

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC XÂY DỰNG**

NGUYỄN THU HUYỀN

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO
HIỆU QUẢ QUẢN LÝ PHÂN Bùn BỂ TỰ
HOẠI CHO CÁC ĐÔ THỊ VIỆT NAM –
NGHIÊN CỨU ĐIỂN HÌNH CHO THÀNH
PHỐ HÀ NỘI**

MÃ SỐ: 62.58.70.01

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học

1. PGS. TS. NGUYỄN THỊ KIM THÁI
2. PGS. TS. ỨNG QUỐC DŨNG

HÀ NỘI – NĂM 2010

Công trình được hoàn thành tại Trường Đại học Xây dựng
Người hướng dẫn khoa học:

- 1. PGS. TS. NGUYỄN THỊ KIM THÁI**
- 2. PGS. TS. ỨNG QUỐC DŨNG**

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án được bảo vệ tại Hội đồng cấp nhà nước luận án Tiến sĩ
họp tại trường Đại học Xây dựng
Vào hồi ... ngày ... tháng ... năm 2010

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam;
- Trường Đại học Xây dựng

MỞ ĐẦU

Sự cấp thiết của luận án

Tại Việt Nam, cùng với sự phát triển về kinh tế và quá trình đô thị dân số đô thị ngày càng gia tăng. Sự gia tăng nhanh chóng dân cư đô thị trong khi cơ sở hạ tầng của các đô thị vẫn chưa phát triển theo kịp nên các đô thị đang phải đối mặt với các khó khăn về nhà ở, giao thông, úng ngập, ô nhiễm môi trường... Trong đó các vấn đề vệ sinh môi trường liên quan tới việc không kiểm soát được phân bùn bề tự hoại là một trong những thách thức đối với chính quyền và người dân tại các đô thị. Với những lý do trên, Luận án tiến sỹ NGHIÊN CỨU NÂNG CAO HIỆU QUẢ QUẢN LÝ PHÂN Bùn BỀ PHỐT CHO CÁC ĐÔ THỊ VIỆT NAM mang tính cấp thiết nhằm góp phần nghiên cứu làm rõ những cơ sở khoa học phục vụ công tác quản lý phân bùn bề tự hoại ở các đô thị Việt Nam.

Nội dung chính của luận án:

- Nghiên cứu công nghệ xử lý phối trộn phân bùn bề tự hoại và chất thải rắn hữu cơ để phân hủy, tạo sản phẩm phân vi sinh phục vụ sản xuất cây trồng.
- Xác định các thông số công nghệ hợp lý nhằm nâng cao hiệu quả xử lý và làm cơ sở phục vụ cho việc thiết kế, vận hành các công trình trong dây chuyền xử lý phối trộn.

Những đóng góp mới của luận án

- Đưa ra được giải pháp xử lý phân bùn bề tự hoại phù hợp với điều kiện của các đô thị Việt Nam nói chung và cho thành phố Hà Nội nói riêng
- Xác định được các thông số cơ bản của quá trình xử lý phối trộn phân bùn và chất thải rắn hữu cơ: tỷ lệ phối trộn, chế độ cấp khí, hằng số tốc độ phân hủy
- Ứng dụng được kết quả nghiên cứu để nâng cao hiệu quả xử lý cho nhà máy Phân hữu cơ tại Cầu Diễn

Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

- Đề xuất xử lý phối trộn phân bùn bề tự hoại với chất thải rắn hữu cơ tại các nhà máy chế biến phân hữu cơ là một trong những nghiên cứu đầu tiên được thực hiện tại Việt Nam. Xử lý phối trộn phân bùn bề tự hoại bởi các lý do sau đây:

- + Tận dụng và thu hồi các chất dinh dưỡng có trong phân bùn nhằm phục vụ cho nông nghiệp;
- + Kết hợp giải quyết xử lý phân bùn tại các cơ sở xử lý chất thải rắn là một trong những phương thức xử lý triệt để các loại chất thải rắn phát sinh từ hoạt động đô thị;
- + Kết quả nghiên cứu có khả năng ứng dụng ngay trong các nhà máy xử lý chất thải rắn hữu cơ hiện có;

- Cải tiến quy trình vận hành của công nghệ xử lý chất thải rắn hữu cơ có thể góp phần làm giảm đáng kể năng lượng, nước sạch tiêu hao của nhà máy. Đồng thời hạn chế việc phát sinh khí NH₃ gây thất thoát dinh dưỡng trong sản phẩm phân vi sinh.

Bố cục của luận án

Ngoài phần mở đầu và kết luận – kiến nghị, luận án được cấu trúc thành ba chương chính:

Chương 1: Tổng quan chung về quản lý phân bùn bề tự hoại

Chương 2: Cơ sở lý thuyết về các quá trình phân hủy vi sinh chất thải rắn hữu cơ trong điều kiện hiếu khí

Chương 3 Nghiên cứu xử lý phối trộn phân bùn với chất thải hữu cơ trong điều kiện Việt Nam

Kết luận, kiến nghị

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ QUẢN LÝ PHÂN Bùn BỂ TỰ HOẠI TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

1.1 Quá trình Hình thành và tính chất phân bùn bể tự hoại

“Phân bùn” hay chất thải bùn được định nghĩa là hỗn hợp bùn, phân và chất lỏng Hình thành từ các công trình vệ sinh tại chỗ, bao gồm bể tự hoại (hoặc còn được gọi là bể tự hoại, hầm cầu). Phân bùn được coi là một dạng của bùn cặn Các sản phẩm bài tiết của người chứa một lượng lớn các chất hữu cơ. Trong khi đó phân bùn trong bể tự hoại là sản phẩm của quá trình lên men các cặn rắn từ quá trình bài tiết này, do vậy thành phần của phân bùn chứa một lượng lớn chất hữu cơ cũng như các loại vi sinh vật.

Lượng phân bùn Hình thành trong bể tự hoại phụ thuộc vào lượng người sử dụng nhà vệ sinh.

Thành phần hữu cơ trong bể tự hoại thay đổi tùy theo thời gian lưu giữ trong bể. Thời gian lưu giữ trong bể càng lâu thì các chất hữu cơ trong bể càng giảm..

1.2 Quản lý phân bùn bể tự hoại tại các đô thị trên thế giới

Tại đô thị các nước phát triển các nhà vệ sinh phần lớn được nối trực tiếp với hệ thống thoát nước và sau đó đưa vào trạm xử lý nước thải. Trong khi đó ở các nước đang phát triển, hệ thống vệ sinh tại chỗ là hình thức thu nhận phân chính. Việc thu gom và vận chuyển phân bùn ở các thành phố thuộc các nước đang phát triển phải đối mặt với rất nhiều khó khăn chông chát như phương tiện thu gom thiếu và lạc hậu, phương tiện khó tiếp cận với nhà vệ sinh, tắc nghẽn giao thông. Phân bùn sau thu gom thường được đổ bỏ hoặc sử dụng trực tiếp trong nông nghiệp mà không qua xử lý. Tại nhiều đô thị, các bãi đổ lộ thiên đặt gần khu dân cư có thu nhập thấp, điều này đã gây ra các rủi ro sức khỏe đối với người dân đặc biệt là trẻ em.

