ÁP DỤNG "PHÂN TÍCH DÒNG LUÂN CHUYỂN VẬT CHẤT" ĐỂ CẢI THIỆN QUẢN LÝ TẠI NHÀ MÁY XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN HỮU CƠ CẦU DIỄN – HÀ NỘI

PGS.TS Nguyễn Thị Kim Thái
Trường Đại học Xây dựng
NCS. Nghiêm Vân Khanh
Trường Đại học Kiến trúc Hà Nội

Tóm tắt: *Bài báo trình bày kết quả áp dụng dòng luân chuyển vật chất để xác định lượng chất dinh dưỡng (Ni tơ,Cacbon) bị thất thoát trong quá trình xử lý khi không có kiểm soát tối ưu các thông số vận hành như lưu lượng khí cấp cho quá trình xử lý, độ ẩm, nhiệt độ, tỷ lệ phối trộn phân bùn và chất thải. Điều này đã gây nên các hiện tượng ô nhiễm môi trường, giảm chất lượng sản phẩm và tiêu hao nhiều điện năng cho quá trình xử lý. Kết quả nghiên cứu chỉ ra rằng, phân tích dòng luân chuyển vật chất (MFA) có thể được coi như một công cụ cho Ban giám đốc nhà máy xem xét, cải tiến các điều kiện vận hành để nâng cao hiệu quả xử lý, quay vòng các chất dinh dưỡng từ chất thải phục vụ nông nghiệp cũng như gìn giữ môi trường xung quanh được tốt hơn.*

Summary: *The paper presented results from application of Material Flow Analysis (MFA) to quantify of nutrients (Nitrogien and Cacbon) to be lost during tretament process with put controling of operational parameter such as air flow, moisture contents, temperature as well as fecal sludge: organic waste ratio. This caused the pollution situation, reduction of compost quality and high energy consumption.The results of study showed that, MFA can be used as a tool for Management Board of the plant to modifying the operational procedures to improve efficiency of the treatment process, recycling of nutrients from the waste to agriculture as well as to keep better environment for surrounding areas.*

MỞ ĐẦU

Trong quá trình ủ sinh học chất thải hữu cơ thì thành phần quan trọng nhất cần kiểm soát là nguyên tố Nitơ và Cacbon. Vì vậy, với tỷ lệ nitơ thu được trong sản phẩm mùn hữu cơ chỉ có 17% (so với tổng lượng nitơ trong hỗn hợp phân rác trước khi đưa vào ủ) là quá thấp và chúng ta hoàn toàn có thể tăng tỷ lệ này bằng hàng loạt các biện pháp kỹ thuật và phi kỹ thuật để giảm thiểu lượng thất thoát nitơ xuống thấp nhất có thể.

Thành phần mùn hữu cơ là một trong những chỉ tiêu quan trọng để đánh giá sản phẩm chất lượng phân hữu cơ. Hiện nay, tổng lượng cacbon hữu cơ bị tổn thất trong quá trình xử lý của nhà máy lên tới gần 70% làm cho chất lượng mùn đầu ra thấp hơn so với tiêu chuẩn phân hữu cơ khoáng và phân hữu cơ sinh học, do đó nhà máy thường phải bổ sung thêm mới đạt yêu cầu. Điều này làm tăng giá thành bán phân bón.

Công cụ Phân tích Dòng luân chuyển Vật chất (MFA) giúp cho các nhà quản lý biết được các nguyên nhân gây thất thoát các thành phần dinh dưỡng (Nitơ, Phốt pho và Cacbon) trong quá trình xử lý và dự báo được khối lượng cụ thể của từng chất dinh dưỡng vào môi trường đất, nước và khí. Từ đó, có thể đề ra các biện pháp thích hợp để quản lý tận thu chúng và góp phần giảm thiểu ô nhiễm môi trường.

