

# Nghiên cứu sản xuất compost nhằm tái sử dụng bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải chế biến cá da trơn

- Lê Thị Kim Oanh
  - Trần Thị Mỹ Diệu
- Trường Đại học Văn Lang

(Bài nhận ngày 22 tháng 09 năm 2015, nhận đăng ngày 09 tháng 11 năm 2015)

## TÓM TẮT

Cá da trơn là mặt hàng xuất khẩu chủ lực mang tính đột phá của Việt Nam trong những năm qua. Mặc dù hầu hết các nhà máy chế biến cá da trơn đều đã đầu tư trạm xử lý nước thải nhưng lại không chú trọng vào việc xử lý bùn phát sinh từ các quá trình xử lý nước thải. Hiện nay, bùn thải này chủ yếu được đem đi chôn lấp, trong khi chi phí chôn lấp rất cao và gây lãng phí một nguồn tài nguyên lớn từ các thành phần dinh dưỡng có trong bùn. Do vậy nghiên cứu này được thực hiện nhằm góp phần tìm ra giải pháp tái sử dụng bùn, thu hồi dinh dưỡng và hạn chế chôn lấp.

Nghiên cứu quá trình phân hủy hiếu khí bùn thải sau khi ép tách nước của các trạm xử lý nước thải cá da trơn kết hợp với phụ

gia là rơm rạ hoặc mặt cưa nhằm giảm độ ẩm, hiệu chỉnh tỷ lệ C/N và tăng độ rỗng của hỗn hợp, được thực hiện trên 12 mô hình dạng hồ, thổi khí cưỡng bức hoặc thoáng khí tự nhiên. Nghiên cứu đạt kết quả tốt nhất với nguyên liệu là hỗn hợp 7 bùn : 3 mặt cưa hoặc 7 bùn : 3 rơm (theo khối lượng ướt), với thời gian phân hủy tương ứng 18 hoặc 25 ngày, sản phẩm compost đạt độ ổn định loại A (loại tốt nhất) theo tiêu chuẩn Châu Âu (Woods End Laboratory Inc., 2009) và ngoại trừ chỉ tiêu nitơ tổng tương đối thấp, tất cả các chỉ tiêu khác về thành phần compost đều đạt tiêu chuẩn 10TCN 526 : 2002 (Bộ NN & PTNT, 2002).

**Từ khóa:** Chế biến thủy sản/cá da trơn, xử lý nước thải, bùn sinh học, nguyên liệu phối trộn, phân hủy hiếu khí, compost.

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

Thủy sản, đặc biệt là cá da trơn, là một trong những ngành kinh tế mũi nhọn của Việt Nam, có giá trị kim ngạch xuất khẩu tăng nhanh (đạt 6,09 tỷ USD năm 2012<sup>1</sup>) và đem lại nguồn ngoại tệ lớn. Bên cạnh việc mở rộng đầu tư và nâng cấp công nghệ sản xuất, các nhà máy thủy sản đã đầu tư

không nhỏ vào các trạm xử lý nước thải nhằm đáp ứng Quy chuẩn xả thải, đồng thời hỗ trợ cho các công ty xuất khẩu sản phẩm. Lượng nước thải phát sinh từ quá trình chế biến thủy sản khá cao, trung bình 14-15 m<sup>3</sup>/tấn sản phẩm (Nhà máy thủy sản An Phát, 2014). Việc xử lý toàn bộ lượng nước

<sup>1</sup> <http://www.scp.gov.sg/content/scp>

thải này làm phát sinh lượng lớn bùn thải. Mặc dù theo QCVN 50:2013/BTNMT, bùn thải từ trạm xử lý nước thải chế biến thủy sản/cá da trơn (bùn thủy sản/bùn cá da trơn) không thuộc danh mục chất thải nguy hại nhưng do phát sinh với khối lượng lớn, thành phần hữu cơ lại gây mùi nên rất cần phải có biện pháp xử lý kịp thời. Các công nghệ xử lý loại bùn này trên thị trường vẫn chưa minh chứng được hiệu quả, do vậy giải pháp chính thống hiện nay vẫn là đem chôn lấp.

Bùn thủy sản/cá da trơn là loại bùn có tỷ lệ thành phần hữu cơ cao và đặc tính không chứa (chứa rất ít) các thành phần nguy hại nên xử lý bằng phương pháp sinh học là một lựa chọn hợp lý. Tuy nhiên, câu hỏi đặt ra là công nghệ nào phù hợp với tính chất của bùn thải và đáp ứng được các yêu cầu về kinh tế và xã hội khi mà kinh nghiệm thực tế xử lý bùn tại Nhà máy Xử lý Nước thải Sinh hoạt Bình Hưng, Tp. HCM cũng như nhiều nghiên cứu đã thực hiện khác vẫn chưa minh chứng được tính khả thi (Nhà máy Bình Hưng, 2015; Lý Thị Phương Hồng, 2012; Trần Thị Thùy Dương, 2012).

Bên cạnh đó, các nghiên cứu và ứng dụng xử lý bùn hiện nay chủ yếu tập trung vào bùn từ các trạm xử lý nước thải sinh hoạt (bùn sinh hoạt), trong khi bùn thủy sản/cá da trơn vẫn chưa được quan tâm. So với ủ kỵ khí, ủ hiếu khí phổ biến hơn vì công nghệ đơn giản và đầu tư rẻ tiền hơn. Đặc biệt ở Việt Nam, nhu cầu phân bón (từ ủ hiếu khí) luôn cao trong khi sản phẩm điện (từ ủ kỵ khí) lại khó tiêu thụ do lại phải đầu tư hệ thống mạng lưới phân phối và quản lý tiêu thụ. Nhược điểm lớn của

bùn thủy sản/cá da trơn khi ứng dụng công nghệ ủ hiếu khí là có độ ẩm cao (80-87%) vượt ngưỡng tối ưu của quá trình ủ hiếu khí (50-60%). Điều này có thể khắc phục bằng việc phối trộn với các phụ gia sẵn có như rơm, trấu, mật cưa,... vừa giảm ẩm cho hỗn hợp, vừa tăng tỷ lệ C/N đến khoảng tối ưu.

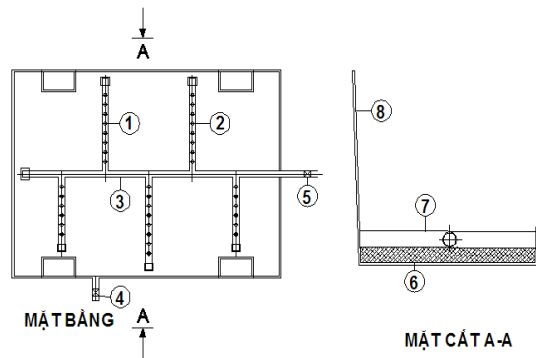
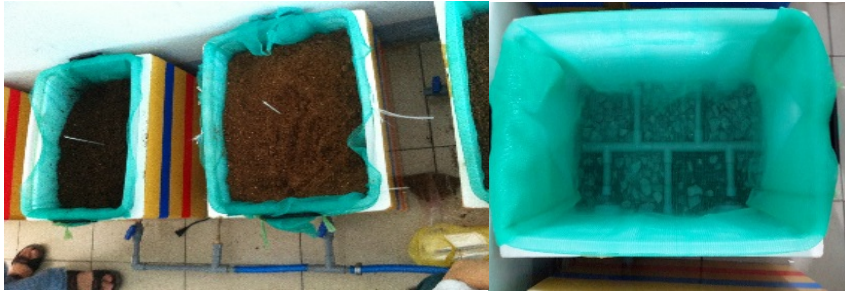
Trên thế giới hiện đang phân loại công nghệ ủ compost dựa vào việc so sánh điều kiện ủ hở và ủ kín, thổi khí cưỡng bức và tự nhiên (Tchbanoglous, 1993). Với điều kiện khí hậu ôn hòa của Việt Nam, việc áp dụng công nghệ ủ hở là khá hợp lý do chi phí đầu tư, vận hành và bảo trì thấp hơn nhiều so với công nghệ ủ kín (Le Thi Kim Oanh, 2012). Vì thế, ở nghiên cứu này, công nghệ ủ hở có và không có thổi khí đã được lựa chọn để nghiên cứu hiệu quả ủ compost hiếu khí bùn thủy sản kết hợp với rơm rạ và mật cưa. Bên cạnh việc đánh giá hiệu quả và các tác động đến quá trình ủ hiếu khí, nghiên cứu còn tiến hành đánh giá chất lượng compost thông qua các chỉ số phân tích theo tiêu chuẩn phân hữu cơ vi sinh được sản xuất từ chất thải của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn (2002) và đánh giá tính chất của compost theo tiêu chuẩn Châu Âu và khả năng nảy mầm của hạt theo tiêu chuẩn Thái Lan.

