

# NGHIÊN CỨU VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ HOẠT HOÁ SINH HỌC TRONG VIỆC XỬ LÝ RÁC THẢI ĐÔ THỊ VIỆT NAM

ThS. NGUYỄN SƠN LÂM  
Viện KHCN Xây dựng

## 1. Mở đầu

Một trong những phát kiến gây được sự chú ý lớn trong việc quản lý chất thải rắn trên thế giới là chôn lấp với công nghệ hoạt hoá sinh học (HSSH). Công nghệ này đã thay đổi mục đích của một bãi chôn lấp chỉ với chức năng lưu giữ chất thải một cách thông thường thành một hệ thống xử lý chất thải rất hiệu quả.

Bãi chôn lấp vận hành theo công nghệ HSSH đã được nghiên cứu và áp dụng rộng rãi tại nhiều nước trên thế giới như (USA, Anh, Đức, Nhật, Malaysia, Thái Lan...) từ cuối những năm 90 của thế kỷ 20 cho đến nay và đem lại hiệu quả cao trong công tác xử lý chất thải rắn đô thị. Các lợi ích khi áp dụng loại hình công nghệ này bao gồm:

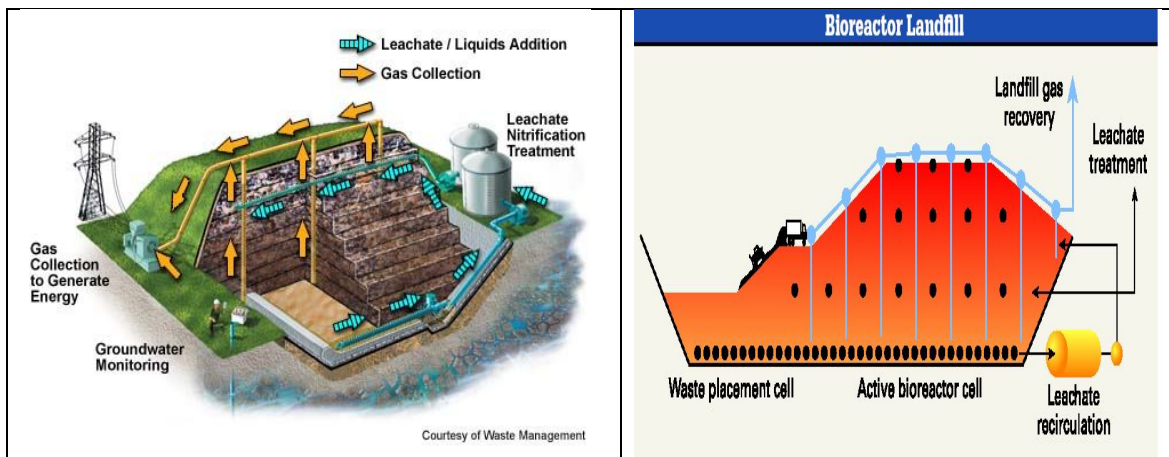
- Đẩy nhanh quá trình phân huỷ rác và ổn định của ô chôn lấp từ hàng chục năm xuống còn 3-5 năm và rút ngắn thời gian để có thể đưa bãi chôn lấp vào khai thác cho các mục đích kinh tế khác;
- Tăng khả năng chứa rác của bãi chôn lấp từ 15-30% và cho phép kéo dài thời gian vận hành bãi do quá trình ổn định rác xảy ra nhanh hơn làm tăng thể tích chứa rác.
- Tăng khả năng sinh khí bãi rác trong thời gian ngắn và thời gian khai thác khí bãi rác vào mục đích sản xuất năng lượng điện hoặc các mục đích thương mại khác.
- Thời gian phân huỷ rác được rút ngắn nhiều sẽ đảm bảo độ tin cậy rằng các tác động xấu đến môi trường sẽ không xảy ra. Bởi vì tuổi thọ của các lớp bảo vệ (Geosynthetic membrane) được sử dụng chỉ khoảng 20 năm, trong khi thời gian vận hành và ổn định bãi chôn lấp khoảng vài chục năm;
- Giảm lượng nước rác phát sinh cũng như hàm lượng các chất độc hại trong nước rác cần xử lý tạo điều kiện dễ dàng cho việc xử lý nước rác và giảm chi phí xử lý;
- Giảm tác động môi trường trong thời gian vận hành cũng như đã đóng bãi;
- Giảm chi phí quan trắc ô nhiễm môi trường do bãi chôn lấp nhanh ổn định.