Công cụ MFA được áp dụng trong quản lý môi trường ở một số nước như Nhật Bản, Thuỵ Sỹ... Ở Việt Nam, MFA được ứng dụng dưới dạng cân bằng vật chất trong các quá trình sản xuất công nghiệp đặc biệt trong kiểm toán chất thải ở phạm vi nhỏ, chưa mang tính tổng hợp.

Với sự hỗ trợ của các chuyên gia từ Khoa Nước và vệ sinh (SANDEC), Viện Khoa học Công nghệ Liên bang Thuỵ Sỹ trong khuôn khổ của dự án Nâng cao năng lực nghiên cứu trong quản lý phân bùn (FSM/ESTNVII), việc áp dụng MFA được tiến hành trong phân tích hệ thống vệ sinh môi trường tại thành phố Việt Trì (năm 2002), thị xã Vĩnh Yên tỉnh Vĩnh Phúc (năm 2004), thành phố Hà Nội (năm 2006) đã góp phần giúp cho các nhà quản lý môi trường và các cơ sở xử lý chất thải tại các địa phương trên có được cơ sở khoa học để lập các kế hoạch quản lý môi trường cũng như kế hoạch vận hành các trạm xử lý chất thải tốt hơn nhằm giảm tới mức tối thiểu các chất gây ô nhiễm môi trường và tận thu các thành phần dinh dưỡng có trong chất thải quay trở lại phục vụ cây trồng tại các khu ven ngoại cũng như các vùng nông nghiệp.

Phương pháp nghiên cứu:

- Nghiên cứu lý thuyết cơ bản về phân tích dòng luân chuyển vật chất (MFA).

- Khảo sát thực tế tại cơ sở nghiên cứu.

- Áp dụng các bước MFA để dự báo nguyên nhân gây ô nhiễm môi trường và khả năng thu hồi chất dinh dưỡng từ chất thải phục vụ cây trồng;

Kết quả nghiên cứu;

Hoạt động chung của nhà máy: Nhà máy xử lý chất thải hữu cơ Cầu Diễn bắt đầu đi vào hoạt động từ năm 2002 là một trong những nhà máy đi đầu trong việc áp dụng công nghệ ủ sinh học để xử lý chất thải hữu cơ ở Việt Nam.

Công suất theo thiết kế là 210 tấn/ngày. Công suất thực tế dao động từ 100 - 140 tấn rác/ngày. Sản phẩm phân hữu cơ khoảng 20 - 25 tấn/ngày.

Thành phần rác thải với tỷ lệ % các chất theo khối lượng được phân tích và trình bày trong bảng 1.

Bảng 1. *Kết quả phân loại thành phần rác thải đưa đến xử lý tại nhà máy*

Thành phần	*Tỷ lệ % theo khối lượng*	*Thành phần*	*Tỷ lệ % theo khối lượng*
- Lá cây, rác hữu cơ	59,0 - 65,0	- Thuỷ tinh	2,5
- Giấy vụn	2,2	- Đất đá và các chất tro khác.	30,3
- Plastic	4,3	- Độ ẩm (%)	49,8
- Kim loại, vỏ hộp	1,6	- Tỷ trọng (tấn/m^3)	0,44

(Nguồn: Báo cáo kết quả phân tích của Phòng Chất thải rắn CEETIA, 2005 và 2006)

Nghiên cứu đã được tiến hành trên cơ sở xem xét sự chuyển hoá các thành phần hữu cơ trong rác thải theo từng công đoạn xử lý theo tỷ lệ % đầu vào. Riêng đối với các thành phần bổ sung trong từng quá trình biến đổi như EM, phụ gia, nước, phân bùn, không khí,... được xác định và quy đổi riêng theo đơn vị tấn/ngày. Các sản phẩm và quá trình của dòng luân chuyển vật chất trong hệ thống Nhà máy chế biến phân hữu cơ Cầu Diễn được tổng hợp và trình bày trong bảng 2. Sơ đồ dòng luân chuyển vật chất qua các quá trình đi vào và đi ra khỏi nhà máy được thể hiện trên hình 1.