Tại số quốc gia đang phát triển trong đó có Việt Nam, phân bùn bể tự hoại thường được sử dụng trực tiếp trong nông nghiệp mà không qua xử lý (ví dụ như nuôi trồng thủy sản, trồng cây nông nghiệp,...) làm phân gây ô nhiễm nghiêm trọng cho nguồn nước và ô nhiễm đất. Thông qua việc sử dụng trực tiếp phân bùn vào nông nghiệp, các vi khuẩn gây bệnh đường ruột, tiêu chảy, các loại giun đũa được phát tán vào cộng đồng xử lý (tận dụng các chất dinh dưỡng trong phân bùn). Việc xử lý nhằm tạo ra hàng rào ngăn cách giữa mầm bệnh và con người.

Phương pháp xử lý phân bùn có thể bằng cách kết hợp hay tách riêng với xử lý nước thải đang được thực hiện ở một số quốc gia như Trung Quốc, Thái Lan, Indonesia, Achantina, Ghana, Nam Phi. Tại các nước phát triển, trong khu vực đô thị, toàn bộ các chất thải bỏ từ hệ thống vệ sinh theo hệ thống cống được tập trung tại các nhà máy xử lý nước thải lớn. Tuy nhiên việc xây dựng và vận hành hệ thống này rất tốn kém và yêu cầu một trình độ quản lý cao.

Để khắc phục cản trở trên, hiện nay các phương pháp xử lý phân bùn chi phí thấp đang được nghiên cứu. Công nghệ xử lý phân bùn có thể kết hợp hai hay nhiều phương pháp xử lý khác nhau phụ thuộc vào điều kiện và mục tiêu xử lý từng vùng.

1.3 Quản lý phân bùn bể tự hoại tại Việt Nam

Tại các đô thị Việt nam, hầu hết (85%-90%) dân số sử dụng các phương tiện vệ sinh- xử lý nước thải tại chỗ là nhà vệ sinh với xí tự hoại, trong đó bể tự hoại chỉ xử lý sơ bộ phần nước được thu

gom từ xí sau đó phần nước lẫn bùn này sẽ cùng với nước thải sinh hoạt từ các hộ gia đình xả trực tiếp ra mạng lưới cống thoát nước chung rồi sau đó chảy vào các nguồn tiếp nhận, kênh mương ao hồ tự nhiên. Bể tự hoại thường được xây dựng với hai hoặc ba ngăn và hiện chưa có một quy định về kích thước nhất định đối với bể do các hộ gia đình tự xây dựng. Phần lớn bể tự hoại của các hộ gia đình thường được xây ngay dưới bể xí, nằm trong nền nhà. Bể thường được xây bằng gạch và có nắp bằng bê tông.

Tại các đô thị lớn như Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Đà Nẵng thì ngoài công ty Môi trường là đơn vị công ích được giao nhiệm vụ thu gom phân bùn bể tự hoại thì còn có các công ty tư nhân cũng tham gia và hoạt động này. Các xe hút của tư nhân có mặt trên thị trường phần lớn có tải trọng từ 1 đến 5 tấn, và một số rất ít xe nhỏ hơn. Khả năng hút bùn điển hình dao động từ 0,8 đến 3,2 m³, với mức trung bình là 2 m³.

Trừ một số đô thị lớn hoặc có các dự án quốc tế đầu tư như Hải Phòng, Đà Nẵng, Nam Định.. đang triển khai xây dựng, vận hành các khu xử lý chất thải rắn trong đó có khu vực xử lý phân bùn, đại đa số các đô thị còn lại không có cơ sở hạ tầng để thực hiện công tác xử lý. Hiện tại phân bùn sau khi thu gom không được xử lý mà đổ thải bừa bãi vào các khu đất trống, ao cá, ruộng lúa...mà không qua xử lý. Điều này gây nên hậu quả là những chất gây ô nhiễm từ phân bùn đang được lan truyền và thâm nhập vào nguồn nước mặt, nước ngầm cũng như thực phẩm mà con người sử dụng, gây nguy hiểm cho sức khỏe cộng đồng.

1.4 Kết luận chương I

1. Hiện nay tại Việt Nam việc quản lý phân bùn bể phốt vẫn chưa được chú trọng. Hầu như chưa có đô thị nào có biện pháp quản lý và xử lý phù hợp. Tại Hà Nội, một trong những vấn đề môi trường đang được chú ý là quản lý phân bùn bể tự hoại. Hiện nay Hà Nội đã có một số đơn vị thu gom phân bùn bể tự hoại, tuy nhiên do chưa có cơ sở thu gom và xử lý nên lượng phân bùn sau khi thu gom bị đổ thẳng ra môi trường, trồng cây nông nghiệp, nuôi trồng thủy sản, ... một lượng nhỏ được đưa đi xử lý tại nhà máy vi sinh Cầu Diễn. Tuy nhiên, hệ thống xử lý hiện nay mới chỉ ở bước xử lý sơ bộ, chất lượng vệ sinh của sản phẩm sau xử lý chưa được đảm bảo. Do vậy, hiện nay cần phải có một hệ thống thu gom và công nghệ xử lý phù hợp hơn với điều kiện của Hà Nội

2- Với đặc điểm là một nước nông nghiệp, việc tái sử dụng phân bùn bể tự hoại là rất phổ biến ở Việt Nam, nhưng phần lớn phân bùn không được sử dụng đúng cách, không đảm bảo an toàn vệ sinh môi trường.

3. Trên thế giới hiện có nhiều phương pháp xử lý phân bùn bể phốt, nhưng các phương pháp để có thể ứng dụng vào Việt Nam phải đảm bảo các tiêu chí về kinh tế, vệ sinh, khả năng tái sử dụng.

Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT VỀ QUÁ TRÌNH PHÂN HỦY SINH HỌC CHẤT THẢI RẮN HỮU CƠ TRONG ĐIỀU KIỆN HIẾU KHÍ

Khi xử lý phối trộn bùn tự hoại với chất thải rắn hữu cơ, hỗn hợp tạo thành ở dạng rắn. Do vậy cơ sở lý thuyết của quá trình phân hủy sinh học hiếu khí hỗn hợp được coi như tương tự quá trình xảy ra với chất thải rắn hữu cơ.