## **2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

### **2.1 Mô hình nghiên cứu**

#### **Mô hình ủ compost hiếu khí**

Nghiên cứu được thực hiện trên mô hình ủ compost hở, thổi khí cưỡng bức (aerated composting) và thoáng khí tự nhiên có xáo trộn (windrow composting) (Hình 1).



- |                                 |                             |
|---------------------------------|-----------------------------|
| 1. Ống cấp khí nhánh, Ø 10mm    | 5. Van điều khiển cấp khí   |
| 2. Lỗ cấp khí, Ø 4mm            | 6. Lớp đá dăm 1x2 (cm)      |
| 3. Ống cấp khí chính, Ø 14mm    | 7. Lưới bảo vệ              |
| 4. Van xả (nước rỉ rác), Ø 14mm | 8. Thùng nhựa 61x43x40 (cm) |

**Hình 1.** Mô hình ủ compost dạng thổi khí  
(đối với dạng thoáng tự nhiên thì không có hệ thống thổi khí)

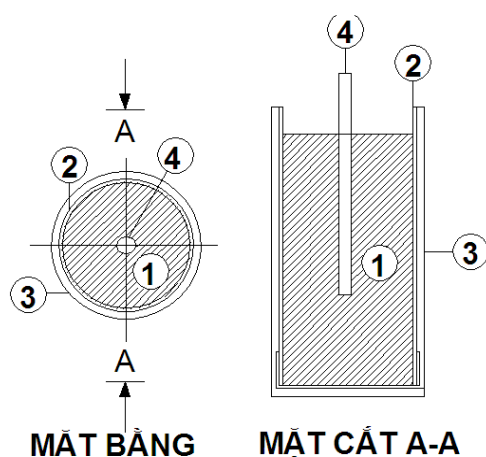
Các mô hình được làm bằng thùng nhựa hình chữ nhật có kích thước 61x43x40 (cm) bên ngoài có bọc xốp cách nhiệt. Bên hông thùng được khoan 1 lỗ nhỏ nối với 1 đoạn ống nhựa có đường kính 14 mm để thu nước rỉ (nếu có). Trong thùng lót một lớp đá xanh, phía trên có lớp lưới bảo vệ để không lọt bùn vào van xả nước rỉ.

Mô hình thổi khí cưỡng bức có lắp đặt ống cấp khí dạng xương cá, trên ống có khoan lỗ cấp khí với đường kính 2 mm, khoảng cách giữa 2 lỗ là 12 mm, 2 lỗ thổi khí tạo với nhau một góc 90°. Các đường ống thổi khí thông với nhau bằng các

ống nối hình chữ thập và nối với một đường ống thổi khí chính đến máy bơm khí, trên các đoạn ống có các tê nối ống. Lượng khí cấp cho từng mô hình được duy trì ở mức 2 L/phút.kg nguyên liệu (tính trên khối lượng khô) (Yamada, 2005).

**Mô hình đánh giá chất lượng compost theo tiêu chuẩn Châu Âu** (Wood End Laboratory Inc. 2009)

Mô hình có hình trụ tròn, đường kính 168 mm x chiều cao 350 mm. Bên ngoài mô hình được bao lớp cách nhiệt dày 10 mm (Hình 2).



- 1. Compost
- 2. Mô hình D (= 168 m) x H (= 350 mm)
- 3. Lớp cách nhiệt dày 10 mm
- 4. Nhiệt kế

**Hình 2** Mô hình kiểm chứng độ ổn định compost.

## 2.2 Nguyên liệu

**Bảng 1** Thành phần của bùn thủy sản, mặt cưa và rom

| Thành phần | Đơn vị | Bùn | Mặt cưa | Rom |
|------------|--------|-----|---------|-----|
| pH         | -      | 7,3 | 7,1     | 8,1 |
| Độ ẩm      | %      | 85  | 25      | 22  |
| OM         | %      | 79  | 91      | 80  |
| DM         | %      | 15  | 75      | 78  |
| Carbon     | %      | 44  | 52      | 44  |
| Nitơ       | %      | 3,2 | 1,1     | 0,6 |
| C/N        |        | 13  | 47      | 73  |

OM: hàm lượng chất hữu cơ;

DM: hàm lượng chất khô

Bùn sử dụng trong nghiên cứu này là bùn đã qua máy ép tách nước của trạm xử lý nước thải sản xuất cá da trơn (Nhà máy Thủy sản An Phát). Bùn được vận chuyển về phòng thí nghiệm và sử dụng trong nghiên cứu ngay ngày hôm sau. Vật liệu phối trộn là mặt cưa và rom xay ( $\leq 5$  mm).

## 2.3 Quy trình nghiên cứu

### Ủ compost hiếu khí

Quy trình thí nghiệm ủ compost hiếu khí được trình bày trong hình 3.

Lấy mẫu bùn và vật liệu phối trộn để phân tích các chỉ tiêu: pH, hàm lượng chất khô (DM), hàm lượng chất hữu cơ (OM), tỷ lệ C/N. Căn cứ trên DM của bùn và vật liệu phối trộn để tính toán tỷ lệ phối trộn sao cho đạt được hỗn hợp có độ ẩm thích hợp. Xác định tỷ lệ C/N của hỗn hợp sau phối trộn.

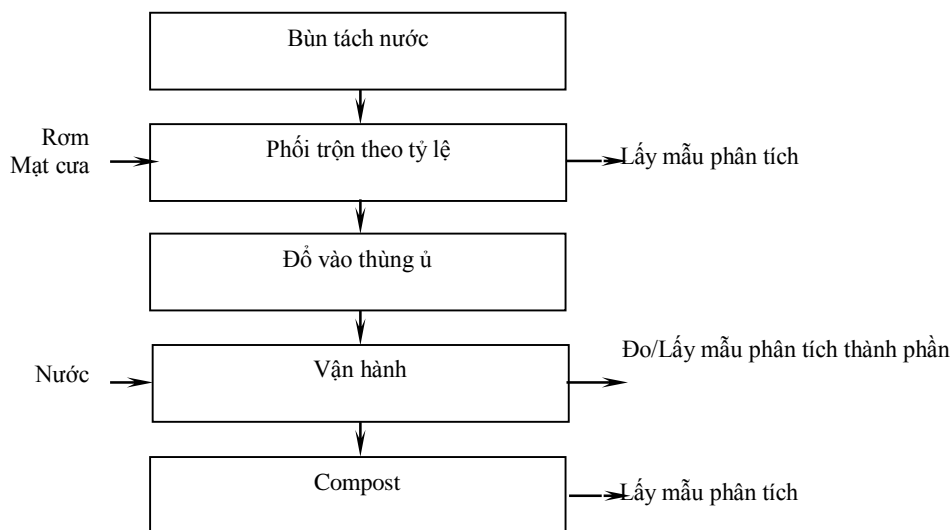
Trong quá trình vận hành cần đo nhiệt độ (2 lần/ngày), pH (1 lần/ngày), độ sụt giảm khối lượng (1 lần/ngày), DM (3-4 ngày/lần), OM (3-4 ngày/lần). Độ ẩm của khối chất thải được kiểm tra tức thì bằng cảm quan (nhắm bằng tay) để dự đoán, nếu thiếu (< 50%) thì bổ sung nước. Mô hình được vận hành cho đến khi nhiệt độ khối ủ bằng nhiệt độ môi trường, hàm lượng chất hữu cơ (OM) giảm đến không đổi.

