

NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG LÀM SẠCH NƯỚC THẢI CÔNG NGHIỆP CỦA HỆ THỐNG VI TẢO – VI KHUẨN

ĐỖ THỊ HẢI

Trường Đại học Hồng Đức

PHAN VĂN MẠCH

Viện Sinh thái Tài nguyên sinh vật

MAI SĨ TUẤN, TRẦN HỮU PHONG

Trường Đại học Sư phạm Hà Nội

Tảo là mắt xích đầu tiên của hệ sinh thái ở nước tạo nên năng suất sinh học sơ cấp và góp phần không nhỏ trong vòng tuần hoàn vật chất của thủy vực. Trong hơn hai thập kỷ qua, vi tảo là đối tượng nghiên cứu của rất nhiều nhà khoa học trên thế giới. Vi tảo có rất nhiều ứng dụng trong công nghiệp: tạo sinh khối, tạo các hợp chất chữa bệnh, thực phẩm chức năng, xử lý ô nhiễm nước thải, phân bón sinh học, nguồn năng lượng sạch.

Trong tự nhiên, phần lớn vi tảo đều có mối quan hệ mật thiết với các vi tổ chức hiếu khí. Chúng tạo oxy phân tử là chất nhận electron cuối cùng của các vi sinh vật hiếu khí trong quá trình phân giải chất hữu cơ. Mặt khác, CO₂ tạo ra trong quá trình phân huỷ đó của vi khuẩn được cung cấp cho vi tảo để thực hiện quá trình quang hợp, khép kín chu trình tuần hoàn cacbon trong tự nhiên. Nghiên cứu này nhằm xác định khả năng của hệ thống vi tảo – vi khuẩn trong quá trình làm sạch nước thải công nghiệp.

Một vài vấn đề đặt ra trong nghiên cứu như ảnh hưởng của các chất gây ô nhiễm tới hoạt động của vi tảo, ảnh hưởng của vi tảo tới hoạt động của vi khuẩn và ngược lại. Vi tảo được lựa chọn trong nghiên cứu này là *Nanochloropsis oculata* thuộc họ Monodopsidaceae, bộ Eustigmatales, lớp Eustigmatophyceae, ngành Eustigmatophycophyta (tảo động bào tử có điểm mắt), là loài tảo thường gặp trong các thủy vực nước ngọt, có tốc độ sinh trưởng nhanh, có khả năng chịu đựng nồng độ chất ô nhiễm hữu cơ lớn.

Chủng vi khuẩn được lựa chọn trong nghiên cứu được phân lập từ thủy vực bị ô nhiễm bao quanh khu công nghiệp Lễ Môn, tỉnh Thanh Hoá, thuộc chi *Bacillus* (nhóm vi khuẩn Gram dương, hiếu khí, có khả năng sinh tổng hợp hệ enzyme: cellulase, amylase, protease) chưa định loại, tạm thời ký hiệu là chủng *Bacillus* TH37.

I. MẪU VẬT VÀ PHƯƠNG PHÁP

Mẫu nước được lấy từ hệ thống nước thải khu công nghiệp Lễ Môn, Thanh Hoá. Vi tảo và vi khuẩn sau khi được phân lập và nhân giống, kiểm tra mật độ (đo OD) và được bổ sung vào các bể thủy tinh dung tích 10 lít có chứa 6 lít nước thải với độ pha loãng khác nhau (100 % nước thải và 50 % nước thải). Lượng vi tảo và/hoặc vi khuẩn bổ sung trong thí nghiệm là 5 % thể tích thí nghiệm.

Thí nghiệm được chiếu sáng 24/24h dưới ánh sáng đèn neon và ánh sáng tự nhiên, duy trì ở nhiệt độ phòng ổn định từ 22 -28 °C, không sục khí. Bố trí thí nghiệm thể hiện qua Bảng 1.

Theo dõi sự sinh trưởng của tế bào vi khuẩn và vi tảo sau 3, 5, 7 ngày thí nghiệm thông qua mật độ quang học của vi sinh vật: lấy 10 ml dung dịch đo trên máy đo OD. Cùng với việc theo dõi biến động số lượng tế bào tảo/vi khuẩn đồng thời tiến hành phân tích chỉ tiêu BOD₅ để đánh giá hiệu quả làm sạch nước thải.