2.1. Nguyên liệu và yêu cầu sản phẩm của quá trình ủ phối trộn chất thải rắn hữu cơ với phân bùn bể tự hoại

2.1.1 Nguyên liệu của quá trình ủ

Chất thải rắn hữu cơ

Chất thải rắn hữu cơ có nguồn gốc chủ yếu từ hoạt động sinh hoạt. Nguồn tạo thành chủ yếu từ các khu dân cư, cơ quan, trường học, các trung tâm dịch vụ, thương mại. Chất thải rắn sinh hoạt có thành phần bao gồm kim loại, sành sứ thủy tinh, gạch ngói vỡ, đất đá, cao su, chất dẻo, thực phẩm dư thừa hoặc quá hạn sử dụng, xương động vật, tre gỗ, lông gà vịt, giấy, rơm rạ, xác động vật, vỏ rau quả...

Phân bùn bể tự hoại

Là sản phẩm của quá trình phân hủy sơ bộ các sản phẩm bài tiết của người nên trong phân bùn có chứa nhiều thành phần hữu cơ và các loại vi sinh vật gây bệnh (xem thêm chương 1).

2.1.2 Yêu cầu chất lượng phân vi sinh

Chất lượng phân vi sinh được đánh giá dựa trên 4 nhân tố như sau:

- Mức độ lẫn tạo chất (thủy tinh, plastic, đá, kim loại nặng, chất thải hóa học, thuốc trừ sâu...)
- Nồng độ các chất dinh dưỡng (dinh dưỡng đa lượng N, P, K; dinh dưỡng trung lượng Ca, Mg, S; dinh dưỡng vi lượng Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Co, Bo.)
- Mật độ vi sinh vật gây bệnh (thấp ở mức không ảnh hưởng có hại tới cây trồng)
- Độ ổn định (độ chín, hoai) và hàm lượng chất hữu cơ (độ ổn định liên quan tới nhiệt độ, độ ẩm và nồng độ oxygen trong quá trình chế biến phân vi sinh; độ ổn định thường tỷ lệ nghịch với hàm lượng chất hữu cơ, khi thời gian ủ phân vi sinh kéo dài, độ ổn định của phân vi sinh sẽ tăng đi đôi với hàm lượng chất hữu cơ trong phân vi sinh giảm)

2.2. Khái niệm cơ bản về quá trình chuyển hóa sinh học hiếu khí

Quá trình phân hủy hiếu khí là quá trình chuyển hóa sinh hóa các hợp chất hữu cơ trong điều kiện có oxy với sự tham gia của các vi sinh vật hiếu khí. Sản phẩm của quá trình này là khí CO₂, nước và các sản phẩm trung gian khác.

Trong quá trình phân hủy chất thải rắn hữu cơ, đầu tiên các hợp chất hữu cơ phức tạp được phân hủy thành các chất đơn giản hơn. Các hợp chất của nitơ và các bon lần lượt được phân hủy thành CO₂, NH₄, axit hữu cơ và nitơ phân tử.

Quá trình đó có thể biểu diễn như sau:

+ **Đối với các hợp chất của Nitơ:**

Protein → *Peptides* → *Aminoaxit* → *Các hợp chất của amon* → *Nitơ phân tử*.

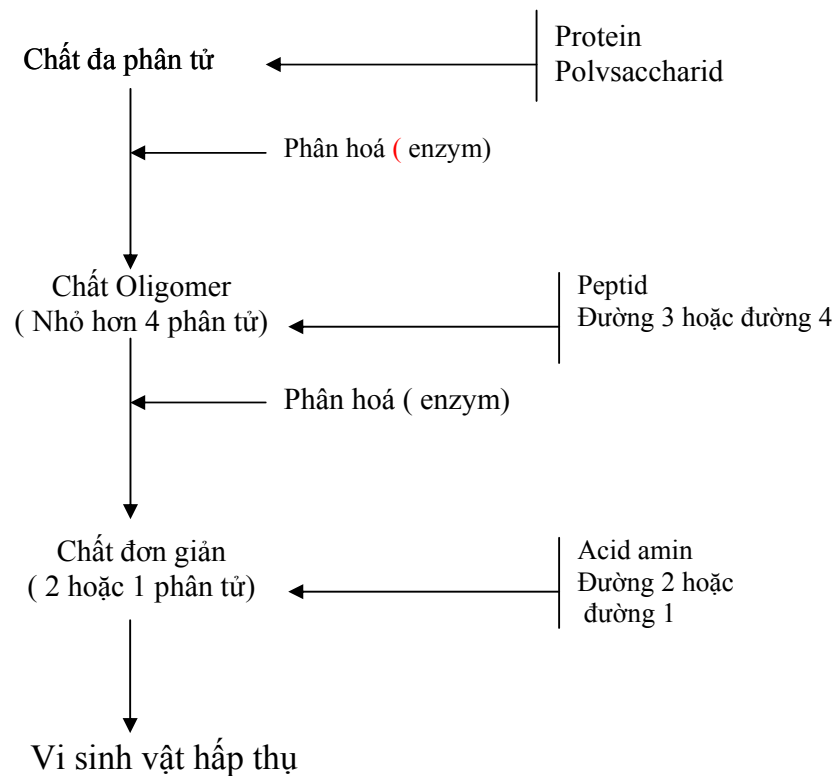
+ **Đối với các hợp chất của Cácbon:**

Hydratcacbon → *phân tử đường* → *axit hữu cơ* → *CO₂ và nước*.

Sau khi các hợp chất hữu cơ được phân giải, các chất trung gian tiếp tục được vi sinh vật tiêu thụ và chuyển hoá thành CO_2 , NO_2 . Sự ổn định của chất thải được hoàn thiện thông qua các phản ứng trao đổi chất của vi sinh vật hình thành trong quá trình này. Song song với các quá trình chuyển hoá chất hữu cơ, quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn hữu cơ cũng xảy ra quá trình khoáng hoá (Sắt, canxi, phốt pho...) và cuối cùng tạo ra mùn.

2.3 Cơ chế của quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn hữu cơ [1], [20]

Quá trình phân giải các hợp chất hữu cơ có trong chất thải hữu cơ khi ta tiến hành ủ chất thải xảy ra rất mạnh ngay trong ngày thứ hai của quá trình ủ. Đây là những quá trình xảy ra rất phức tạp vì trong cùng một thời gian xảy ra hàng loạt các quá trình phân giải khác nhau, đan chéo nhau. Tất cả các quá trình này đều thực hiện bởi enzym của vi sinh vật có trong khối ủ.



