

# NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO THIẾT BỊ SINH KHÍ SINH HỌC TỪ RÁC THẢI SINH HOẠT HỘ GIA ĐÌNH XÉT ĐẾN ĐIỀU KIỆN KHÍ HẬU HÀ NỘI

RESEARCH AND MANUFACTURE THE BIOTECHNOLOGY EQUIPMENT FROM HOUSEHOLD DOMESTIC WASTE CONSIDERING CLIMATE CONDITIONS OF HANOI

Phạm Mạnh Hải

## TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và thực nghiệm chế tạo thiết bị sinh khí sinh học từ thức ăn thừa của các hộ gia đình tại Hà Nội. Khí sinh học được sử dụng phục vụ mục đích năng lượng trong các bếp ăn của hộ gia đình hoặc tương đương quy mô hộ gia đình. Thiết bị sinh khí sinh học dựa trên nguyên lý Plug-Flow nhưng không sử dụng động cơ khuấy được thiết kế linh hoạt phù hợp lắp đặt quy mô hộ gia đình. Thành phần nguyên liệu đầu vào, thời gian lưu, chu kỳ xả thải đều được nghiên cứu điều chỉnh cho phù hợp với điều kiện khí hậu Hà Nội và thành phần chủ yếu của rác thải sinh hoạt hộ gia đình.

**Từ khóa:** Khí sinh học, thức ăn thừa, điều kiện khí hậu Hà Nội, thiết bị hầm ủ.

## ABSTRACT

This paper presents the research and experimental biogas equipment manufacturing from food scraps and leftovers of households in Hanoi. Produced biogas is used for energy purposes in the kitchen of the household or the equivalent household size. Experimental biogas equipment based on a suitable principle is flexibly designed for household installation. The composition of input materials, retention time, discharge cycle are researched and adjusted to suit Hanoi's climatic conditions and the main composition of household domestic waste.

**Keywords:** Biogas, food scraps, Hanoi climatic conditions, biogas equipment.

Trường Đại học Điện lực

Email: haipm@epu.edu.vn

Ngày nhận bài: 03/9/2020

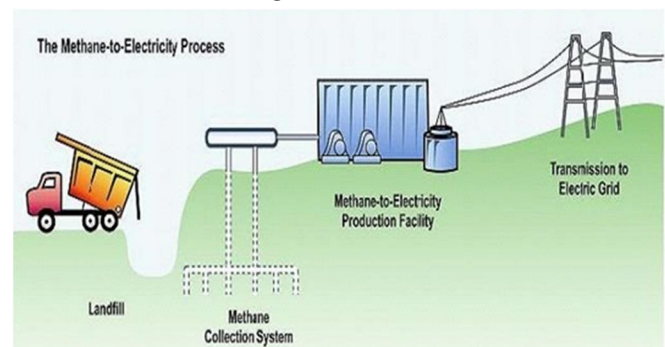
Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 05/10/2020

Ngày chấp nhận đăng: 21/10/2020

## 1. GIỚI THIỆU CHUNG

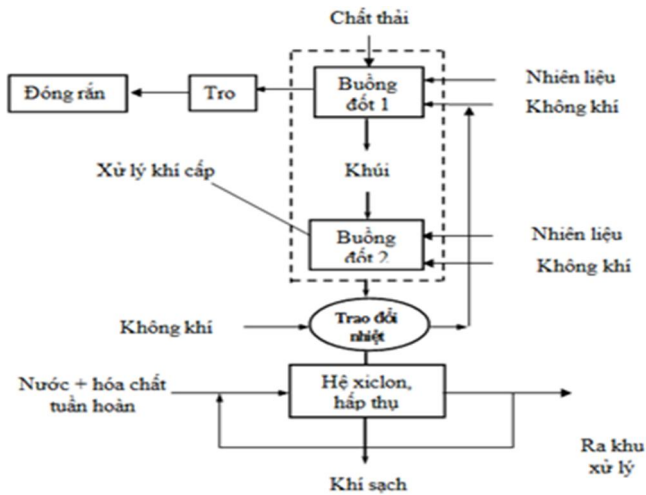
Thức ăn thừa trong hộ gia đình ở Việt Nam thường được gom cùng với rác thải sinh hoạt chưa được phân loại. Do đó để xử lý thức ăn thừa thì đồng thời phải xử lý rác thải. Việc xử lý phế phụ phẩm thức ăn thừa tạo năng lượng bao gồm một số công nghệ đang được ứng dụng hiện nay như chôn lấp lấy khí (khí chôn), công nghệ thủy phân (ngâm trong bể lấy khí), công nghệ đốt (lấy nhiệt) [1]. Công nghệ khí chôn (hình 1) sử dụng kỹ thuật dựa trên sự phân hủy yếm khí. Khí