### Đánh giá chất lượng compost theo tiêu chuẩn Châu Âu (phương pháp self-heating test)

Bổ sung nước vào sản phẩm đạt 50-60% độ ẩm và theo dõi sự thay đổi nhiệt độ trong 7 ngày

bằng mô hình chuẩn. Nếu kết quả kiểm chứng cho thấy nhiệt độ mô hình tăng không quá 5°C so

với nhiệt độ môi trường, compost đạt yêu cầu.



**Hình 3.** Quy trình thí nghiệm.

**Đánh giá khả năng nảy mầm** (Viện Công nghệ Châu Á, AIT, 2012)

Quy trình đánh giá khả năng nảy mầm được tiến hành như sau:

- Trộn compost thành phẩm với nước cất theo tỉ lệ 1 : 10. Khuấy ly tâm hỗn hợp với tốc độ 180 vòng/phút, trong 1 giờ. Lọc lấy phần nước trong làm thí nghiệm.

- Vẽ bảng gồm 10 ô nhỏ trên tờ giấy lọc và đặt hạt đậu xanh vào mỗi ô. Thí nghiệm thực hiện ít nhất 4 lần.

$$GI = \frac{\% \text{ nảy mầm} \times \text{chiều dài rễ (hạt sử dụng dịch chiết compost)}}{\% \text{ nảy mầm} \times \text{chiều dài rễ (hạt sử dụng nước cất)}} \times 100$$

GI ≥ 80% compost có thể sử dụng cho cây trồng.

#### 2.4 Các thí nghiệm

Nghiên cứu ủ compost hiếu khí có 2 mẻ thí nghiệm, mỗi mẻ có 6 mô hình gồm 3 mô hình thổi khí cưỡng bức và 3 mô hình thoáng khí tự nhiên.

Đánh giá tính chất của compost theo tiêu chuẩn Châu Âu và đánh giá khả năng nảy mầm được thực hiện trên 2 sản phẩm compost có hiệu quả phân hủy tốt nhất từ 2 mẻ thí nghiệm trên.

- Cho vào mỗi đĩa petri (chứa giấy lọc + đậu xanh) 3 ml dung dịch chiết compost. Sử dụng nước cất đối với mẫu 0.

- Ủ các đĩa petri trong bóng tối ở nhiệt độ 28 – 30°C trong 48 giờ.

Tính toán tỉ lệ nảy mầm trên mỗi đĩa.

- Đo độ dài của rễ hạt giống đã nảy mầm trên mỗi đĩa và tính trung bình.

Tính toán hệ số nảy mầm bằng công thức GI

#### 2.5 Phương pháp phân tích

Nhiệt độ: đo bằng nhiệt kế.

Độ sụt giảm khối lượng: cân xác định khối lượng của toàn mô hình. Lưu ý lượng nước bổ sung tạo ẩm.

Độ ẩm, hàm lượng chất hữu cơ, pH, C/N được phân tích theo Standard Method for Examination (2005).

### 3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1 Thành phần nguyên liệu ủ

Thành phần của hỗn hợp bùn phối trộn với mặt cưa hoặc rom rạ được trình bày trong bảng 2 và 3. Với tỷ lệ phối trộn theo khối lượng ướt là 3:7,

5:5 và 7:3 (bùn:nguyên liệu phối trộn) đã giúp giảm độ ẩm của bùn đến khoảng độ ẩm tối ưu (50-60%) và kéo tỷ lệ C/N của hỗn hợp gần khoảng tối ưu (20-30) đối với quá trình phân hủy sinh học hiếu khí.

**Bảng 2.** Thành phần hỗn hợp bùn và mặt cưa - thí nghiệm 1

| Phương pháp | Mô hình | Tỷ lệ phối trộn |         | pH   | Độ ẩm (%) | C/N | OM (%) |
|-------------|---------|-----------------|---------|------|-----------|-----|--------|
|             |         | Bùn             | Mặt cưa |      |           |     |        |
| Thổi khí    | 1.1     | 3               | 7       | 7,13 | 60*       | 37  | 87     |
|             | 1.2     | 5               | 5       | 7,25 | 55        | 30  | 85     |
|             | 1.3     | 7               | 3       | 7,78 | 67        | 23  | 83     |
| Thoáng khí  | 2.1     | 3               | 7       | 7,13 | 60*       | 37  | 87     |
|             | 2.2     | 5               | 5       | 7,25 | 55        | 30  | 85     |
|             | 2.3     | 7               | 3       | 7,78 | 67        | 23  | 83     |

Ghi chú: \* Độ ẩm sau khi đã bổ sung nước

**Bảng 3.** Thành phần hỗn hợp bùn và rom - thí nghiệm 2

| Phương pháp | Mô hình | Tỷ lệ phối trộn |     | pH   | Độ ẩm (%) | C/N | OM (%) |
|-------------|---------|-----------------|-----|------|-----------|-----|--------|
|             |         | Bùn             | Rom |      |           |     |        |
| Thổi khí    | 3.1     | 5               | 5   | 8,14 | 51        | 44  | 79     |
|             | 3.2     | 7               | 3   | 8,20 | 63        | 32  | 78     |
|             | 3.3     | 9               | 1   | 8,21 | 74        | 20  | 77     |
| Thoáng khí  | 4,1     | 5               | 5   | 8.14 | 51        | 44  | 79     |
|             | 4,2     | 7               | 3   | 8.20 | 63        | 32  | 78     |
|             | 4,3     | 9               | 1   | 8.21 | 74        | 20  | 77     |

#### 3.2 Biến thiên nhiệt độ

Nhiệt độ là một yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến hoạt tính của vi sinh vật (VSV) trong quá trình phân hủy sinh học và là một chỉ thị để nhận biết các giai đoạn xảy ra trong quá trình ủ compost (Mathur, 1991). Nhiệt độ cũng ảnh hưởng đến khả năng tồn tại VSV gây bệnh trong compost. Nhiệt độ dao động trong khoảng 40 – 70°C có khả năng tiêu diệt VSV gây bệnh (Tchobanoglous, 1993; Nelson và cộng sự, 2006).

#### Thí nghiệm 1

Ở thí nghiệm 1 các mô hình tăng nhiệt độ tối đa sau 10 ngày vận hành. Mô hình 1.3 (7 bùn: 3 mặt cưa) ở nhóm thổi khí cường bức tăng cao nhất (57°C) (Hình 4). Đây là mô hình có lượng bùn cao nhất, điều này chứng tỏ chất hữu cơ có trong bùn dễ phân hủy sinh học hơn chất hữu cơ có trong mặt cưa. So sánh giữa 2 kiểu thổi khí, các mô hình thổi khí cường bức đạt hiệu quả cao hơn để thoáng khí tự nhiên. Nhiệt độ cao nhất đạt được là 57°C thấp

hơn ủ compost bằng thành phần chất hữu cơ có khả năng phân hủy sinh (PHSH) trong chất thải rắn sinh hoạt (CTRS) (~70°C, Nhà máy Compost Vietstar, 2014) và cũng thấp hơn ủ compost bằng bùn từ các trạm xử lý nước thải sinh hoạt (~61°C, Lý Thị Phương Hồng 2012), nhưng cao hơn so với ủ bằng bùn từ ao nuôi tôm (~31°C, Trần Thị Thùy Dương 2012).

Các mô hình ủ đều giữ nhiệt trên 50°C trong khoảng 7-8 ngày. Như vậy, khả năng vi sinh vật còn sót lại là rất ít. Thời gian để nhiệt độ của các mô hình về lại với điều kiện môi trường vào khoảng 25-27 ngày. Đối với các ứng dụng thực tế, khi chia thành 2 giai đoạn: ủ hoại và ủ chín, thời gian ủ hoại căn cứ theo thí nghiệm này vào khoảng 25 ngày.