Cơ chế quá trình phân giải hợp chất hữu cơ

2.4 Các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn hữu cơ [21],

Nhiệt độ và thời gian

Độ ẩm

Ảnh hưởng của pH

Độ thoáng khí và phân phối Oxy

Đặc trưng hóa học của vật liệu ủ: C/N, P, K

Kích thước vật liệu ủ

Thành phần sinh vật trong đồng ủ

2.5 Động học của quá trình phân hủy hiếu khí chất thải rắn hữu cơ

Trong quá trình xử lý chất thải rắn hữu cơ, hệ không đồng nhất là hệ thống chủ yếu. quá trình phân hủy chất thải rắn hữu cơ bao gồm nhiều quá trình nối. Ngoài quá trình chuyển hóa chất hữu cơ dưới tác động của vi sinh vật, còn có các quá trình

- Chuyển oxy (trong không khí) vào các khoảng trống giữa các phần tử
- Vận chuyển oxy từ pha khí sang pha lỏng và vận chuyển qua các ranh giới pha.
- Vận chuyển oxy qua lớp bên ngoài của chất nền
- Vận chuyển oxy vào trong tế bào sinh vật, nấm, ...

2.6. Cân bằng vật chất trong quá trình ủ hiếu khí:

Theo Định luật bảo toàn khối lượng, cân bằng khối lượng của một quá trình có thể được mô tả theo phương trình sau:

$$SA_i = SB_j$$

Trong đó: S là khối lượng

A_i là các sản phẩm trung gian được sử dụng trong quá trình

B_j là các sản phẩm và các chất thải bỏ được tạo ra trong quá trình

Nếu xét cả tới cân bằng về mặt năng lượng thì ta có phương trình sau:

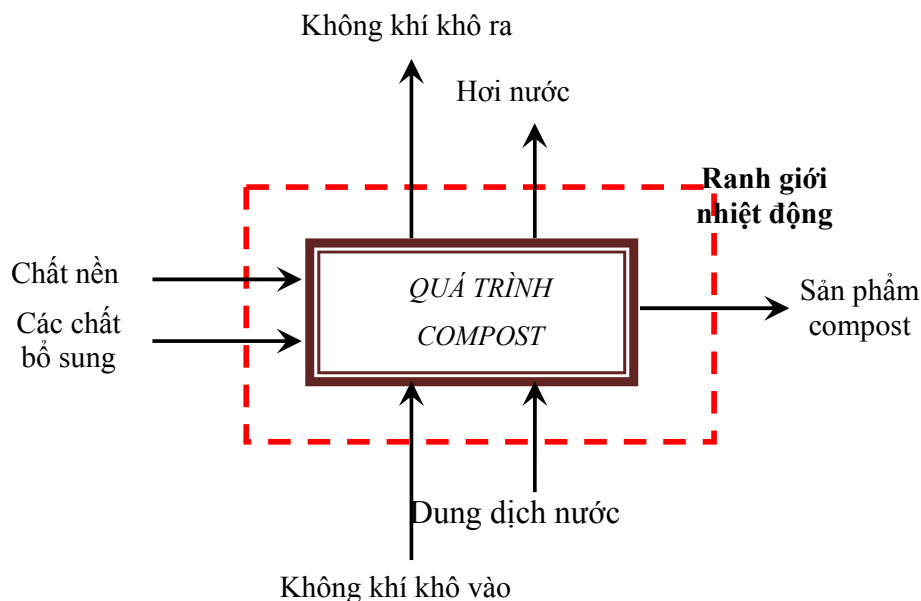
$$SA_i + SC_k = SB_j + SD_l$$

Trong đó: C_k là năng lượng trong sản phẩm trung gian và năng lượng được tiêu thụ bởi quá trình.

D_l là năng lượng trong sản phẩm và năng lượng được tạo thành bởi quá trình.

Khi phân tích một hệ thống thì cần phải xác định được sự liên kết giữa các chất với các quá trình. Mỗi một chất đều có một quá trình tạo thành xác định.

- Để xem xét sự biến đổi thành phần và khối lượng của hệ thống, người ta thể đánh giá thông qua các số liệu trong các tài liệu (các thông tin sẵn có), hoặc xác định bằng các phép đo, hoặc thông qua sự kết hợp của tất cả các phương pháp này.



Các yếu tố trong quá trình ủ vi sinh hiếu khí

Để cân bằng được sự biến đổi về lượng của các yếu tố trong quá trình ủ, ta cần định lượng được các yếu tố trong quá trình thông qua các số liệu nghiên cứu và phân tích thí nghiệm.

KẾT LUẬN CHƯƠNG II

1. Quá trình ủ phối trộn phân bùn với chất thải rắn hữu cơ được giả thiết là tương tự quá trình phân hủy sinh học chất thải rắn. Quá trình phân hủy này được diễn ra trong điều kiện hiếu khí sẽ cho sản phẩm cuối cùng là các mùn hữu cơ ở trạng thái ổn định sinh học. Các mùn này mang bản chất ổn định sinh học nên có thể sử dụng trực tiếp làm tăng độ phì của đất. Mùn được tạo thành chứa lượng chất hữu cơ đã được ổn định, cây trồng dễ hấp thụ nên có thể sử dụng được trong nông nghiệp.
2. Thành phần các loại vi sinh vật trong đồng ủ rất đa dạng và quan trọng trong quá trình tạo ra các mùn hữu cơ. Hiệu quả của quá trình phân hủy sinh học hiếu khí chất thải phụ thuộc vào nhiều yếu tố: độ ẩm, nhiệt độ đồng ủ, tỷ lệ C/N, tốc độ thổi khí, thành phần của các nguyên liệu ủ...
3. Phương trình động học của quá trình phân hủy hiếu khí được Haug xây dựng trên cơ sở lý thuyết của Monod. Trong phương trình này các thông số của quá trình phân hủy được lượng hóa và mô tả bằng phương trình toán học.
4. Thông qua phân tích dòng luân chuyển vật chất (MFA), có thể sơ bộ đánh giá được khả năng tái sử dụng các thành phần dinh dưỡng có trong phân bùn và rác hữu cơ, đồng thời là cơ sở để đề xuất các giải pháp cải tiến vận hành nâng cao hiệu quả xử lý

Chương 3: NGHIÊN CỨU XỬ LÝ PHỐI TRỘN PHÂN Bùn VỚI CHẤT THẢI HỮU CƠ TẠI NHÀ MÁY SẢN XUẤT PHÂN HỮU CƠ CÀU ĐIỂN

3.1. Mục đích thí nghiệm

Việc ủ phối trộn phân bón bề tự hoại với chất thải hữu cơ như đã trình bày ở Chương I sẽ vừa tận dụng được chất dinh dưỡng có trong phân bón và vừa đảm bảo chất lượng vệ sinh của sản phẩm sau khi ủ. Tuy nhiên, quá trình ủ hiếu khí như đã trình bày ở Chương II chịu tác động mạnh của độ ẩm đồng ủ cũng như lượng oxy cung cấp.