Bảng 2. *Các sản phẩm và quá trình của dòng luân chuyển vật chất trong nhà máy*

Công đoạn sản xuất của nhà máy	*Sản phẩm đầu vào*	*Số lượng (%)*	*Sản phẩm đầu ra*	*Số lượng (%)*
Tuyển lựa	- Chất hữu cơ - Giấy, gỗ - Kim loại - Thuỷ tinh - Chất trơ, đất đá - Plastic - Chất khử mùi EM - Chất diệt ruồi	59,1 2,2 1,6 2,5 30,3 4,3 - -	- Vật cồng kềnh - Chất hữu cơ - Chất vô cơ - Chất hữu cơ kích thước lớn	2,2 53,8 38,7 5,3
Ủ lên men	- Chất hữu cơ - Các tạp chất - Phân bùn tự hoại - Men vi sinh EM - Nước (độ ẩm) - Không khí (oxy)	59,1 7,4 - - - -	- Nước rác - Hơi nước - Chất hữu cơ đã lên men	- - 54,9
Ủ chín	- Nước (độ ẩm) - Không khí (oxy) - Chất hữu cơ đã lên men	- - 54,9	- Hơi nước - Phân compost (chưa tinh chế)	- 54,9
Tinh chế	- Phân compost (chưa tinh chế)	54,9	- Chất dẻo - Giấy - Vật nhỏ - Tạp chất lớn - Mùn loại 1, 2 - Chất không lên men (chất trơ)	4,3 0,5 0,6 12,4 25,5 11,6
Tuyển tỷ trọng và đóng bao (hoàn thiện sản phẩm)	- N, P, K - Mùn loại 1 và 2	- 25,5	- Thuỷ tinh - Tạp chất - Mùn hữu cơ (tinh)	0,6 7,3 17,6

Tính toán cân bằng vật chất theo sự biến đổi của Nitơ: Các chất chứa N rất phong phú và đa dạng nên sơ đồ là phức tạp. Một số dạng tồn tại của Nitơ trong quá trình xử lý bao gồm:

NO_3^-: trong muối hoà tan | NH_3: khí | NO_2: dạng khí

N_2: Khí | N_2O_3: dạng khí | NH_4^+: trong muối hoà tan

NO: dạng khí | N_2O: dạng khí

Dòng Nitơ chiếm ưu thế dưới dạng Nitơ phân tử.

Để cân bằng được sự biến đổi về lượng của nguyên tố nitơ trong toàn bộ quy trình sản xuất của nhà máy, việc tính toán theo các số liệu nghiên cứu và phân tích thí nghiệm đã được tiến hành. Kết quả được trình bày trong bảng 3.