Bài báo này trình bày các kết quả nghiên cứu thực nghiệm xử lý rác thải sinh hoạt đô thị của Việt Nam cùng một số điểm cần lưu ý khi thiết kế và vận hành công nghệ này. Các kết quả nghiên cứu thực nghiệm cho thấy rằng công nghệ HSSH rất thích hợp trong việc xử lý chất thải sinh hoạt đô thị Việt Nam.

## 2. Nghiên cứu thực nghiệm xử lý rác bằng công nghệ HSSH

### 2.1 Sơ đồ vận hành theo công nghệ HSSH

Sơ đồ mô phỏng quá trình vận hành điển hình của công nghệ hoạt hoá sinh học được giới thiệu trong hình 1.



Hình 1. Mô hình xử lý rác thải sinh hoạt đô thị theo công nghệ hoạt hoá sinh học

Một trong những phương pháp được sử dụng rộng rãi và dễ áp dụng để xây dựng bãi chôn lấp vận hành theo công nghệ HSSH là tuần hoàn lại nước rác từ nơi thu gom quay lại các ô chôn lấp.

Quá trình tuần hoàn của nước rác trở lại các ô chôn lấp rác sẽ tạo ra môi trường tốt làm tăng độ ẩm của rác thải và cung cấp các chất dinh dưỡng cho hệ vi sinh vật để đẩy nhanh tốc độ của quá trình

phân huỷ rác thải, đẩy nhanh quá trình ổn định của bãi chôn lấp thông qua đầm nén tự nhiên bằng nước rác cũng như phân bố đều độ ẩm trong từng ô chôn lấp.

## **2.2 Thí nghiệm xử lý rác thải theo công nghệ hoạt hoá sinh học**

### **2.2.1 Bố trí thí nghiệm**

Mẫu rác thải dùng để phục vụ các nghiên cứu thực nghiệm là rác thải sinh hoạt đô thị Hà Nội. Rác sau khi được lấy về từ hiện trường được đảo trộn kỹ để đảm bảo độ đồng nhất và được phân chia đều thành 3 phần bằng nhau để nạp vào từng thùng chứa rác. Điều kiện thí nghiệm trong phòng thí nghiệm nhiệt độ từ 24-28°C, độ ẩm dao động trong khoảng 60-75%.

Toàn bộ bố trí thí nghiệm hoạt hoá sinh học được giới thiệu trong hình 2.

- Thùng 1 sẽ mô phỏng ô chôn lấp rác thải thông thường. Rác trong thùng này sẽ được phân huỷ sinh học trong điều kiện tự nhiên bình thường giống như quá trình xử lý đang được áp dụng tại các ô chôn lấp rác thải hiện nay. Thùng chứa này dùng để đối chứng so sánh với hai thùng chứa rác 2 và 3.

- Thùng 2 là thùng dùng để phục vụ cho thí nghiệm hoạt hoá sinh học rác thải. Rác trong thùng này sẽ được kích hoạt để đẩy nhanh quá trình phân huỷ sinh học bằng chính nước rác phát sinh tại đáy thùng được bơm tuần hoàn trở lại và tưới đều trên bề mặt lớp rác bằng hệ thống bơm và ống đã được lắp đặt.