Việc phối trộn phân bón bề phốt với chất thải rắn hữu cơ sẽ làm giảm lượng nước cần bổ sung trong quá trình ủ. Nhưng nếu chúng ta trộn quá nhiều phân bón thì có khả năng làm gia tăng độ ẩm trong đồng ủ, gây ảnh hưởng xấu cho quá trình ủ. Ngược lại, nếu chúng ta trộn quá ít thì lượng phân bón xử lý được sẽ giảm đi hoặc yêu cầu tăng diện tích bề ủ hoặc độ ẩm không đủ vẫn phải bổ sung thêm nước vào đồng ủ, tất cả các vấn đề trên đều dẫn đến tốn kém về kinh phí, hiệu quả kinh tế của quá trình xử lý không cao.

Do vậy, tác giả đã tiến hành các thí nghiệm trên bề ủ nhằm xác định tỷ lệ tối ưu khi phối trộn phân bón bề tự hoại với chất thải hữu cơ trong điều kiện Việt Nam.

Sau khi tỷ lệ phối trộn đã được xác định, tiếp tục thí nghiệm lần 2 được tiến hành với tỷ lệ phối trộn tối ưu đã xác định nhưng chế độ thổi khí thay đổi. Mục đích của lần thí nghiệm thứ hai này để xác định chính xác chế độ thổi khí tối ưu cho quá trình ủ. Đợt thí nghiệm thứ hai này được thực hiện tại các mô hình thùng ủ, mô hình bể ủ và nhà ủ thực tế ở nhà máy.

Quá trình biến đổi các chất hữu cơ trong đồng ủ chịu sự tác động mạnh của các vi sinh vật. Các vi sinh vật xử lý chất hữu cơ với tốc độ tỷ thuận với tốc độ tăng trưởng của chúng. Với một quá trình ủ đã được kiểm soát các yếu tố như lượng oxy cung cấp, độ ẩm, nhiệt độ thì việc xác định phương trình động học sẽ giúp cho việc dự báo, đánh giá hiệu quả xử lý sinh học của quá trình ủ với mỗi thời điểm khác nhau.

3.2 Mô hình thí nghiệm

Mô hình bể ủ

Mô hình được xây dựng với kết cấu chủ yếu là gạch. Mô hình gồm 2 khối nhà ủ có chiều cao 1,5 m, tường trát vữa xi măng mác 75 dày 1,5cm. ở sàn mỗi khối nhà ủ là 2 rãnh phân phối khí được xây bằng gạch, nối với đường ống dẫn khí từ quạt gió đặt phía sau. Toàn bộ mô hình được che bằng mái tôn để tránh mưa nắng. Phục vụ việc chuẩn bị vật liệu ủ cho mô hình là sân trộn và sân phơi bùn.

Sân trộn có diện tích khoảng 3 m² đặt phía trước mô hình, sân được đổ bê tông, láng vữa xi măng chống thấm và có rãnh thoát nước.

Sân phơi bùn đặt bên cạnh mô hình, có chiều cao 1m, rộng 1m², làm nhiệm vụ giảm thể tích nước trong phân bón.

Mô hình thùng ủ

Mô hình được làm bằng tôn hoa, cấu tạo Hình trụ tròn, sơn 2 nước chống rỉ. Cửa nạp vật liệu được đặt phía trên của thùng, cấu tạo của dạng bán nguyệt, cửa mở bằng bản lề. Xung quanh cửa có gioăng cao su để tránh rò rỉ khí. Bên thành của mô hình, có cửa để lấy mẫu rác đi phân tích.

Bên cạnh cửa có đặt đường ống thoát khí, đường ống này được nối với thiết bị đo lưu lượng khí và nối với ống cao su để có thể thu khí phục vụ phân tích.

3.3 Nội dung thí nghiệm

Thí nghiệm xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu

Bùn được đem phối trộn gồm có 2 loại: bùn lấy từ bể thu gom của Nhà máy chế biến phân vi sinh Cầu Diễn và bùn đã được tách nước sơ bộ ở sân phơi bùn. Các tỷ lệ phối trộn rác/bùn được lựa chọn gồm có tỷ lệ 1/0, tỷ lệ 2/1, 3/1, 4/1 và 5/1.

Thí nghiệm xác định chế độ thổi khí tối ưu

Quá trình thí nghiệm xác định tỷ lệ phối trộn đã xác định được tỷ lệ phối trộn tối ưu giữa chất thải rắn và phân bùn bề tự hoại trong điều kiện thổi khí không thay đổi trong suốt thời gian ủ.

Căn cứ trên lý thuyết về quá trình ủ hiếu khí chất thải rắn hữu cơ và các chế độ thổi khí đã được áp dụng tại Nhà máy vi sinh Cầu Diễn, tác giả đã đưa ra 4 chế độ thổi khí sẽ áp dụng trong thí nghiệm này, các chế độ này được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Chế độ thổi khí áp dụng trong các thí nghiệm

	Chế độ 1	Chế độ 2	Chế độ 3	Chế độ 4
Giai đoạn 1	4,5 ngày với Q	23	4 ngày với Q	4 ngày với Q
Giai đoạn 2	6,5 ngày với 0,85Q	ngày	6 ngày với 0,8Q	6 ngày với 0,8Q
Giai đoạn 3	8 ngày với 0,7Q	với Q	11 ngày* với 0,7Q	11 ngày** với
Giai đoạn 4	2 ngày với 0,55Q			0,7Q

Ghi chú:

$Q=65m^3$ khí/ m^3 rác/h

* Thổi khí gián đoạn 4h/ca làm việc

** Thổi khí gián đoạn, 1 ca thổi – 1 ca ngừng

3.3.3 Nguyên liệu thí nghiệm

Nguyên liệu ủ phối trộn sử dụng trong các thí nghiệm có 2 loại vật liệu chính:

- Bùn lấy từ các xe thu gom hàng ngày của nhà máy chế biến phân vi sinh Cầu diễn

- Chất thải rắn được sử dụng để sản xuất phân vi sinh tại Nhà máy, gồm có chất thải rắn thu gom từ các chợ của nội thành Hà Nội và chất thải rắn sinh hoạt thu gom từ khu vực dân cư xung quanh nhà máy

3.4 Phương pháp lấy mẫu và phân tích trong các thí nghiệm

Lấy mẫu tại 3 vị trí khác nhau trong đồng ủ : vị trí bề mặt đồng ủ, vị trí tâm đồng ủ và vị trí gần đáy. Trộn đều 3 mẫu này với nhau. 3.5 Kết quả thí nghiệm và thảo luận

3.5.1 Thí nghiệm xác định tỷ lệ phối trộn tối ưu

Trong số các tỷ lệ phối trộn thì 2/1 là tỷ lệ phối trộn có sự biến đổi chất lượng kém nhất. Do hàm lượng nước trong hỗn hợp ủ lớn, dẫn đến trong những ngày đầu của quá trình ủ xuất hiện lượng nước rác khá lớn làm cho độ ẩm hỗn hợp giảm mạnh. Nhưng tuy độ ẩm giảm mạnh nhưng lượng nước còn lại trong đồng ủ vẫn khá lớn, kéo theo làm quá trình phân hủy hiếu khí bị kìm hãm và phản ứng kỵ khí xuất hiện làm cho độ ẩm trong đồng ủ giảm chậm, nhiệt độ đồng ủ tăng lên rất chậm so với các tỷ lệ phối trộn khác.

