm	%	91,110	92,060	92,890	91,570
6	Xơ	%	0,462	0,416	0,398	0,401
7	Bo (B)	ppm	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
8	Iot (I)	ppm	45,910	44,640	35,830	35,980
9	Kali (K)	%	0,170	0,172	0,152	0,187
10	Natri (Na)	%	0,463	0,380	0,207	0,548
11	Canxi (Ca)	ppm	33,030	107,850	8,820	21,460
12	Magie (Mg)	ppm	197,75	204,00	192,37	185,800
13	Sắt (Fe)	ppm	79,500	109,350	58,480	126,600
14	Mangan (Mn)	ppm	3,970	5,780	2,140	2,470
15	Coban (Co)	ppm	0,347	0,352	0,267	0,185
16	Đồng (Cu)	ppm	3,570	4,900	1,760	3,650
17	Kẽm (Zn)	ppm	18,570	12,250	5,950	7,160
18	Stronsi (Sr)	ppm	20,430	20,720	20,950	16,300
19	Chì (Pb)	ppm	1,029	1,218	0,879	0,547
20	Cadimi (Cd)	ppm	0,005	0,0032	0,003	0,006
21	Crom (Cr)	ppm	0,866	0,838	0,767	2,136
22	Asen (As)	ppm	0,137	0,107	0,066	0,137
23	Thủy ngân (Hg)	ppm	0,0090	0,0092	0,0091	0,0085

ĐC. sục không khí với 0,03% CO<sub>2</sub> + 16,8 g/l NaHCO<sub>3</sub>; TN1. Sục FG - CO<sub>2</sub> + 16,8 g/l NaHCO<sub>3</sub>; TN2. Sục FG - CO<sub>2</sub> + 11g/l NaHCO<sub>3</sub>; TN3. Sục FG - CO<sub>2</sub> + 1,6 g/l NaHCO<sub>3</sub> + 2g/l Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; \*Chỉ tiêu tính theo % sinh khối khô.

Kết quả nghiên cứu trình bày ở bảng 3 cho thấy, về cơ bản sinh khối *S. platensis* được nuôi ở cả 4 công thức nêu trên đều có thành phần dinh dưỡng gần như nhau trừ hàm lượng Pb ở công thức TN1 và TN2 là cao hơn so với công thức đối chứng và TN3. Những hàm lượng này vẫn nằm trong giới hạn cho phép làm thực phẩm chức năng.

#### KẾT LUẬN

Hệ modul xử lý khí thải đốt than quy mô pilot đã được thiết kế, chế tạo và vận hành dựa trên việc ứng dụng tổ hợp nhiều hệ xúc tác - hấp phụ có thể làm sạch khoảng 90% khối thải từ quá trình đốt than, loại bỏ hoàn toàn SO<sub>2</sub> và phần lớn lượng CO, NO<sub>x</sub> cũng như giảm thiểu

tối đa bụi muối. Khí CO<sub>2</sub> được làm sạch sau HMĐXLKT với hàm lượng 4,0-7,0% có thể bổ sung vào môi trường nuôi *Spirulina platensis* như một nguồn các bon có giá trị.

Sử dụng môi trường Zarrouk cải tiến, bổ sung thêm CO<sub>2</sub> tách từ khí thải đốt than và khí CO<sub>2</sub> tinh khiết để điều chỉnh pH của môi trường đã giúp *Spirulina platensis* sinh trưởng nhanh hơn hẳn so với cùng một môi trường mà chỉ sục CO<sub>2</sub> từ không khí.

Kết quả phân tích thành phần dinh dưỡng của *Spirulina platensis* cho thấy về cơ bản là không có sự khác biệt đáng kể khi vi khuẩn lam này nuôi trong các điều kiện khác nhau. Sinh khối *Spirulina* có thể đáp ứng tiêu chuẩn nguyên liệu cho thực phẩm chức năng.