- Thùng 3 là thùng dùng để phục vụ cho thí nghiệm hoạt hoá sinh học rác thải tương tự như thùng thứ hai. Nhưng ở thùng thứ ba này, nước rác trước khi tuần hoàn trở lại thùng chứa rác còn được trung hoà bằng hoá chất NaOH để duy trì môi trường trung tính (độ pH xấp xỉ bằng 7).



**Hình 2.** Mô hình thí nghiệm ô chôn lấp hoạt hoá sinh học

### **2.2.2 Thí nghiệm**

Nhóm nghiên cứu đã tiến hành thí nghiệm hoạt hoá sinh học liên tục trên mô hình trong khoảng thời gian một năm từ tháng 6/ 2006 đến tháng 6/ 2007.

Các thông số được quan trắc theo thời gian phục vụ việc theo dõi đánh giá các giai đoạn sinh hoá của quá trình phân huỷ rác thải bao gồm: pH, COD, nhiệt độ, độ lún của rác thải.

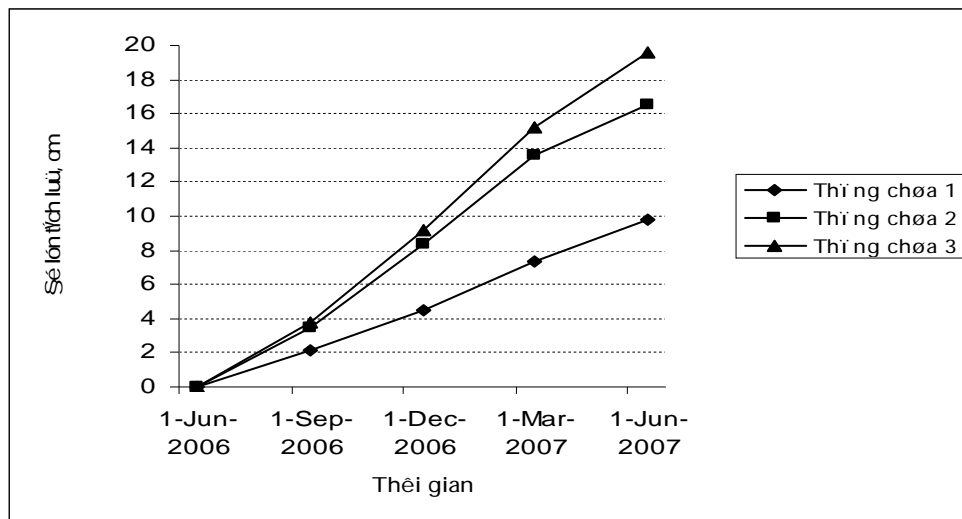


**Hình 3.** Mẫu nước rác và thực hiện đo đặc phân tích trong phòng thí nghiệm

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Độ lún của rác thải

Kết quả quan sát trực quan và đo đạc về độ lún bề mặt khối rác thí nghiệm tại từng thùng chứa cho thấy rằng độ lún này xảy ra với các mức độ khác nhau. Độ lún tích lũy của rác thải do quá trình phân huỷ rác gây ra trong từng thùng chứa được trình bày trong hình 4 dưới đây.