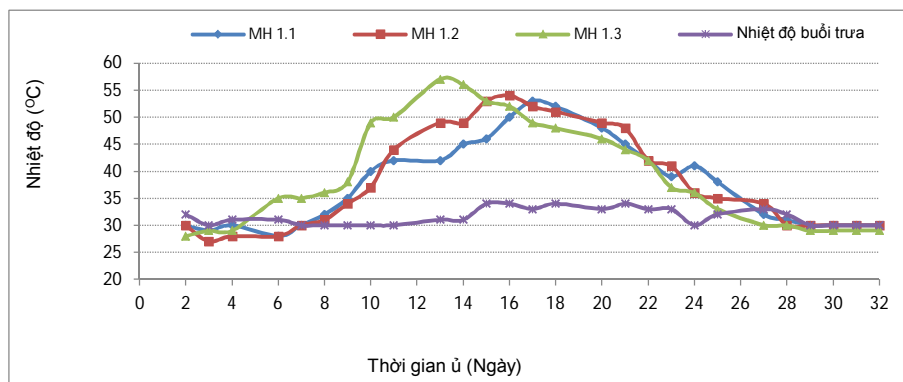
So sánh theo tỷ lệ C/N cho thấy, với tỷ lệ C/N cao (Mô hình 1.1, C/N= 37) đã làm cho quá trình ủ bị kéo dài (so với mô hình 1.3 có tỷ lệ C/N = 23). Điều này cho thấy việc kiểm soát tỷ lệ C/N về khoảng tối ưu là cần thiết (C/N tối ưu = 20-25, Tchobanoglous và cộng sự, 1993).

Ở nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên (hình 5), nhiệt độ mô hình 2.3 tăng cao nhất 54°C và cũng duy trì khoảng nhiệt độ trên 50°C trong khoảng 7 ngày. Nhìn chung, các mô hình thoáng khí tự nhiên có vẻ chậm chạp hơn so với các mô

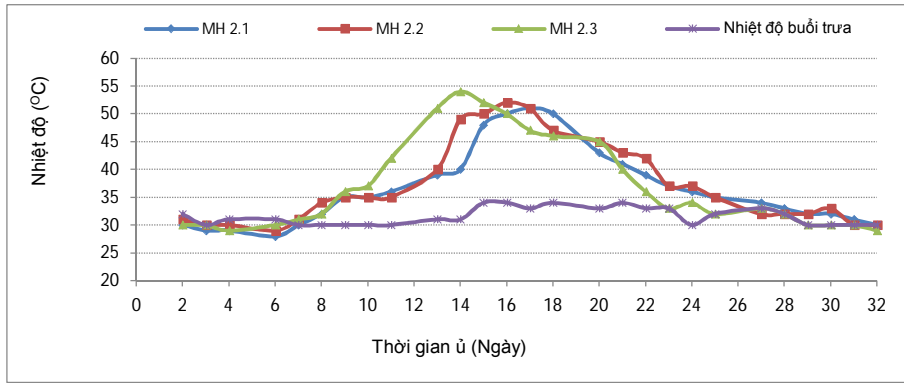
hình thổi khí cưỡng bức. Tuy nhiên, sự chênh lệch này không nhiều. Kết quả này tương tự như nghiên cứu của Lý Thị Phương Hồng (2012) với nguyên liệu là bùn từ các trạm xử lý nước thải sinh hoạt. Tuy nhiên, thời gian đạt ngưỡng nhiệt độ cao nhất theo nghiên cứu của Lý Thị Phương Hồng (2012) là chỉ sau 5 ngày vận hành, trong khi đối với nghiên cứu này là 10 ngày.

Nhiệt độ môi trường trong quá trình ủ dao động từ 30÷34°C (nhiệt độ buổi sáng thấp hơn buổi trưa từ 1÷5°C). Trong các mô hình thổi khí, nhiệt độ buổi sáng thấp hơn nhiệt độ buổi trưa cùng ngày khoảng 1÷4°C. Ở nhóm mô hình thông khí tự nhiên lại có khoảng chênh lệch từ 1÷7°C giữa 2 lần đo nhiệt độ trong ngày. Điều này chứng tỏ nhóm mô hình thổi khí ít bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ môi trường hơn.

Diễn biến nhiệt độ của các mô hình là tương tự nhau. Trong những ngày đầu, mô hình xuất hiện những con giòi, khi nhiệt độ tăng lên, giòi chết. Vài ngày sau, tất cả các mô hình đều xuất hiện mốc trắng khi nhiệt độ giảm. Điều này cho biết compost đang ở giai đoạn ổn định với VSV đặc trưng là khuẩn tia actinomycetes (Cheremisinoff, 2003). Cuối cùng, khi các mô hình ổn định ở nhiệt độ môi trường, compost không còn bị mốc trắng nữa mà có màu nâu và mùi đất.



**Hình 4.** Biến thiên nhiệt độ của nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 1.

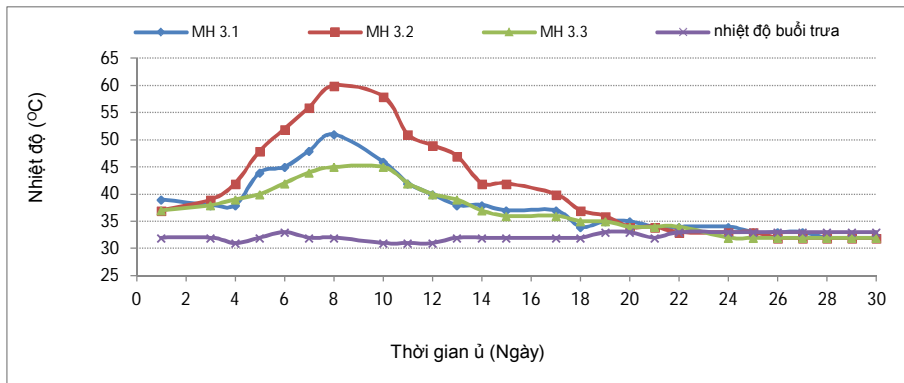


**Hình 5.** Biến thiên nhiệt độ của nhóm mô hình thổi khí tự nhiên thí nghiệm 1.

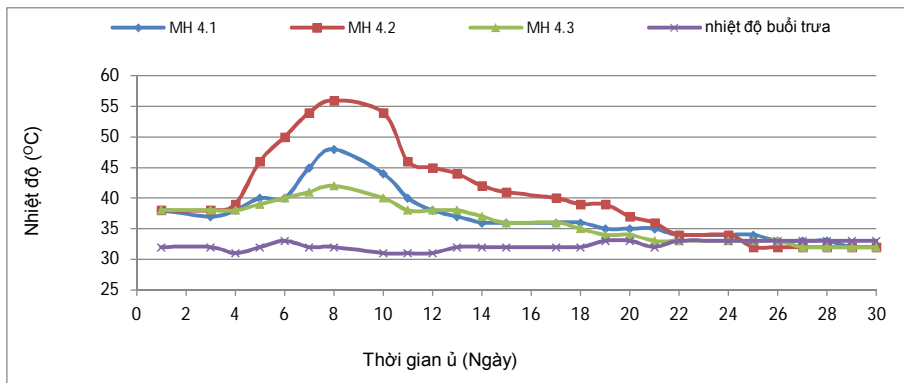
**Thí nghiệm 2**

Ở thí nghiệm 2, nhiệt độ của các mô hình đạt ngưỡng tối đa xảy ra nhanh hơn thí nghiệm (khoảng từ ngày thứ 7-8) (hình 6 và 7). Nhiệt độ tối đa đạt được trong thí nghiệm 2 cũng cao hơn (60°C ở mô hình 3.2), tuy nhiên thời gian giữ nhiệt

ngắn hơn. Do rom là vật liệu phối trộn có độ rỗng cao hơn mật cura nên khả năng khuếch tán khí tốt nhưng lại giữ nhiệt kém hơn. Thời gian ổn định của khối ù (nhiệt độ giảm dần về nhiệt độ môi trường) cũng ngắn hơn, vào khoảng ngày thứ 19.