Tỷ lệ 1/0 và 5/1 khá gần nhau về sự biến đổi của các chỉ tiêu, nguyên nhân do 2 tỷ lệ này có thành phần chất thải rắn khá tương đương, lệch nhau ít. Vào các ngày thứ 12 của quá trình ủ, độ ẩm của hỗn hợp xuống thấp, không thuận lợi cho quá trình chuyển hóa sinh học diễn ra chậm làm nhiệt độ trong đồng ủ giảm mạnh.

Tỷ lệ 3/1 có độ ẩm ban đầu của đồng ủ cũng khá cao (trên 57%) do vậy nhiệt độ trong đồng ủ cũng đạt cực đại chậm hơn so với tỷ lệ 4/1, đồng thời thời gian duy trì nhiệt độ cực đại này cũng không lâu.

Tỷ lệ 4/1 có diễn biến các thông số khá thuận lợi. Nhiệt độ đạt ngưỡng cực đại vào ngày thứ 3 của quá trình ủ, nhiệt độ đồng ủ duy trì lớn hơn 60⁰C trong hơn 6 ngày rất thuận lợi cho việc tiêu diệt vi khuẩn gây bệnh. Vào thời gian cuối của quá trình ủ, tuy độ ẩm trong đồng ủ cũng giảm nhiều nhưng vẫn đảm bảo đủ nước cho phản ứng của các vi sinh vật diễn ra thuận lợi.

Kết quả nghiên cứu cho thấy với tỷ lệ phối trộn rác:phân bùn là 4/1 đảm bảo quá trình ủ ổn định do vậy tỷ lệ này sẽ được lựa chọn để thực hiện thí nghiệm xác định chế độ thổi khí tối ưu.

3.5.2 Thí nghiệm xác định chế độ thổi khí tối ưu

Căn cứ vào tỷ lệ phối trộn tối ưu đã xác định ở thí nghiệm trên là 4/1, đợt thí nghiệm này thực hiện với các tỷ lệ phối trộn gần với tỷ lệ trên là 3/1, 4/1 và 5/1 trong các chế độ thổi khí khác nhau vào hai mùa đông và mùa hè

Căn cứ vào kết quả thí nghiệm thay đổi các chế độ thổi khí khác nhau vào các mùa khác nhau đặc trưng cho khí hậu miền bắc trong năm (mùa đông và mùa hè) nhận thấy:

- Với chế độ thổi khí giống như hướng dẫn của nhà sản xuất, nhiệt độ trong đồng ủ đạt được nhiệt độ cao nhất với tỷ lệ phối trộn 4/1. Vào mùa hè, với tỷ lệ phối trộn này nhiệt độ trong đồng ủ có thể duy trì ở mức trên 60⁰C trong 8 ngày là dài nhất trong các tỷ lệ phối trộn. Sự suy giảm TVS trong lần thí nghiệm này diễn ra

khá mạnh so với 2 tỷ lệ phối trộn 3/1 và 5/1. Riêng độ ẩm của đồng ủ trong mùa đông có những giai đoạn xuống dưới 30% với tỷ lệ phối trộn 3/1 và 5/1. Tuy có tỷ lệ 4/1 vẫn đảm bảo yêu cầu về độ ẩm cần thiết.

- Với chế độ thổi khí liên tục hiện đang áp dụng tại nhà máy, tại giai đoạn đầu các chỉ tiêu biến động không có gì sai khác nhiều so với khi vận hành theo chế độ nhà sản xuất hướng dẫn, nhưng từ ngày thứ 7 thì nhiệt độ, độ ẩm trong đồng ủ giảm mạnh. Điều này xảy ra do lúc này lượng không khí cấp vào lớn hơn lượng không khí mà đồng ủ yêu cầu, do vậy lượng khí dư đã gây ra mất hơi nước do bay hơi, thất thoát nhiệt trong đồng ủ. Như vậy cần bổ sung thêm nước để đảm bảo độ ẩm cần thiết cho quá trình ủ.

- Với chế độ thổi khí thứ 3 (*dựa trên hướng dẫn của nhà sản xuất, điều chỉnh thổi khí gián đoạn nửa ca*): Các chỉ tiêu nhiệt độ, độ ẩm, tỷ lệ C/N đều có diễn biến khá tốt. Hiệu quả quá trình phân hủy chất hữu cơ thể hiện qua sự dao động của chỉ tiêu TVS nói chung là tốt. Nhưng trong số 3 tỷ lệ phối trộn thì tỷ lệ 4/1 có sự dao động nhiệt độ khá tốt. Với tỷ lệ phối trộn này nhiệt độ trong đồng ủ đạt giá trị tối cao khá nhanh và duy trì nhiệt độ $>60^{\circ}\text{C}$ trong mùa đông kéo dài 6 ngày, đảm bảo đủ thời gian tiêu diệt vi khuẩn gây bệnh ngay cả trong điều kiện khí hậu không tốt cho quá trình ủ (nhiệt độ mùa đông xuống thấp).

- Với chế độ thổi khí thứ 4 (*dựa trên hướng dẫn của nhà sản xuất, điều chỉnh thổi khí gián đoạn 1 ca*): các chỉ tiêu đều có sự biến động khá thuận lợi, nhưng đến giai đoạn cuối của quá trình ủ khi giảm cường độ thổi khí xuống theo kiểu gián đoạn 1 ca cấp khí và 1 ca nghỉ, do khoảng thời gian giữa hai lần thổi khí kéo dài quá nên lượng oxy dự trữ trong khoảng không gian giữa các vật liệu ủ không còn

đủ cung cấp cho quá trình hoạt động của vi khuẩn hiếu khí, do vậy có những thời điểm tại các khu vực bên trong đồng ủ sẽ xảy ra sự thiếu khí gây kìm hãm cho quá trình phân hủy hiếu khí, nhưng thời gian này không dài mà ngay sau ca làm việc tiếp theo chế độ hiếu khí sẽ được phục hồi nên trong chế độ thổi khí này hiệu quả chuyển hóa TVS dao động chậm hơn so với chế độ thổi khí 3

3.5.3 So sánh giữa phân vi sinh hiện đang sản xuất tại Cầu Diễn với phân vi sinh sản xuất theo tỷ lệ phối trộn và chế độ thổi khí đã lựa chọn

Thí nghiệm được thực hiện với các tỷ lệ phối trộn giữa rác thải sinh hoạt và bùn bể tự hoại là 4/1.