Bảng 1

Các hệ thống thí nghiệm

Hệ thống	Vi tảo (A)	Vi khuẩn (B)	Ánh sáng (L)	Sục khí (O)	Nước thải	
					100% NT (1)	50% NT (2)
BL1	-	+	+	-	+	
AL1	+	-	+	-	+	
ABL1	+	+	+	-	+	
L1	-	-	+	-	+	
BL2	-	+	+	-		+
AL2	+	-	+	-		+
ABL2	+	+	+	-		+
L2	-	-	+	-		+

II. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Sự sinh trưởng của vi tảo và vi khuẩn trong nước thải ở tỷ lệ pha loãng khác nhau

Số liệu theo dõi thí nghiệm sinh trưởng của vi tảo và vi khuẩn trong nước thải ở tỷ lệ pha loãng khác nhau được trình bày Bảng 2, Hình 1 và 2 cho thấy: sự sinh trưởng của hệ thống ABL1 và ABL2 đạt tới 3,512 (sau 7 ngày của hệ thống ABL1) và 3,510 (sau 5 ngày của hệ thống ABL2) cao hơn hẳn các hệ thống còn lại. Điều này có thể giải thích như sau: trong quá trình quang hợp của mình vi tảo đã sản sinh ra oxy là chất cần cho hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn, đồng thời trong quá trình sử dụng oxy để oxy hoá các hợp chất hữu cơ, vi khuẩn giải phóng CO₂ và các chất khoáng khác cần cho hoạt động sinh trưởng của tảo. Như vậy, đã có một mối quan hệ tương hỗ của vi tảo và vi khuẩn trong hệ thống ABL1 và ABL2 dẫn tới sự thúc đẩy khả năng sinh trưởng của vi tảo và vi khuẩn trong toàn hệ thống. Sự sinh trưởng của tảo trong hệ thống AL1 và AL2 tuy không cao, cao nhất sau 5 ngày đạt 0,789 đối với hệ thống AL1, và 0,691 sau 7 ngày đối với hệ thống AL2, nhưng vẫn thể hiện xu thế tăng sinh khối trong môi trường nước thải và sự sinh trưởng của tảo trong hệ thống này cao hơn các hệ thống còn lại. Sự sinh trưởng của vi tảo trong các hệ thống này là do vi tảo là những sinh vật tự dưỡng, có thể sử dụng các chất vô cơ có trong nước thải và năng lượng ánh sáng để tổng hợp các chất hữu cơ cần thiết cho sự sinh trưởng.

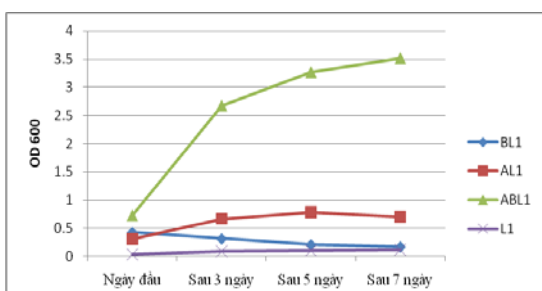
Tuy nhiên, sự sinh trưởng của vi tảo trong các hệ thống này là không cao, thậm chí trong hệ thống AL1 sau 7 ngày thể hiện xu thế giảm. Điều này chứng minh rằng vi tảo không thể sử dụng các chất hữu cơ có trong nước thải như là nguồn cacbon. Vi khuẩn trong các hệ thống BL1 và BL2 lại thể hiện xu hướng giảm số lượng tế bào so với ban đầu khi bổ sung tiến hành thí nghiệm. Hoạt động trao đổi chất của vi khuẩn *Bacillus TH37* hiếu khí cần oxy để phân huỷ các chất hữu cơ. Tuy nhiên trong môi trường nước thải không được sục khí, hàm lượng oxy rất thấp không đủ cung cấp cho hoạt động và sự tồn tại của vi khuẩn, do đó số lượng vi khuẩn giảm dần. Trong hệ thống đối chứng L1 và L2, OD có tăng nhưng không đáng kể, điều này có thể là do trong nước thải có một số ít vi sinh vật kỵ khí có thể sinh trưởng trong môi trường giàu chất hữu cơ và không có/rất ít oxy.