**Hình 6.** Biến thiên nhiệt độ của nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 2.



**Hình 7.** Biến thiên nhiệt độ của nhóm mô hình thổi khí tự nhiên thí nghiệm 2.



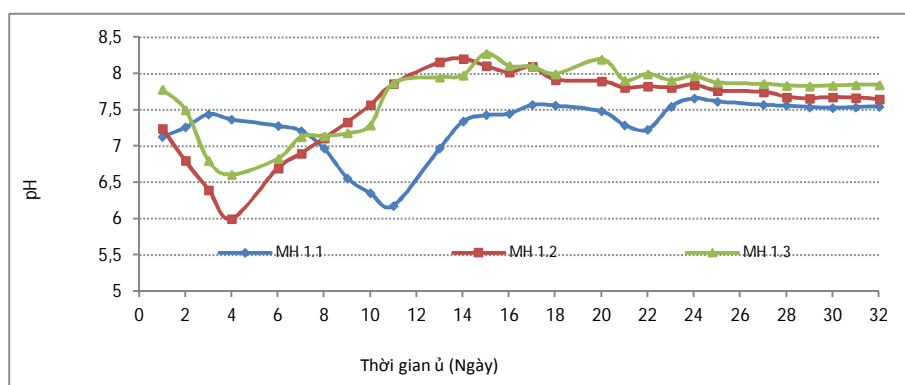
### 3.3 Biến thiên pH

Hầu hết vi khuẩn hoạt động tối ưu trong khoảng pH = 6,0 ÷ 7,5, nấm và khuẩn tia hoạt động tối ưu trong khoảng 5,5 ÷ 8,0 (Thopson, 2001). pH cao hoặc thấp hơn khoảng tối ưu sẽ ức chế hoạt động của VSV. pH cũng được xem là chất chỉ thị cho chất lượng compost và là yếu tố xác định khả năng ứng dụng của compost (Thopson, 2001; Bộ NN&PTNT, 2002). Kết quả được biểu diễn ở hình 8, 9, 10 và 11.

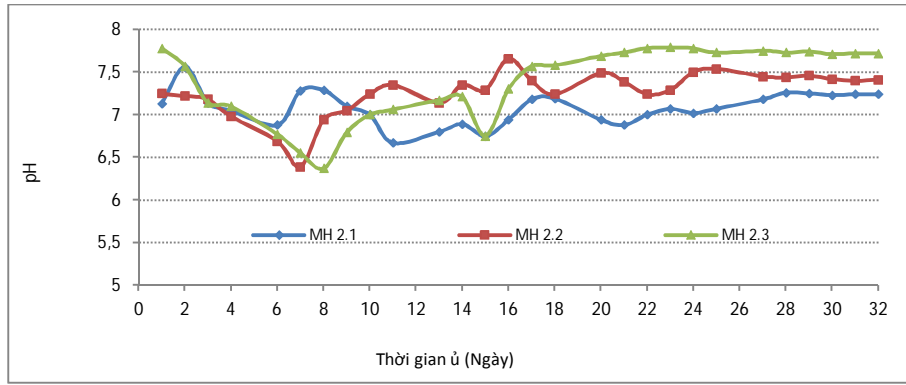
Giá trị pH của hỗn hợp nguyên liệu ủ của thí nghiệm 1 nằm trong khoảng tối ưu (pH = 6-8) cho quá trình phân hủy sinh học hiếu khí. Đối với thí nghiệm 2, pH hơi nhỉnh hơn khoảng tối ưu. Tuy nhiên, toàn bộ các thí nghiệm đều không sử dụng hóa chất để điều chỉnh pH. Ở các mô hình của thí nghiệm 1, pH giảm dần sau khoảng 3-5 ngày đầu vận hành, rồi sau đó pH tăng trở lại. Điều này có thể do mật của tương đối mịn nên khi phối trộn tạo

hỗn hợp khối ủ có độ rỗng thấp, hạn chế khuếch tán không khí, trong khi các ngày đầu khi hàm lượng chất hữu cơ còn cao nên tốc độ phân hủy nhanh, đòi hỏi nhu cầu oxy nhiều. Do đó, hỗn hợp bị rơi vào tình trạng thiếu khí, tăng quá trình phân hủy kỵ khí, làm giảm pH. Ở các mô hình của thí nghiệm 2, pH trong các ngày đầu tương đối ổn định hơn do điều kiện hiếu khí được duy trì phù hợp hơn. Mặc dù có sự dao động của pH trong những ngày đầu, nhưng đến cuối quá trình phân hủy, ở cả 2 thí nghiệm đều cho thấy pH ổn định.

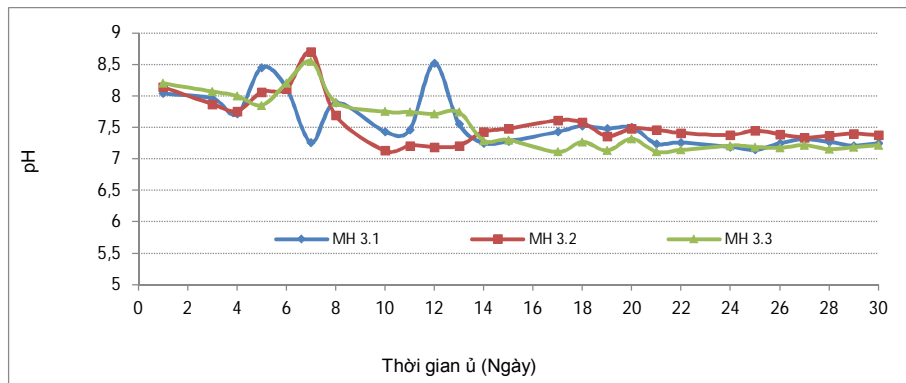
Trong đó, pH của thí nghiệm 2 thấp hơn so với thí nghiệm 1 có thể do độ xốp của hỗn hợp ủ lớn hơn làm cho khả năng giữ NH<sub>3</sub> giảm. Sản phẩm compost ở cả 12 mô hình của cả 2 thí nghiệm đều có pH nằm trong khoảng phù hợp với tiêu chuẩn 10TCN 526:2002.



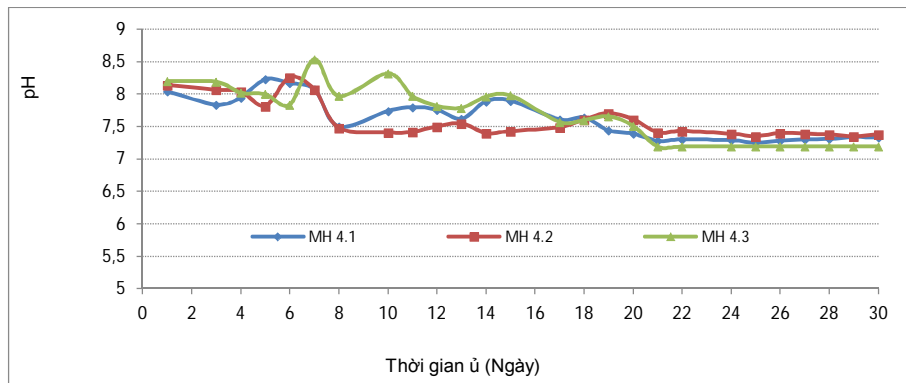
**Hình 8.** Biểu đồ biến thiên pH của nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 1.