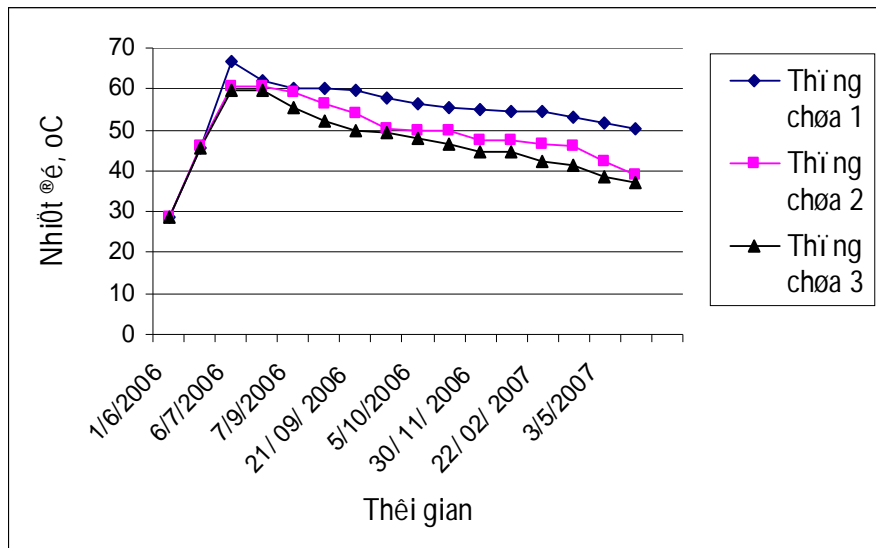
**Hình 4.** Độ lún tích lũy của rác thải phân huỷ

Sự thể hiện trên hình 4 cho thấy, độ lún khác nhau tại các thùng chứa chứng tỏ quá trình phân huỷ sinh học và ổn định của rác thải trong từng thùng chứa xảy ra với tốc độ khác nhau trong cùng một thời gian tiến hành thí nghiệm.

Hoạt hoá sinh học bằng tuần hoàn nước rác đã thúc đẩy quá trình phân huỷ sinh học và ổn định khối rác thải nhanh hơn trong các thùng 3 và 2 so với thùng 1 (không được hoạt hoá sinh học).

#### 3.2. Nhiệt độ của rác thải

Sự biến thiên nhiệt độ của rác thải cũng cho thấy rõ quá trình phân huỷ rác thải. Sự biến thiên nhiệt độ của rác thải trong từng thùng chứa rác trong mô hình thí nghiệm được trình bày trong hình 5.



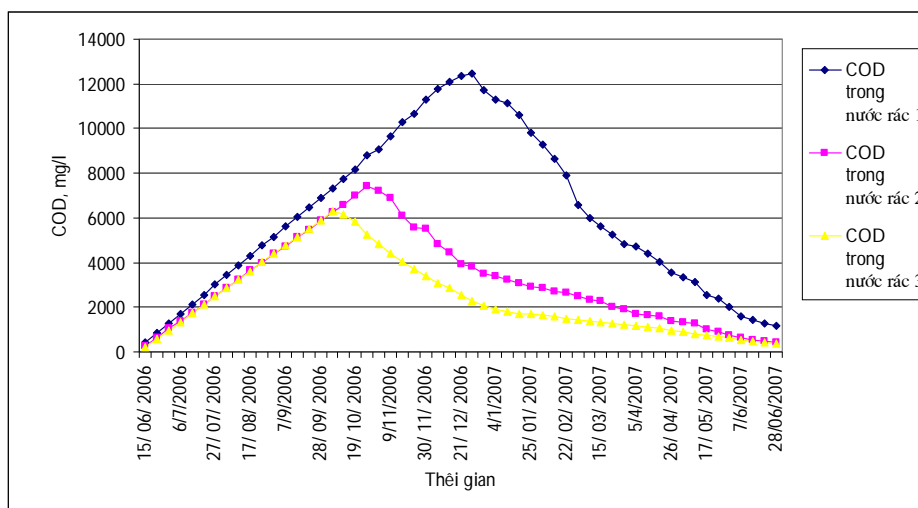
**Hình 5.** Biến thiên nhiệt độ của rác thải

Quan trắc sự thay đổi nhiệt độ cho thấy rằng nhiệt độ của rác thải trong các thùng chứa trong thời gian những tháng đầu tăng nhanh và đạt giá trị tối đa khoảng từ 60-66,5°C. Sự tăng nhiệt độ này là do quá trình phân huỷ hiếu khí rác thải với các phản ứng sinh nhiệt gây ra. Sau khi đạt đỉnh, nhiệt độ của rác tại các thùng chứa giảm dần. Nhiệt độ của rác thải tại các thùng 2 và 3 giảm nhanh hơn so với nhiệt độ của rác thải trong thùng 1. Điều này chứng tỏ rằng quá trình phân huỷ sinh học rác thải tại hai thùng 2 và 3 xảy ra nhanh hơn với xu hướng thiết lập sớm hơn giai đoạn phân huỷ kỵ khí. Nhiệt độ của rác thải tại thùng 3 và 2 trong phần lớn thời gian còn lại của quá trình thí nghiệm nằm trong khoảng từ 40-50°C.