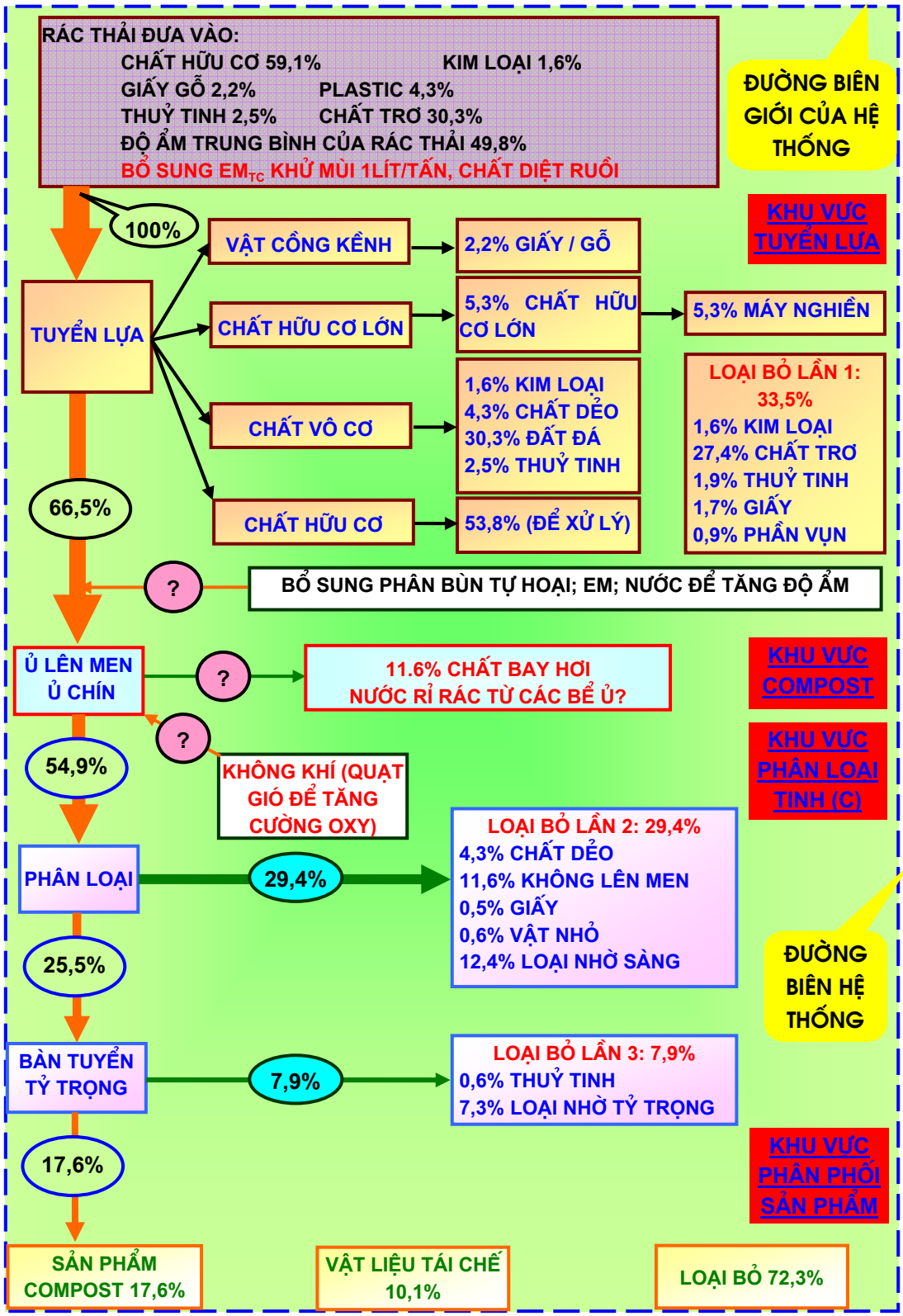
Tính toán cân bằng vật chất theo sự biến đổi của Cacbon:

*T*ương tự như cách tính toán ở trên, và sơ đồ cân bằng nguyên tố C được minh hoạ trên hình 3.

Bảng 3. *Bảng thống kê các thông số vật chất và các quá trình biến đổi của nguyên tố nitơ trong quá trình xử lý chất thải hữu cơ*

Thành phần các chất		*Số lượng*	*Đơn vị quy đổi (mg/l)*	*Quá trình gốc*	*Công đoạn*
Đầu vào	Chất thải hữu cơ	94,66 tấn/ngày	354,1	Khu dân cư và chợ	Phân loại, bổ sung phụ gia
	Phân bùn bể tự hoại	28 tấn/ngày	576,6	Khu dân cư	Trạm xử lý phân bùn của nhà máy
Đầu ra	Hỗn hợp phân rác sau đảo trộn	122,66 tấn/ngày	534,5	Phân loại	Đảo trộn
	Nước cấp vào bể ủ và khu đảo trộn	105 mg/l và 118.6 g/l	105,0 và 118,6	Bể chứa nước sinh hoạt	Các bể ủ
	Nước rỉ rác thâm nhập vào nguồn nước	105 mg/l và 118.6 g/l	105,0 và 118,6	Trong rác hữu cơ	Bể ủ và đảo trộn
	Nước bay hơi (dạng khí)	301,3 mg/l	301,3	Trong hỗn hợp phân rác	Tại các bẻ ủ
	Hỗn hợp phân rác sau ủ lên men	121,22 tấn/ngày	275,4	Đảo trộn	Bể ủ lên men
	Hỗn hợp phân rác sau ủ chín	123 tấn/ngày	233,2	Bể ủ lên men	Bể ủ chín
	Mùn sau tinh chế	79,7 tấn/ngày	90,6	Bể ủ chín	Khu tinh chế