Khi so sánh sự sinh trưởng của hệ thống ABL1 và ABL2 chúng tôi nhận thấy sự sinh trưởng của tảo và vi khuẩn trong hai hệ thống trong thời gian thí nghiệm là gần tương đương, chứng tỏ cả *Nanochloropsis oculata* và *Bacillus TH37* đều có khả năng chịu đựng và sinh trưởng trong môi trường nước thải có hàm lượng chất hữu cơ cao. Trong hệ thống ABL2 ở ngày thứ 7 của thí nghiệm thể hiện xu hướng giảm số lượng (từ 3,510 sau 5 ngày xuống 2,891 sau 7 ngày) có thể là do hàm lượng các chất dinh dưỡng trong môi trường giảm.

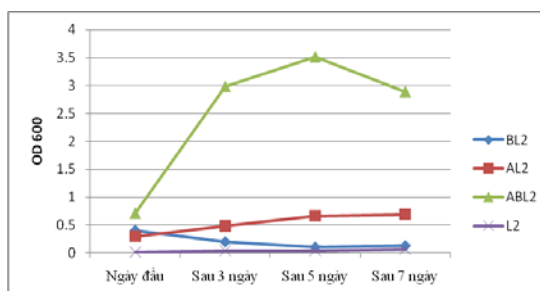
Bảng 2

Mật độ quang (OD) của các hệ thống qua thời gian thí nghiệm

Hệ thống	Ngày đầu	Sau 3 ngày	Sau 5 ngày	Sau 7 ngày
BL1	0.425	0.312	0.205	0.167
AL1	0.308	0.671	0.789	0.702
ABL1	0.729	2.674	3.267	3.512
L1	0.035	0.092	0.101	0.121
BL2	0.405	0.203	0.106	0.132
AL2	0.301	0.485	0.670	0.691
ABL2	0.718	2.981	3.510	2.891
L2	0.016	0.038	0.045	0.067



Hình 1: Sự sinh trưởng của các hệ thống vi sinh vật trong nước thải không pha loãng



Hình 2: Sự sinh trưởng của các hệ thống vi sinh vật trong nước thải pha loãng 50%

2. Hiệu quả làm sạch nước thải của các hệ thống thí nghiệm

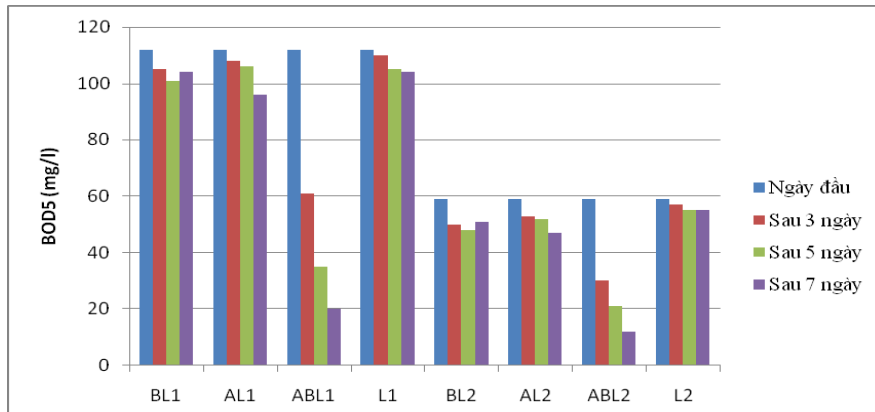
Kết quả thí nghiệm về khả năng phân huỷ các chất ô nhiễm có trong nước thải qua thời gian thí nghiệm được trình bày ở Bảng 3 và Hình 3 cho thấy: Khả năng phân huỷ các chất hữu cơ lớn nhất thuộc về hệ thống ABL1 và ABL2. Sau 7 ngày thí nghiệm, trong hệ thống ABL1, BOD₅ giảm từ 112 (mg/l) xuống còn 20 (mg/l); trong hệ thống ABL2, BOD₅ giảm từ 59 (mg/l) xuống còn 12 (mg/l). Trong các hệ thống còn lại, sự phân huỷ các chất hữu cơ ghi nhận được hầu như không đáng kể.