**Hình 9.** Biểu đồ biến thiên pH của nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên thí nghiệm 1.



**Hình 10.** Biểu đồ biến thiên pH của nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 2.



**Hình 11.** Biểu đồ biến thiên pH của nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên thí nghiệm 2.

### 3.4 Sụt giảm lượng chất hữu cơ (OM)

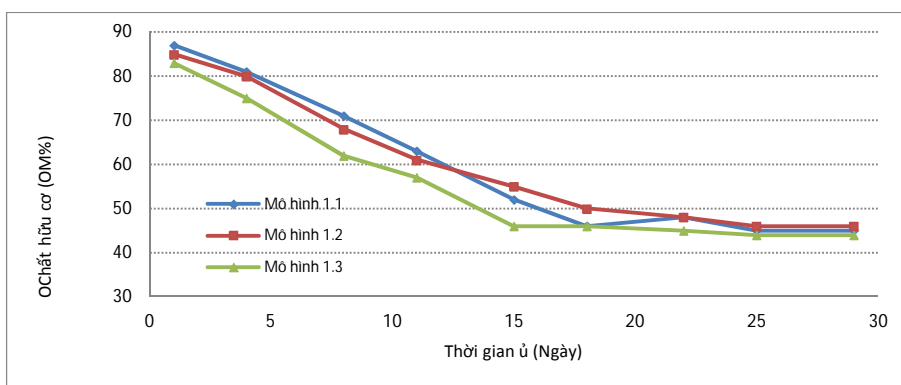
Ở thí nghiệm 1, đồ thị hình 12 và 13 cho thấy hiệu quả khử chất hữu cơ đạt 46-48%, hàm lượng OM giảm xuống còn 44% trong sản phẩm compost sau 30 ngày ủ. Trong khoảng 15 ngày đầu vận hành, OM sụt giảm nhanh và sau đó chậm dần, đến

khoảng ngày thứ 20-25, OM gần như không giảm đáng kể. Kết quả này tương ứng với kết quả về nhiệt độ được trình bày ở trên, khi nhiệt độ tăng mạnh, tương ứng với giai đoạn OM giảm mạnh. Nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên có hiệu quả giảm chất hữu chậm hơn, do vậy thời gian phân

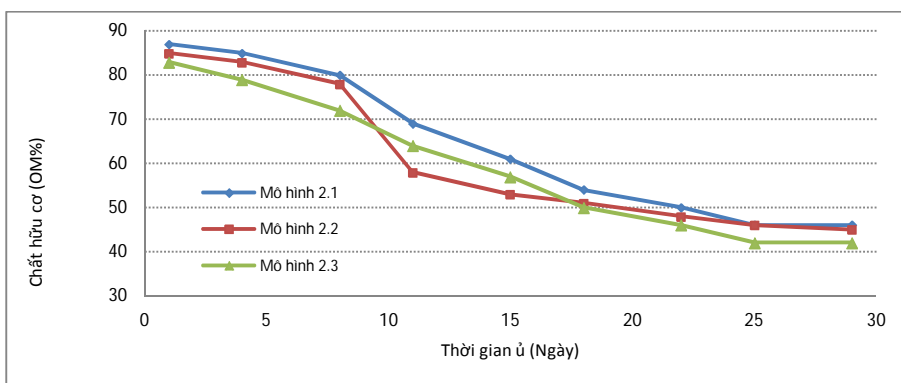
hủy bùn lâu hơn. Hình 12 cho thấy cấp khí đầy đủ cho kết quả giảm khối lượng chất hữu cơ cao, với thời gian ủ hoại ngắn hơn, có thể kết thúc vào ngày thứ 18 (chỉ giảm thêm 2% từ ngày 18 đến ngày thứ 30).

Hiệu quả giảm OM của thí nghiệm 2 cao hơn thí nghiệm 1. Trong đó, nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức cho hiệu quả giảm chất hữu cơ cao hơn nhóm thoáng khí, đạt 44- 53%. Kết quả này trùng khớp với nghiên cứu Lý Thị Phương Hồng (2013) và Nguyễn Tấn Phát (2015) khi ủ bùn từ trạm xử

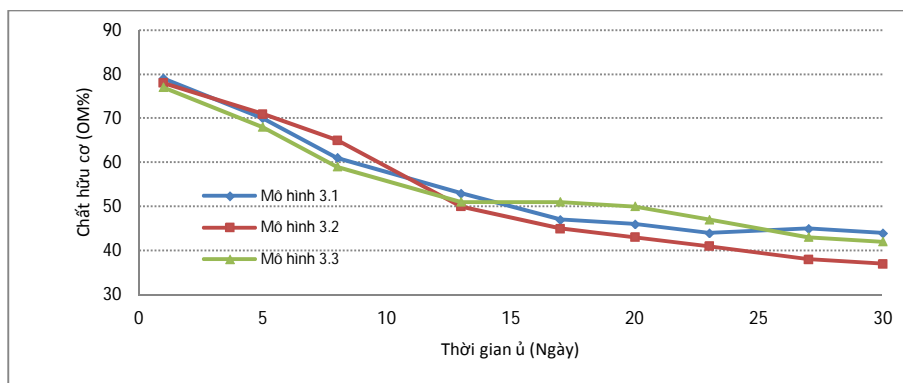
lý nước thải sinh hoạt. Đánh giá thời gian hoàn tất quá trình ủ cho thấy, đối với hỗn hợp ủ bùn và rơm (thí nghiệm 2), tuy ở giai đoạn đầu, hiệu quả khử OM cũng rất cao tương tự như với hỗn hợp bùn và mặt cưa (thí nghiệm 1), nhưng thí nghiệm 1 có thể kết thúc sau ngày 18, đối với thí nghiệm 2 vẫn còn có thể phân hủy thêm 8% OM từ ngày 17 đến ngày thứ 30 (ví dụ như ở mô hình 3.3). Tỷ lệ OM của sản phẩm compost của hỗn hợp ủ bùn và mặt cưa cao hơn với hỗn hợp bùn và rơm, tương ứng là 42-46% và 36-44%.



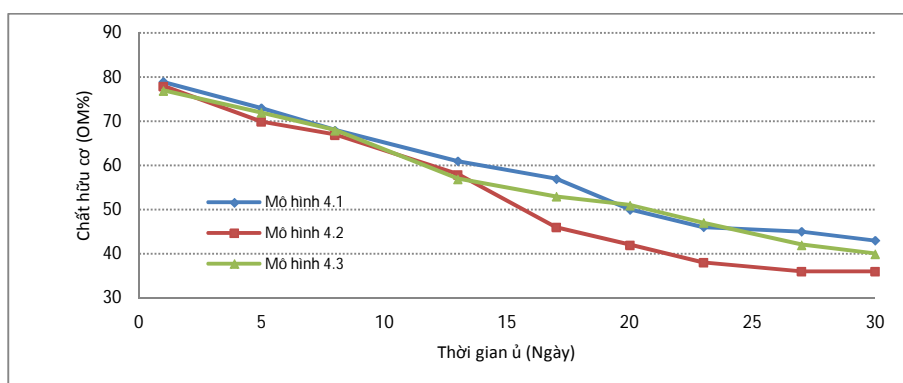
**Hình 12.** Biểu đồ biến thiên hàm lượng chất hữu cơ nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 1.



**Hình 13.** Biểu đồ biến thiên hàm lượng chất hữu cơ nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên thí nghiệm 1.



**Hình 14.** Biểu đồ biến thiên hàm lượng chất hữu cơ nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức thí nghiệm 2.



**Hình 15.** Biểu đồ biến thiên hàm lượng chất hữu cơ nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên thí nghiệm 2.

### 3.5 Sụt giảm khối lượng

Việc xác định độ sụt giảm về khối lượng khối ủ chỉ mang tính tương đối vì thông số này phụ thuộc vào độ ẩm của khối ủ. Tuy nhiên, việc đo đạc chỉ tiêu này rất đơn giản, không tốn kém nên thường được sử dụng để đánh nhanh hiệu quả của quá trình phân hủy và lượng sản phẩm compost thu được.

Ở thí nghiệm 1, khối lượng sản phẩm compost có độ ẩm 50-55% thu được bằng 54-71% so với khối lượng nguyên liệu ủ, trong khi ở thí nghiệm 2 là 47-53%. Sản phẩm compost sau giai đoạn ủ hoai (30 ngày) có độ ẩm trung bình khoảng 55% được đem tiếp tục ủ trong mô hình không thổi khí (ủ chín), xáo trộn 1 lần/ngày trong 1 tuần để thu được sản phẩm cuối cùng có độ ẩm khoảng 30-35%. Khối lượng sản phẩm compost sau ủ chín chiếm 36-46% khối lượng nguyên liệu là hỗn hợp

bùn và mặt cưa (thí nghiệm 1), và chiếm 34-39% khối lượng nguyên liệu là hỗn hợp bùn và rơm (thí nghiệm 2).