(Ghi chú: Việc tính toán quy đổi đơn vị được xác định trên cơ sở độ ẩm của các chất và tỷ lệ % trọng lượng khô của nguyên tố Nitơ trong mỗi chất đó)

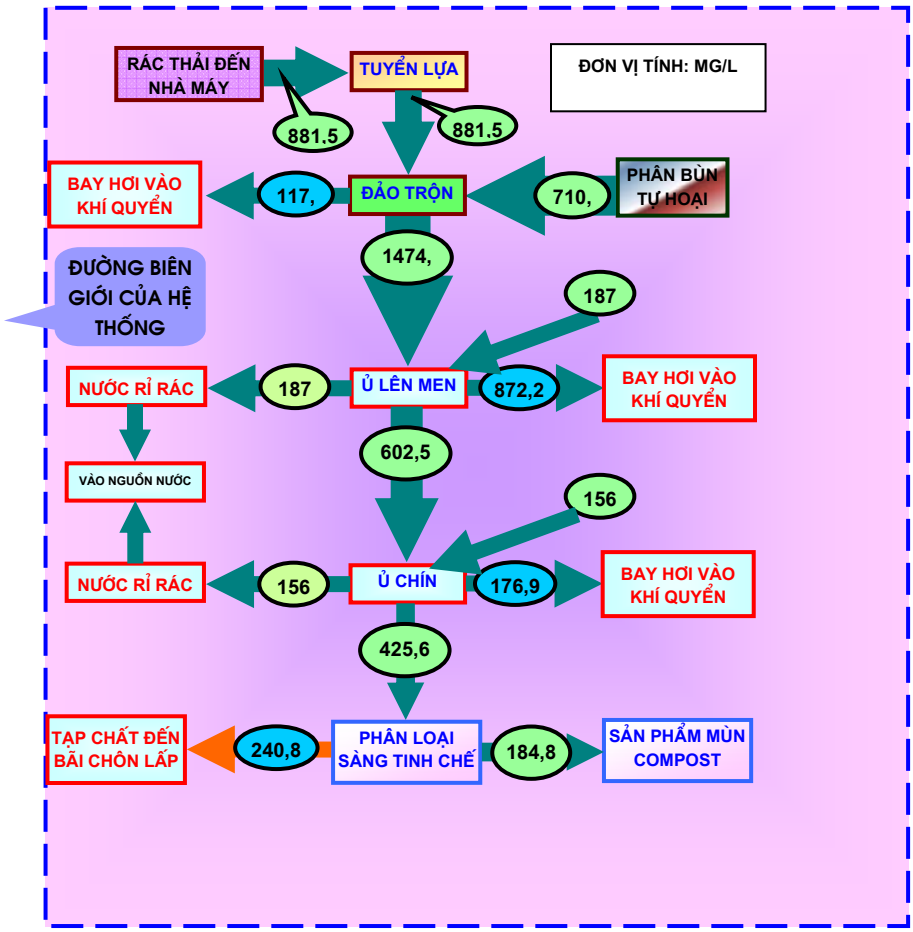


Hình 1. *Sơ đồ cân bằng dòng vật chất cho hệ thống xử lý chất thải hữu cơ tại Cầu Diễn, Hà Nội*