**Lời cảm ơn:** Công trình được thực hiện theo nội dung của Đề tài cấp Nhà nước KC08.08/11-15 do Bộ Khoa học và Công nghệ tài trợ.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Aiba S., Ogawa T., 1997. Assessment of growth yield of a blue-green alga: *Spirulina platensis*, in axenic and continuous culture. J. Gen. Microbiology, 10: 179-182.
2. Brown L. M., 1996. Uptake of Carbon Dioxide from Flue Gas by Microalgae. Energy Conversion Management, 37: 1363-1367.
3. Halmann M., 1993. Chemical fixation of carbon dioxide: methods for recycling CO<sub>2</sub> into useful products. CRC Press, Ann Arbor, MI.
4. Hidenori S., 2004. Mass production of *Spirulina*, an edible microalga. Asian Pacific Phycology in the 21 st Century: Prospects and Challenges.
5. Iglesias-Rodriguez M. D., 2008. Phytoplankton calcification in a high-CO<sub>2</sub> world. Science, 320: 336-340.
6. Đặng Đình Kim, Trần Văn Tựa, Nguyễn Tiến Cư, Đỗ Tuấn Anh, Đặng Thị Thơm, Hoàng Trung Kiên, Lê Thu Thủy, Trần Vũ Nguyệt, Mai Trọng Chính, Nguyễn Văn Vượng, 2011. Nghiên cứu sử dụng CO<sub>2</sub> từ khí thải đốt than để nuôi vi tảo *Spirulina platensis*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, 49(4): 65-72.
7. Matsumoto H., Hamasaki A., Sioji N., Ikuta Y., 1997. Influence of CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, and NO in Flue Gas on Microalgae Productivity. J. Chem. Eng. Japan, 30: 620-324.
8. Nguyen T. T. M., Tjep L. V., Qui N. V., Phuc N. X., Beaunier P., Djéga-Mariadassou G., Huan N. Q., 2008. Preparation and characterization of nanometer complex oxides La:Sr:Co=0.4:0.6:1 for DeNOx application. AMSN2008-Nha Trang, Vietnam.
9. Thi Hoang Yen Quach, Thi Minh Nguyet Tran, Que Chi Tran, Quoc Trung Nguyen, Thi Toan Nguyen, Dang Khuong Le, 2011. The influence of alkali metal cations in substituted nanostructured LaCoO<sub>3</sub> on the oxidation catalytic activity. Adv. Nat. Sci.: Nanosci. Nanotechnol. ANSN. 2. 045007.

## UTILIZATION OF CO<sub>2</sub> CAPTURED FROM THE COAL-FIRED FLUE GAS BY CATALYST - ADSORPTION METHOD FOR GROWING *SPIRULINA* HAVING HIGH NUTRITIVE VALUE

Dang Dinh Kim<sup>1</sup>, Bui Thi Kim Anh<sup>1</sup>, Nguyen Tien Cu<sup>1</sup>, Tran Thi Minh Nguyet<sup>2</sup>, Dang Diem Hong<sup>3</sup>, Mai Trong Chinh<sup>1</sup>, Dang Thi Thom<sup>1</sup>, Nguyen Minh Chuyen<sup>1</sup>, Doan Thi Oanh<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Institute of Environmental Technology, VAST

<sup>2</sup>Institute of Materials Science, VAST

<sup>3</sup>Institute of Biotechnology, VAST

<sup>4</sup>Ha Noi University of Natural Resources and Environment

### SUMMARY

CO<sub>2</sub> is very important greenhouse gas and burning coal process produces mainly CO<sub>2</sub> and other accompanied gases (NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, H<sub>x</sub>C<sub>y</sub>, CO,...). The microalgae and cyanobacteria are capable of using free CO<sub>2</sub> and bicarbonate ions as a source of inorganic carbon during photosynthesis. In this study, CO<sub>2</sub> gas in range of 4-7% was captured selectively by a special equipment using a catalyst-adsorption system and stored for growing *Spirulina platensis* after effective removing the accompanied gases presented in the flue gas.

The obtained research results indicated that the recuperated CO<sub>2</sub> content was proved to be good carbon source for growth of a Cyanobacterium *Spirulina platensis*. The growth of *Spirulina platensis* in the modified Zarrouk's medium supplied with this CO<sub>2</sub> source was highest while biomass quality of *Spirulina platensis* using CO<sub>2</sub> collected from the coal-firing process was almost equivalent to that of the Cyanobacterium grown in nutritive medium supplied with pure CO<sub>2</sub> source.

**Keywords:** *Spirulina platensis*, carbon source, catalyst-adsorption system, coal-firing process, flue gas.

Ngày nhận bài: 27-3-2013