### 3.6 Màu & mùi

Bùn từ trạm xử lý nước thải cá da trơn khi lấy mẫu từ nhà máy đã có mùi thối. Sau khi phối trộn chỉ giảm được phần nào mùi thối. Mùi chỉ giảm bớt sau khi vận hành 3 ngày và gần như không còn thối sau khi vận hành các mô hình khoảng 1 tuần. Cuối cùng, hỗn hợp có mùi đất sau khoảng 3 tuần vận hành. Ban đầu các mô hình có màu đen của bùn, sau đó chuyển sang màu nâu đất khi khối ủ đến giai đoạn ổn định.

### 3.7 Đánh giá chất lượng sản phẩm

Nhằm tiết kiệm thời gian và kinh phí nghiên cứu, mục đánh giá chất lượng sản phẩm này chỉ thực hiện trên compost của thí nghiệm 1.

### 3.7.1 Thành phần compost

Sản phẩm compost của mô hình tốt nhất 1.3 (thí nghiệm 1) được phân tích và so sánh với tiêu chuẩn 10TCN 526:2002 cho phân hữu cơ vi sinh

được chế biến từ chất thải rắn sinh hoạt của Bộ Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, 2002 (Bảng 4).

**Bảng 4.** Thành phần compost cuối cùng ở thí nghiệm 1.

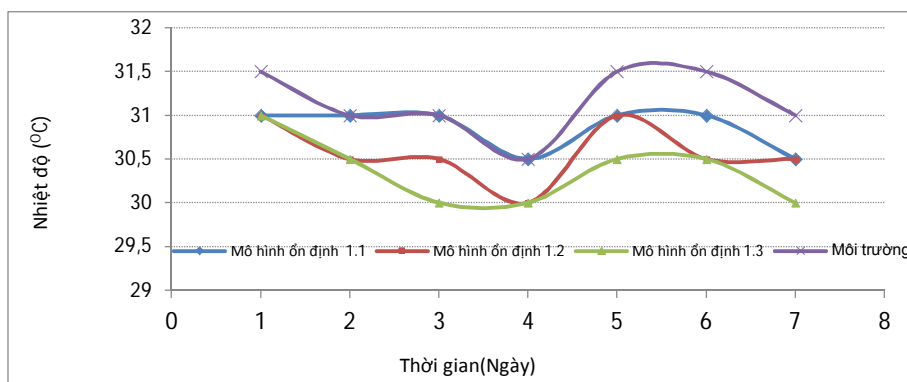
| TT | Tên chỉ tiêu                      | Đơn vị   | Giá trị | *Mức      |
|----|-----------------------------------|----------|---------|-----------|
| 1  | Đường kính hạt                    | mm       | < 5     | 4 – 5     |
| 2  | Độ ẩm không lớn hơn               | %        | 32      | ≤ 35      |
| 3  | pH                                | -        | 7,8     | 6,0 – 8,0 |
| 4  | Hàm lượng carbon tổng             | %        | 27      | ≥ 13      |
| 5  | Hàm lượng nitơ tổng số            | %        | 1,05    | ≥ 2,5     |
| 6  | Mật độ Salmonella trong 25 gr mẫu | CFU      | KPH     | 0         |
| 7  | E.coli                            | E.coli   | KPH     | -         |
| 8  | Coliform                          | Coliform | KPH     | -         |

*Nguồn: \*Tiêu chuẩn ngành 10TCN 526:2002 cho phân hữu cơ vi sinh chế biến từ Chất thải rắn sinh hoạt của Bộ NN& PTNT, 2002.*

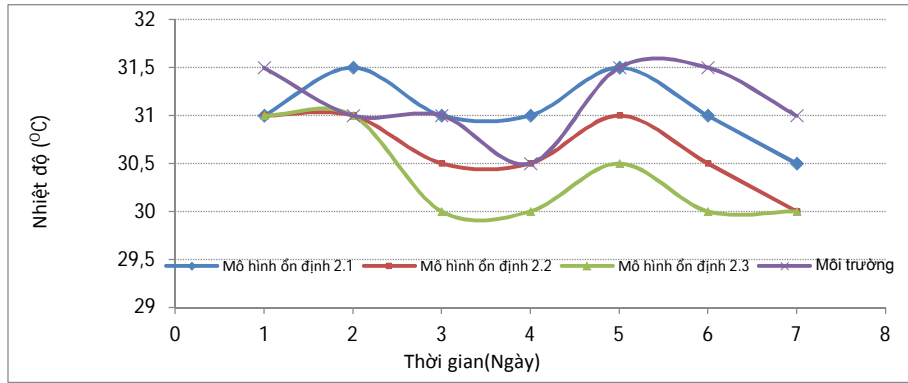
Bảng 4 cho thấy, tương tự như các sản phẩm compost được ủ từ chất thải hữu cơ khác (Le Thi Kim Oanh, 2009; Trần Thị Thùy Dương 2012, Lý Thị Phương Hồng, 2013, NM compost Vietstar, 2014), chỉ tiêu về hàm lượng nitơ tổng của compost chưa đạt yêu cầu của phân hữu cơ vi sinh của bộ NN & PTNT. Tuy nhiên, chỉ tiêu này có thể khắc phục bằng cách bổ sung urê.

### 3.7.2 Độ ổn định của compost

Phương pháp Self – heating test được ứng dụng để xác định mức độ ổn định của sản phẩm compost (Woods End Laboratory Inc. 2009). Kết quả đánh giá sản phẩm compost từ 6 mô hình của thí nghiệm 1 (hình 16 và 17) cho thấy nhiệt độ các mô hình tăng không quá 5°C so với nhiệt độ môi trường. Như vậy compost đạt yêu cầu (độ ổn định loại A tiêu chuẩn Châu Âu).



**Hình 16.** Biến thiên nhiệt độ mô hình ổn định nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức (thí nghiệm 1).



**Hình 17.** Biến thiên nhiệt độ mô hình ổn định nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên (thí nghiệm 1).

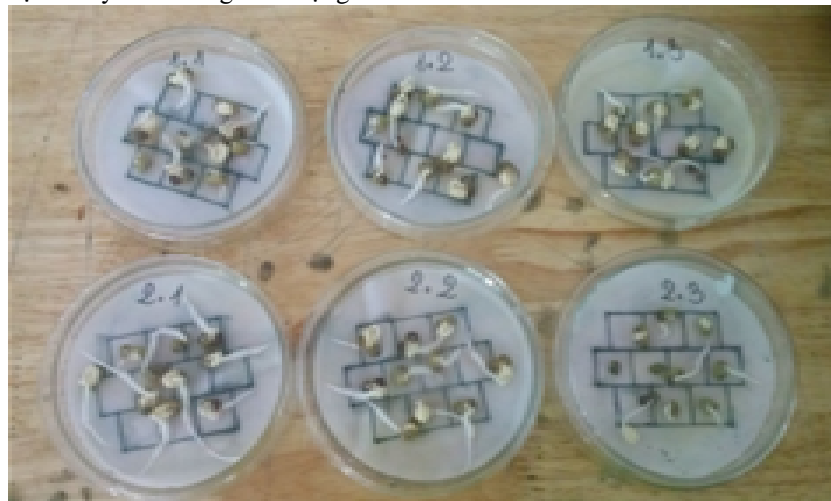
### 3.7.3 Khả năng nảy mầm của hạt

**Bảng 5** Hệ số hạt đậu xanh nảy mầm từ compost của các mô hình ủ

| Thí nghiệm 1<br>(Bùn & mật cưa) |                   | Thí nghiệm 2<br>(Bùn & rơm) |                   |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------------|-------------------|
| Mô hình                         | Hệ số nảy mầm (%) | Mô hình                     | Hệ số nảy mầm (%) |
| TS 1.1                          | 81,07             | TS 3.1                      | 83,11             |
| TS 1.2                          | 84,66             | TS 3.2                      | 83,87             |
| TS 1.3                          | 88,95             | TS 3.3                      | 87,54             |
| TS 2.1                          | 79,52             | TS 4.1                      | 81,01             |
| TS 2.2                          | 80,64             | TS 4.2                      | 82,02             |
| TS 2.3                          | 85,44             | TS 4.3                      | 84,62             |

Kết quả thí nghiệm cho thấy khả năng nảy mầm của hạt khi sử dụng compost thành phẩm cho kết quả tốt. Hệ số nảy mầm tăng khi lượng bùn

trong hỗn hợp tăng. Hệ số nảy mầm của nhóm mô hình thổi khí cưỡng bức đạt kết quả tốt hơn nhóm mô hình thoáng khí tự nhiên.