Nhận xét kết quả phân tích và cân bằng Nitơ

Bảng 3 cho thấy, trong quá trình ủ lên men và ủ chín, lượng nitơ đã bị thất thoát do bay hơi là rất lớn, so với lượng nitơ có trong hỗn hợp phân rác trước khi đưa vào xử lý thì lượng nitơ bị thất thoát đi vào khí quyển chiếm tới 56,4% và 41,76 % thất thoát vào môi trường nước. Như vậy sau quá trình xử lý, tổng lượng ni tơ còn lại trong mùn hữu cơ là 1,84%, trong khi đó sản phẩm mùn hữu cơ từ nhà máy xử lý rác thải tại Băng Cốc - Thái Lan, tỷ lệ này đạt 2,05 % (Hình 2).

Hình 2. *Chất lượng mùn hữu cơ tại Thái Lan*



Hình 3. *Sơ đồ cân bằng nguyên tố Cacbon trong quá trình chuyển hoá*

KẾT LUẬN

- Kết quả nghiên cứu điển hình MFA tại Nhà máy xử lý chất thải hữu cơ Cầu Diễn cho thấy: chế độ cung cấp ôxy cho quá trình xử lý chưa tối ưu dẫn đến tiêu hao năng lượng cho hoạt động xử lý quá lớn và chi phí vận hành hiện khá cao. Việc xử lý phối hợp rác thải hưũ cơ và phân bùn chưa được lượng hoá mà đang ở trạng thái tuỳ tiện thiếu hợp lý… nên một lượng lớn các chất dinh dưỡng N, P, C,… đã bị thất thoát vào môi trường nước, đất và không khí gây ra các hiện tượng ô nhiễm không có kiểm soát. Theo tính toán cân bằng vật chất cho các nguyên tố N, C, chúng ta có thể định lượng được hàm lượng chất hữu cơ trong mùn chỉ còn từ 7 - 12%, một lượng lớn Cácbon và Nitơ đã bị thất thoát vào môi trường đất, nước;

- Nghiên cứu cũng cho thấy, việc áp dụng tốt các giải pháp cải tiến về kỹ thuật vận hành, kinh tế - tài chính… nhà máy có thể tiết kiệm được năng lượng tiêu hao để cung cấp khí cho quá trình xử lý, cải thiện chất lượng sản phẩm do lượng chất dinh dưỡng được quay vòng cao đồng thời duy trì được chế độ tối ưu cho quá trình xử lý.

- Trong thời gian tới, việc tập trung nghiên cứu chế độ oxy tối ưu, xác định tỷ lệ phối trộn phân bùn tự hoại và rác thải hữu cơ phù hợp với thành phần và tính chất rác thải Việt Nam,… là rất cần thiết để nâng cao hiệu quả xử lý chất thải hữu cơ bằng phương pháp ủ sinh học, tiến tới ứng dụng công cụ MFA để quản lý vận hành cho các nhà máy trong phạm vi cả nước.

Tài liệu tham khảo

1. *Bộ Y tế, Công ty BURGEAP,* Dự thảo Báo cáo qui hoạch tổng thể xử lý chất thải rắn y tế tại Việt Nam. Dự án do Chính phủ Pháp Tài trợ, 2003

2. *Trung tâm kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp (CEETIA)* - Các tư liệu quan trắc về chất thải rắn và chất thải nguy hại ở Việt Nam năm 2000 đến 2006.

3. *Dự án SDC,Trung tâm kỹ thuật môi trường đô thị và khu công nghiệp (CEETIA)*. Kết quả nghiên cứu xử lý phối trộn phân bùn rác thải hữu cơ trong điều kiện Việt Nam, 2006.

4. *Bộ Tài nguyên và Môi trường - Cục Bảo vệ Môi trường* - Báo cáo hiện trạng môi trường Việt Nam năm 2000 đến 2005.

5. *Ngân hàng Thế giới, Cục Bảo vệ Môi trường*, 2004. Báo cáo diễn biến môi trường Việt Nam. Chất thải rắn, năm 2004.