Nhiệt độ của rác thải nằm trong dải nhiệt độ này chứng tỏ rằng quá trình phân huỷ của rác thải đang trong giai đoạn phân huỷ kỵ khí. Trong giai đoạn này, giá trị pH sẽ giảm nhanh xuống môi trường axit do các thành phần axit hữu cơ được tạo ra nhiều. Như vậy quá trình hoạt hoá sinh học đã đẩy nhanh hơn sự chuyển hoá quá trình phân huỷ sinh học từ hiếu khí sang kỵ khí. Do đó mà nồng độ khí rác (metan chiếm 60% thành phần khí rác) cũng sẽ tăng nhanh trong giai đoạn này.

### 3.3 Kết quả phân tích nước rác

Diễn biến thay đổi của COD trong nước rác thu được từ ba thùng trong mô hình được biểu diễn tổng hợp trên đồ thị trong hình 6.



**Hình 6.** Thay đổi COD của nước rác lấy từ các thùng 1, 2 và 3 theo thời gian

Kết quả đo đạc và phân tích cho thấy:

- Nước rác phát sinh từ các thùng chứa rác được HSSH (thùng 2 và 3) với nước rác tuần hoàn có nồng độ COD<sub>max</sub> thấp hơn trong thời gian ngắn hơn khi so sánh với giá trị COD<sub>max</sub> thu được từ thùng đối chứng 1 (không tuần hoàn nước rác).

- Độ lún lớp đất phủ và thăm cò trên bề mặt lớp rác tại các thùng chứa rác trong thí nghiệm khác nhau, độ sụt lún lớn nhất quan sát được tại thùng 3, sau đến thùng 2 và thấp nhất là thùng 1.

- Tại thùng 3 với nước rác có pH được kiểm soát bằng NaOH để duy trì môi trường trung tính cho thấy nồng độ COD trong nước rác giảm nhanh nhất và có giá trị nhỏ nhất so với các thùng còn lại.

- Nước rác có pH được kiểm soát bằng NaOH để duy trì môi trường trung tính tại thùng 3 đã thiết lập rất nhanh môi trường phân huỷ kỵ khí so với các thùng chứa còn lại.

Như vậy việc tuần hoàn nước rác đã đẩy nhanh quá trình phân huỷ sinh học rác thải. Điều này được thể hiện bằng sự giảm nhanh nồng độ COD trong nước rác và hình thành sớm khí metan.

#### **4. Thiết kế và vận hành bãi chôn lấp HSSH**

Công tác thiết kế, xây dựng và vận hành bãi chôn lấp HSSH đòi hỏi cần phải lưu ý đến một số đặc điểm riêng so với bãi chôn lấp hợp vệ sinh thông thường. Áp dụng công nghệ HSSH yêu cầu một vài sự điều chỉnh liên quan đến thiết kế và vận hành so với bãi chôn lấp thông thường. Ví dụ: Hệ thống chống thấm đáy bãi chôn lấp phải được thiết kế để đảm bảo khả năng chống thấm phù hợp với sự tăng thêm một lượng nước rác do quá trình tuần hoàn nước rác gây ra ngoài lượng nước rác hình thành một cách tự nhiên. Hệ thống thiết bị thu gom và quản lý khí bãi rác cũng phải được xem xét để vận hành tốt đảm bảo kiểm soát được lượng khí bãi rác sinh ra với mức độ nhanh hơn đặc biệt là trong giai đoạn hình thành khí bãi rác tại bãi chôn lấp. Việc đầm chặt quá mức rác thải chôn lấp tại bãi chứa cũng có thể gây ra các tác động xấu đến khả năng thẩm thấu của nước rác qua các lớp rác qua đó ảnh hưởng lớn đến sự phân bố ẩm một cách đồng đều trong lòng khối rác được chôn lấp. Hệ thống thiết bị thu gom và tuần hoàn nước rác lại các ô chôn lấp cũng phải được bố trí sao cho thích hợp được với các yêu cầu vận hành bãi chôn lấp hàng ngày và cả yêu cầu về đóng ô chôn lấp khi đã đầy.