**Hình 18.** Thí nghiệm khả năng nảy mầm của hạt sử dụng dịch chiết từ compost.

#### 4. KẾT LUẬN

Mặc dù bùn cá da trơn có độ ẩm cao nhưng nếu sử dụng nguyên liệu phối trộn phù hợp, vẫn khả thi để sản xuất compost. Nghiên cứu đã chứng minh mật cua và rom đều là những nguyên liệu phối trộn khả thi để giảm ẩm, tăng tỷ lệ C/N và tăng độ xốp của hỗn hợp bùn, nâng cao hiệu quả của quá trình ủ compost.

Kết quả nghiên cứu cho thấy với tỷ lệ 7 bùn: 3 mật cua (mô hình 1.3), và tỷ lệ 7 bùn: 3 rom (mô

hình 3.2) và với tốc độ thổi khí 2 lít/phút/kg nguyên liệu khô đã cho hiệu quả sản xuất cao nhất.

Sản phẩm compost thu được bằng 36-46% khối lượng hỗn hợp bùn và mật cua (tỷ lệ 7:3), và bằng 34-39% khối lượng hỗn hợp bùn và rom (tỷ lệ 7:3). Chất lượng compost đã được minh chứng đạt tiêu chuẩn Việt Nam 10TCN 562:2002, tiêu chuẩn Châu Âu và tiêu chuẩn của Thái Lan.

## Research on composting of waste sludge from Catfish processing wastewater treatment plant

- Le Thi Kim Oanh
- Tran Thi My Dieu

Van Lang University

#### ABSTRACT

*Catfish is the key and breakthrough export product of Vietnam in recently years. Although most of catfish processing plants invested the wastewater treatment plants (WWTPs), it has not been paid good attention to the treatment of sludge generated from these WWTPs. So far, the sludge has been dumped in landfill. This solution is costly and*

*causes heavy loss of resources containing nutrient. Therefore, this study aims at contributing to finding possible solution to recycle sludge from the WWTPs of catfish processing plants, recover nutrient and limit landfilling.*

*Aerobic digestion process of mixtures of*

dewatered sludge from WWTPs of catfish processing plants compress machine and rice straw or sawdust to reduce moisture content, increase C/N and porosity were conducted in 12 aerobic digestion reactors designed as aerated static and windrow composting styles. The best result was obtained with the mixture of 7 sludge: 3 sawdust or 7 sludge: 3 rice straw (in term of wet weight), solid

**Keywords:** Sea food/catfish processing, wastewater treatment, organic sludge, rice straw, sawdust, aerobic digestion, compost.

retention time of 18 or 25 days, respectively and the compost produced reached level A of stabilization based on European standard for compost quality (Woods End Laboratory Inc., 2009) and Compost standard 10TCN 526 : 2002 of the Ministry of Agriculture and Rural Development of Vietnam (2002), excepting for total nitrogen.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, 2002. Tiêu chuẩn ngành 10TCN 562:2002 cho phân hữu cơ vi sinh chế biến từ chất thải rắn sinh hoạt.
- [2]. Tchobanoglous G., Theisen H., Vigil S., 1993, . Integrated solid waste management-Engineering principles and management issues. McGraw-Hill International Editions. Civil Engineering Series.
- [3]. Haaren R. V., Themelis N. J., and Barlaz M., 2010. LCA comparison of windrow composting of yard wastes with use as alternative. *Waste management* 20:8.
- [4]. Lê Minh Trường, 2012. Nghiên cứu ảnh hưởng của tốc độ thổi khí, các vật liệu phối trộn lên quá trình ủ compost từ bã khoai mì và sử dụng bùn hoạt tính hiếu khí làm chất phụ gia. Viện Công nghệ Châu Á.
- [5]. Lê Thị Kim Oanh, 2004. Nghiên cứu phân hủy hiếu khí sản xuất compost từ chất thải rắn sinh hoạt hữu cơ của thành phố Hồ Chí Minh. Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Hồ Chí Minh. Chủ nhiệm đề tài: GS.TS. Trần Kim Qui.
- [6]. Lê Thị Kim Oanh, 2009. Nghiên cứu Khả năng sinh khí sinh học từ chất thải rắn hữu cơ , TP. HCM. Sở Khoa học và Công nghệ thành Phố Hồ Chí Minh. .
- [7]. Le Thi Kim Oanh, 2012. SURMAT decision support tool to select municipal solid waste treatment technologies. Wageningen University.
- [8]. Lý Thị Phương Hồng, 2012. Nghiên cứu Xử lý bùn từ nhà máy xử lý nước thải Bình Hưng, TP. HCM. Đại học Văn Lang.
- [9]. Nelson V. L., Crowe T. G., Shah M. A., and Watson L. G., 2006. Temperature and turning energy of composting feedlot manure at different moisture contents in southern Alberta. *Canadian Biosystems Engineering* 48.
- [10]. Nhà máy compost Vietstar, 2014. Khảo sát thực tế và trao đổi kinh nghiệm. Đại diện Vietstar: Ông Nguyễn Nhật Khánh, giám đốc dự án.
- [11]. Nhà máy thủy sản An Phát, 2013 & 2014.
- [12]. Nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Bình Hưng, 2015. Khảo sát thực tế và trao đổi kinh nghiệm. Đại diện nhà máy: Ông Hoàng Hữu Hải- giám đốc.
- [13]. Trần Thị Ngọc Sơn, Trần Thị Anh Thu, Nguyễn Ngọc Nam, Lưu Hồng Mẫn, 2012. Nghiên cứu ảnh hưởng của rơm ra xử lý bằng chế phẩm Trichoderma đến năng suất lúa ở Đồng bằng Sông Cửu Long. Viện Lúa Đồng bằng Sông Cửu Long. Trần Thị Thùy Dương,



2012. Nghiên cứu Xử lý bùn ao nuôi tôm tỉnh Long An, TP. HCM. Đại học Văn Lang.
- [14]. Viện Nghiên Cứu Công Nghệ Sinh Học và Môi Trường, 2010. Nghiên cứu sản xuất phân hữu cơ vi sinh từ rác thải hữu cơ, TP.HCM, trại Thực Nghiệm Viện Nghiên Cứu Công Nghệ Sinh Học và Môi Trường.
- [15]. Woods End Laboratory Inc., 2009. Self-heating test of compost. Germany.
- [16]. Yamada Y. and Kawase Y., 2005. Aerobic composting of waste activated sludge: Kinetic analysis for microbiological reaction and oxygen consumption.
- [17]. Viện công nghệ Châu Á (AIT), 2012. Quy trình đánh giá khả năng nảy mầm của hạt bằng sản phẩm compost.
- [18]. Cheremisinoff, N.P., 2003. Handbook of solid waste management and waste minimization technologies USA: Elsevier Science
- [19]. Nguyễn Tấn Phát, 2015. Nghiên cứu xử lý bùn thải từ nhà máy xử lý nước thải sinh hoạt Bình Hưng để sản xuất compost. Đại Học Văn Lang.