Hỗn hợp bùn và rác được đưa vào ủ trong 21 ngày và được cấp khí bằng quạt gió với các chế độ thổi khí khác nhau:

Nhà ủ 1: Thổi khí theo chế độ hiện đang áp dụng tại nhà máy sản xuất phân vi sinh Cầu Diễn: Thổi liên tục với lưu lượng $Q = 65\text{m}^3 \text{ khí/m}^3 \text{ rác-h}$

Nhà ủ 2: Thổi khí theo chế độ dựa trên hướng dẫn của nhà sản xuất nhưng có một số điều chỉnh theo các giai đoạn

Nhận xét:

- Tại nhà ủ 1 nhiệt độ trong đồng ủ có mức tăng nhiệt độ chậm hơn so với đồng ủ tại nhà ủ 2. Nhiệt độ đồng ủ tại nhà ủ 2 đạt giá trị trên 60°C trong vòng 8 ngày (từ ngày thứ 3 đến ngày thứ 11), nhưng đồng ủ nhà ủ 1 chỉ kéo dài khoảng nhiệt độ trên 60°C trong vòng 5 ngày. Đồng thời nhiệt độ cực đại trong đồng ủ tại nhà ủ 2 có giá trị lớn hơn đồng ủ tại nhà ủ 1. Điều này có nguyên nhân do từ ngày thứ 4, nhà ủ 1 có cường độ thổi khí mạnh hơn nhà ủ 2 trong khi nhu cầu oxy trong thời kỳ này vẫn đủ với chế độ thổi khí ở nhà ủ 2. Kết quả, nhà ủ 1 bị thất thoát nhiệt, làm nhiệt độ trong đồng ủ giảm.

- Độ ẩm của đồng ủ tại nhà ủ 1 và 2 thời gian đầu có sự thay đổi khá giống nhau. Tuy nhiên đến giai đoạn cuối do nhà ủ 1 có cường độ thổi khí lớn hơn nhiều so với yêu cầu nên không những gây ra mất nhiệt mà còn làm mất hơi ẩm trong đồng ủ.

- Khả năng làm giảm hàm lượng chất hữu cơ dễ bị phân hủy trong nhà ủ 1 đạt khoảng 25%, trong khi nhà ủ 2 hiệu quả này đạt 42%

3.6. Nghiên cứu phương trình động học quá trình ủ sinh học

Căn cứ công thức 2.32 đã nêu ở chương 2, ta có có phương trình động học tổng quát của quá trình ủ sinh học.

Để xác định sự phát triển của sinh vật trong quá trình ủ sinh học chất thải rắn hữu cơ, trong luận án này tác giả sử dụng phương pháp xác định lượng CO_2 phát sinh trong thùng ủ làm cơ sở tính toán. Lượng CO_2 chênh lệch giữa lượng CO_2 đầu vào (CO_2 của không khí) chính là lượng CO_2 phát sinh do quá trình hô hấp của các vi sinh vật. Để xác định hiệu quả xử lý của quá trình, thông số TVS sẽ được sử dụng làm thông số tính toán.

Trong quá trình phân hủy, vi sinh vật hiếu khí sẽ sử dụng oxy làm chất oxy hoá và thải ra CO_2 .

Sử dụng công thức ở chương 2 ta có

$$\frac{dF}{dt} = -AD_1 \left(\frac{C_i - C_1}{\delta_1} \right) = -AD_g \left(\frac{P_g - P_i}{\delta_g} \right)$$

$$\frac{dF}{dt} = -(2,0\text{cm}^2)(4,62\text{cm}^2 / \text{ngày})(-240\text{mg} / \text{l-cm}) = 2,22\text{mgO}_2 / \text{ngày}$$

Cứ 1cm^2 bề mặt chất rắn thì tương đương với $1 \times 0,05 = 0,05\text{cm}^3$ thể tích, như vậy ta có trọng lượng của khối chất rắn này là $0,05 \times 1,18 = 0,059\text{g}$.

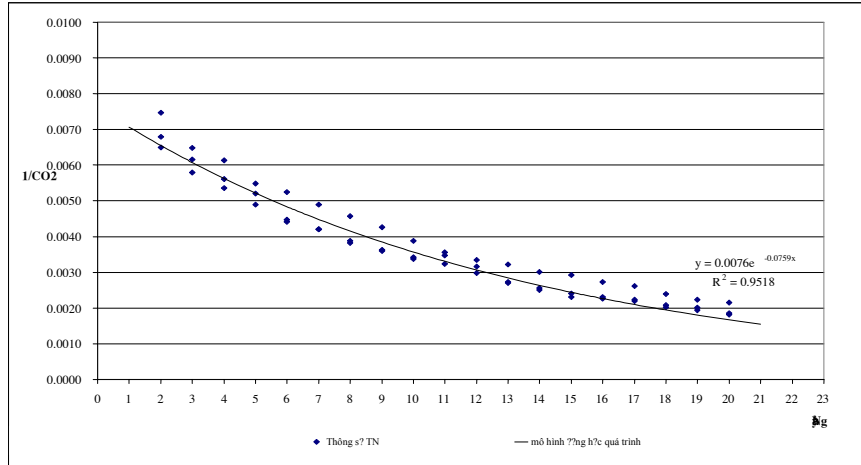
Như vậy lượng chất rắn bay hơi là $VS = 0,059 \times 0,6 \times 0,5 = 0,0177\text{g}$

Như vậy mật độ oxy cần thiết:

$$\frac{dF}{dt} = \frac{2,22}{0,0177} = 125,42\text{mgO}_2 / \text{gVS-nhà}$$

Thí nghiệm xác định thông số động học của quá trình ủ được thực hiện trên mô hình thùng ủ. Trước khi thí nghiệm, mô hình được kiểm tra kỹ độ kín khí nhằm đảm bảo không có sự xâm nhập của không khí từ bên ngoài không qua kiểm soát làm sai lệch kết quả thí nghiệm.