Bảng 3

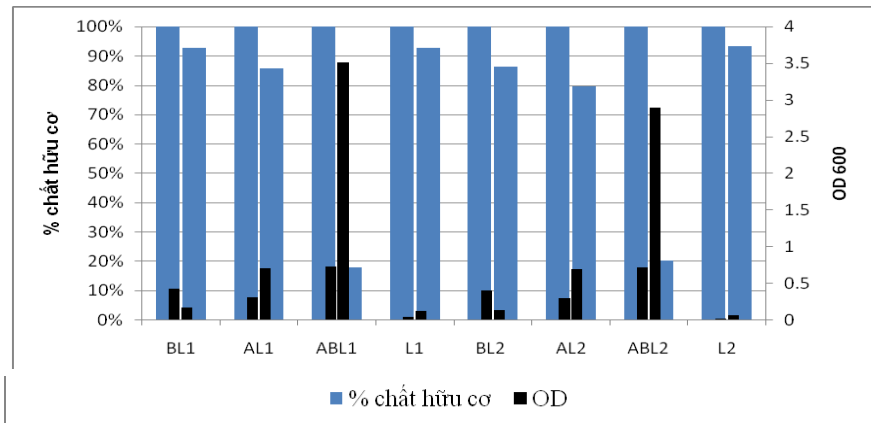
BOD₅ (mg/l) của các hệ thống qua thời gian thí nghiệm

Hệ thống	Ngày đầu	Sau 3 ngày	Sau 5 ngày	Sau 7 ngày
BL1	112	105	101	104
AL1	112	108	106	96
ABL1	112	61	35	20
L1	112	110	105	104
BL2	59	50	48	51
AL2	59	53	52	47
ABL2	59	30	21	12
L2	59	57	55	55

Vi khuẩn đóng vai trò chủ yếu trong quá trình phân huỷ các chất hữu cơ. Việc làm sạch nước thải khỏi các chất hữu cơ hoà tan chủ yếu do vi khuẩn có ở trong nước. Tảo trong nước sinh ra oxi hoà tan, tạo điều kiện cho vi khuẩn hoạt động tốt hơn, đồng thời khử nguồn nitơ amon hoặc nitrat, photphat có ở trong nước. Khi vắng mặt một trong các yếu tố vi khuẩn hoặc tảo hoặc cả hai thì hiệu quả xử lý chất ô nhiễm không đáng kể. Hiệu quả phân huỷ chất hữu cơ của hai hệ thống ABL1 và ABL2 cao nhất ở 3 ngày đầu: đạt tới 55,46 % ở hệ thống ABL1 và 50,84 % ở hệ thống ABL2.



Hình 3: Khả năng phân huỷ các chất hữu cơ của các hệ thống



Hình 4: Sự sinh trưởng của vi sinh vật và tỷ lệ phần trăm các chất hữu cơ bị phân huỷ trong các hệ thống

Hiệu quả xử lý chất thải của hệ thống ABL1 cao trong nước thải không pha loãng, do vậy nhận thấy rằng cả *Nanochloropsis oculata* và *Bacillus TH37* đều có khả năng thích ứng và sinh trưởng tốt trong điều kiện môi trường có hàm lượng chất hữu cơ cao.

Mối tương quan giữa sự sinh trưởng của hệ thống vi sinh vật và hiệu quả phân huỷ chất ô nhiễm hữu cơ trong nước thải thể hiện trong Hình 4. Nhận thấy chỉ có hai hệ thống ABL1 và ABL2 hiệu quả xử lý chất ô nhiễm mới đạt trên 80%, các hệ thống còn lại hiệu quả xử lý thấp, thậm chí dưới 10% như ở hệ thống BL1, L1 và L2. Hiệu quả xử lý chất ô nhiễm của hệ thống ABL1 và ABL2 là xấp xỉ nhau.