#### **5. Kết luận và kiến nghị**

##### **5.1 Kết luận**

Có thể đưa ra một số kết luận sau từ kết quả nghiên cứu về xử lý rác thải sinh hoạt đô thị bằng công nghệ hoạt hoá sinh học:

- Cùng thời gian thí nghiệm như nhau lượng COD trong nước rác phát sinh từ các thùng được HSSH và kiểm soát pH nhỏ hơn so với COD trong nước rác lấy từ thùng đối chứng không HSSH từ 2,6-3 lần. Thời gian xuất hiện giá trị COD<sub>max</sub> của nước rác HSSH xảy ra sớm hơn nhiều và giá trị COD<sub>max</sub> nhỏ khoảng 1,6 đến 1,8 lần so với COD<sub>max</sub> của nước rác không được hoạt hoá.

- Việc duy trì pH của nước rác ở môi trường trung tính trong giai đoạn phân huỷ đầu tiên có hiệu quả trong việc đẩy quá trình phân huỷ chuyển sang giai đoạn kỵ khí metan hoá.

- Công nghệ HSSH bằng tuần hoàn nước rác có hiệu quả cao trong việc xử lý mẫu rác thải đô thị của Việt Nam

- Bãi chôn lấp sử dụng công nghệ HSSH rất phù hợp với điều kiện của Việt Nam hiện nay do thành phần hữu cơ của rác thải đô thị Việt Nam cao, từ 45-75%, rất thích hợp với quá trình phân huỷ sinh học.

- Công nghệ chôn lấp HSSH có thể áp dụng cho việc thiết kế mới cũng như có thể áp dụng cho các bãi chôn lấp hợp vệ sinh đang vận hành.

- Công nghệ này có thể khắc phục được một trong những vấn đề rất nan giải hiện nay tại các bãi chôn lấp của Việt Nam là xử lý nước rác. Do lượng nước rác được tuần hoàn trở lại bãi chôn lấp và hàm lượng các chất hữu cơ trong nước rác giảm đi rất nhiều nên giảm được lượng nước rác cũng như thành phần và hàm lượng các chất hữu cơ trong nước rác cần phải xử lý.

##### **5.2 Kiến nghị**

- Công nghệ chôn lấp HSSH được sử dụng rộng rãi trong tại nhiều nước trên thế giới, nhất là đối với các đô thị có rác thải với hàm lượng chất hữu cơ cao. Công nghệ này hoàn toàn phù hợp cho việc xử lý rác thải đô thị Việt Nam.

- Đề nghị áp dụng công nghệ này trong việc xử lý cho các bãi rác gây ô nhiễm theo QĐ 64/2003 TTg.

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. TCXDVN 261:2001. Bãi chôn lấp chất thải rắn - Tiêu chuẩn thiết kế.
2. DEBRA R., REINHART., TIMOTHY G. TOWNSEND. Landfill Bioreactor Design & Operation. Lewis Publishers, New York, 1998.
3. JOHN PACEY. The Bioreactor Landfill – An innovation in Solid Waste Management, SWANA paper 2000.
4. US Department of Energy Technology. Final Technical Report – Full Scale Bioreactor Landfill. March 2005.