Dựa trên sự biến đổi TVS trong đồng ủ, sự tiêu hao CO₂ trong đồng ủ, sử dụng công cụ là chương trình excel ta có thể xác định được phương trình động học của quá trình ủ như sau:



Sự biến đổi đường cong động học của quá trình ủ sinh học

Sử dụng phương pháp hồi quy với độ lệch và xử lý số liệu bằng excel, luận án đã đưa ra được phương trình phân huỷ động học: $y = 0.0076 e^{-0.0759.t}$

Như vậy hằng số K của quá trình là $k=0,0759$

3.7 Kết luận chương 3

1- Kết quả thí nghiệm phân tích cho thấy với tỷ lệ phối trộn chất thải rắn/phân bunn là 4/1 thì hiệu quả phân huỷ chất hữu cơ bay hơi (TVS) đạt được tới 70%, độ ẩm trong suốt quá trình ủ luôn duy trì nằm trong giá trị tối ưu (nằm trong khoảng từ 35-57%), do vậy không cần thiết phải bổ sung nước để duy trì độ ẩm, điều này đã giúp giảm lượng nước cấp bổ sung vào các bể (229,5 lít/tấn vật liệu ủ)

2 – Cũng với tỷ lệ phối trộn này, tỷ lệ các bon và ni tơ (C/N) luôn được duy trì trong khoảng từ 16-24 khi ở chế độ thổi khí gián đoạn (chế độ thổi khí 3)

3- Kết quả thực nghiệm cũng cho thấy chế độ thổi khí gián đoạn (chế độ thổi khí 3) mang tính ưu việt hơn chế độ thổi khí do nhà sản xuất cung cấp bởi:

- Chế độ thổi khí ban đầu của nhà máy là chế độ được thiết lập tự động dựa trên các thông số phân tích tự động về nhiệt độ, lượng oxy trong đồng ủ hoặc theo chế độ đặt ra của nhà sản xuất. Hiện tại, do toàn bộ hệ thống sensor quan trắc nhiệt độ và oxy đều đã hỏng nên không thể sử dụng chế độ tự động để điều khiển. Nhà máy hiện cũng không áp dụng chế độ làm việc do nhà sản xuất đặt ra mà thực hiện chế độ mở quạt liên tục. Việc mở quạt liên tục trong suốt quá trình ủ gây ra tình trạng tại một số giai đoạn lượng khí cung cấp lớn hơn khả năng tiêu thụ của vi sinh vật kéo theo tình trạng làm mất độ ẩm, nhiệt trong đồng ủ. Thất thoát nhiệt làm giảm nhiệt độ trong đồng ủ, kéo theo hiệu quả xử lý vi sinh

vật và vi khuẩn gây hại của phân vi sinh thành phẩm giảm. Việc thất thoát độ ẩm kéo theo yêu cầu bổ sung độ ẩm bằng cách bơm thêm nước sạch. Việc sử dụng chế độ thổi khí mới ngoài lợi ích tiết kiệm điện năng do giảm thời gian cũng như công suất của quạt, còn có việc tiết kiệm điện năng cho quá trình bơm nước.

- Nhận thấy chế độ thổi khí gián đoạn duy trì được nhiệt độ trên 60°C trong 6 ngày, nhiệt độ cực đại đạt gần giá trị 70°C . Theo các nghiên cứu về khả năng chống chịu của vi sinh vật với nhiệt độ cao, ta có thể thấy phần lớn vi khuẩn và ký sinh trùng gây bệnh đã bị tiêu diệt. Điều này làm tăng chất lượng của phân hữu cơ thành phẩm về mặt vi sinh.

KẾT LUẬN – KIẾN NGHỊ

I. Kết luận

Kết quả nghiên cứu trên cho phép rút ra một số kết luận:

- 1) Hầu hết các đô thị Việt Nam nói chung và thành phố Hà Nội nói riêng hiện chưa có hệ thống quản lý phân bùn đồng bộ và hoàn chỉnh. Phân bùn sau khi thu gom thường được sử dụng trực tiếp trong nông nghiệp hoặc xả bừa bãi mà không qua xử lý.
Xử lý phối trộn phân bùn và rác thải hữu cơ thể hiện được nhiều ưu việt đặc biệt trong điều kiện Việt Nam
- 2) Quá trình phân hủy hỗn hợp bùn bề tự hoại và chất thải rắn hữu cơ trong điều kiện hiếu khí chịu ảnh hưởng của các yếu tố nhiệt độ, thời gian, độ ẩm, độ pH, chế độ thổi khí, đặc trưng hóa học của vật liệu ủ, tỷ lệ C/N... Trong đó chế độ thổi khí, độ ẩm, tỷ lệ C/N được coi là những yếu tố sinh thái quyết định nhất tới quá trình phân hủy.
- 3) Kết quả nghiên cứu cũng xác định được hằng số tốc độ phân hủy của quá trình xử lý phối trộn qua phương trình động học: $y = 0,0076 e^{-0,0759.t}$
- 4) Với tỷ lệ phối trộn rác/bùn tối ưu đã được xác định là 4/1 thì để với công suất xử lý rác thải hữu cơ hiện tại của Cầu Diễn (140 tấn/ngày) sẽ xử lý được 53 tấn phân bùn/ngày. Như vậy lượng phân bùn này chưa đủ để đáp ứng yêu cầu của thành phố Hà Nội. Do đó trong tương lai, Hà Nội cần có kế hoạch đầu tư thêm nhà máy xử lý phân bùn bề tự hoại cho mình.

II. Kiến nghị

Trên cơ sở các kết luận trên, tác giả cũng đưa ra một số kiến nghị:

- Với hệ thống xử lý chất thải rắn sinh hoạt bằng phương pháp ủ vi sinh đang được xây dựng tại khu liên hợp xử lý chất thải rắn Nam Sơn, Công ty Môi trường đô thị cần có các công trình phụ trợ để có thể triển khai ủ phối trộn phân bùn bề tự hoại và chất thải rắn hữu cơ tại đây.

- Để có thể đảm bảo xử lý toàn bộ lượng phân bùn thu gom được, thành phố Hà Nội cần có kế hoạch đầu tư xây dựng thêm các nhà máy xử lý phân bùn bề tự hoại.

- Để tránh việc ô nhiễm môi trường và lắng cặn tại các kênh mương đường ống thoát nước xảy ra do việc không thông hút bể tự hoại thường xuyên, trong tương lai nhà nước cần đưa ra chương trình quản lý bể tự hoại một cách có hệ thống để đảm bảo bể tự hoại được thông hút đúng theo chu kỳ làm việc.
 - Ngoài ra, cũng cần có thêm các điều tra thông tin chi tiết về số lượng bể tự hoại trên địa bàn thành phố, kích thước và số ngăn trong bể, số người sử dụng bể thường xuyên.
 - Cần có các văn bản tiêu chuẩn hóa thiết kế của bể tự hoại, đảm bảo bể đủ dung tích hoạt động, có lỗ kiểm tra phục vụ việc hút và dọn bể
 - Ngoài ra, trong tương lai cần có các nghiên cứu chi tiết hơn về việc xây dựng hệ thống thu gom phân bùn bể tự hoại trên địa bàn thành phố Hà Nội.
- Tác giả hy vọng rằng luận án sẽ đóng góp được một phần nhỏ trong việc nâng cao hiệu quả bảo vệ môi trường nói chung và quản lý phân bùn bể tự hoại nói riêng.