Như vậy trong nghiên cứu này, nồng độ các chất ô nhiễm trong nước thải khu công nghiệp Lễ Môn, Thanh Hoá chưa đạt tới ngưỡng ức chế hoạt động của *Nanochloropsis oculata* và *Bacillus* TH37.

III. KẾT LUẬN

Từ các thí nghiệm nghiên cứu khả năng làm sạch nước thải khu công nghiệp Lễ Môn, Thanh Hoá của vi tảo *Nanochloropsis oculata* và chủng vi khuẩn *Bacillus* TH37 cho thấy: *Nanochloropsis oculata* (trong AL1 và AL2) không có khả năng sử dụng các chất hữu cơ trong nước thải như là nguồn cacbon cho quá trình trao đổi chất. Các chất gây ô nhiễm hữu cơ hầu như không được phân huỷ trong các hệ thống BL1 và BL2 cho thấy oxy phân tử là chất cần thiết cho hoạt động phân huỷ các chất ô nhiễm của *Bacillus* TH37.

Hiệu quả xử lý các chất ô nhiễm và sự sinh trưởng vi sinh vật cao trong hệ thống ABL1 và ABL2 cho thấy ảnh hưởng tích cực của *Nanochloropsis oculata* trong hoạt động phân huỷ chất ô nhiễm của *Bacillus* TH37 và mối quan hệ tương hỗ này dựa trên sự trao đổi O₂ và CO₂ được giải phóng từ quá trình quang hợp của vi tảo và quá trình phân huỷ chất hữu cơ của vi khuẩn. Sự trao đổi O₂ và CO₂ giữa vi tảo và vi khuẩn trong hệ thống là cơ sở cho sự suy giảm BOD₅ trong nước thải ô nhiễm.

Như vậy, mặc dù hiệu quả xử lý nước thải của hệ thống vi tảo – vi khuẩn trong nghiên cứu này không cao và thời gian xử lý kéo dài so với các hệ thống xử lý nước thải hiếu khí hiện nay nhưng mục đích chính của nghiên cứu này quan tâm tới mối quan hệ tương hỗ của hệ thống vi tảo – vi khuẩn trong quá trình làm sạch nước thải hơn là tốc độ phân huỷ chất ô nhiễm. Nghiên cứu này có thể ứng dụng trong thực tế xử lý nước thải nhằm khắc phục hạn chế của hệ thống xử lý hiếu khí các chất thải độc hại dễ bay hơi và làm giảm chi phí vận hành máy móc của hệ thống sục khí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Borde X., B. Guieysse, O. Delgado, R. Munoz, R. Hatti-Kaul, C. Nugier-Chauvin, H. Patin, B. Mattiasson, 2001: *Bioresource Technology*, 86, 293-300.
2. De-Bashan L.E., J-P. Hernandez, T. Morey, Y. Bashan, 2003: *Water Research*, 38: 466- 474.
3. Lê Thị Phượng, Phan Văn Mạch, Mai Sỹ Tuấn, 2009: Báo cáo khoa học về sinh thái và TNSV, Hội nghị khoa học toàn quốc lần 3. NXB. Nông nghiệp, Hà Nội, 1513-1518.

THE POTENTIAL OF MICROALGAL-BACTERIAL MICROCOSMS FOR TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER

DO THI HAI, PHAN VAN MACH, MAI SI TUAN, TRAN HUU PHONG

SUMMARY

The potential of microalgal – bacterial microcosms in the industrial wastewater cleaning process was studied in the different contaminated concentrations. In current experiments, the systems inoculated with both algae and bacteria were the sole ones in which degradative efficiency were more than 80% after 7 days. When any of the algae or/and bacteria was omitted, either degradative efficiency or significant growth gained low level. This study shows the applicability of photosynthesis – aerobic biodegradation systems by *Nanochloropsis oculata* and *Bacillus* TH37 as a biological wastewater treatment.