chôn là sản phẩm phụ của quá trình phân rã chất thải dạng rắn, với thành phần thông thường bao gồm 50% khí CH<sub>4</sub>, 45% CO<sub>2</sub> và 4% N<sub>2</sub>. Công nghệ này có ưu điểm phù hợp với quy mô chôn lấp lớn để tạo lượng khí đủ cho các máy phát điện khí sinh học công suất lớn. Hiện nay, trên thế giới có hai cách để thu khí chôn bao gồm: biện pháp truyền thống khoan thông thường (conventional drilling) và thu đẩy (push-in). Thông thường, trước khi bơm thu hồi khí, người ta lập bản đồ cấu trúc 3 chiều của bể chôn rác để xác định các vị trí tụ khí và vị trí tối ưu để khoan. Phương pháp khoan truyền thống sử dụng kỹ thuật khoan thông thường với một số cải tiến kỹ thuật phù hợp với khu vực khoan. Các ống dẫn có thể được lắp đặt thẳng đứng, giúp việc thu hồi khí tiện lợi nhanh chóng. Phương pháp thu đẩy sử dụng bản đồ 3 chiều để tìm các giếng khí và có thể được sử dụng cho các vị trí khoan riêng biệt nếu cần thiết.



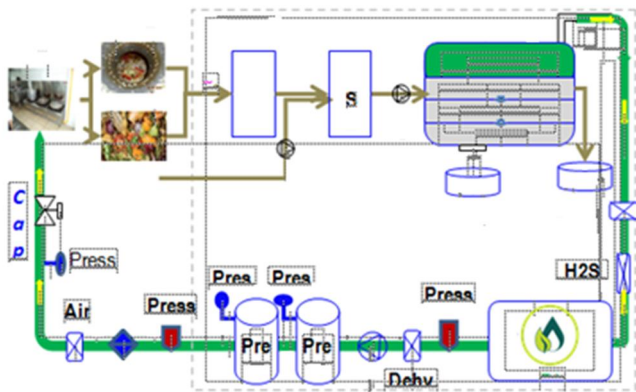
Hình 1. Công nghệ khí chôn sử dụng để phát điện [4]

Công nghệ đốt [2] (hình 2) được áp dụng để xử lý chất thải nguy hại như chất thải bệnh viện tuy nhiên cũng có thể sử dụng để xử lý rác thải sinh hoạt. Tại Hà Nội có lò đốt chất thải bệnh viện công suất 3,2tấn/ngày đặt tại Tây Mỗ. Tại TP. Hồ Chí Minh có lò đốt chất thải bệnh viện công suất 7,5tấn/ngày. Phương pháp đốt chất thải còn được dùng để xử lý chất thải công nghiệp như lò đốt chất thải giấy da ở Hải Phòng, lò đốt cao su công suất 2,5tấn/ngày ở Đồng Nai. Các lò đốt thường được nhập khẩu từ nước ngoài và thường có nhiều loại lò đốt không xử lý khí thải.



Hình 2. Công nghệ đốt xử lý rác thải

Công nghệ ủ yếm khí tạo khí sinh học [3] trởng sau sạch từ thực phẩm thừa thường hướng đến những căng tin, nhà hàng, khách sạn có nguồn thức ăn thừa lớn. Lượng thực phẩm thừa sẽ được xử lý theo phương pháp ủ yếm khí để tạo khí sinh học phục vụ đun nấu, thắp sáng hoặc chạy máy phát điện. Riêng nguồn chất thải từ quá trình ủ khí sẽ làm dung môi cho việc trồng cây thủy sinh, rau, củ quả phục vụ trở lại cho các cơ sở này. Thức ăn thừa sau khi được tập hợp trở lại sẽ trải qua các bước sơ loại để loại bỏ thịt, xương các vật cứng. Sau đó, được cho vào thùng xay nhuyễn và pha loãng với nước (tỉ lệ: 1kg thức ăn thừa/6 - 7 lít nước). Nguyên liệu này được đổ vào thùng ủ khí. Tại đây, sẽ diễn ra quá trình biến đổi sinh hóa của chất hữu cơ, để tạo ra khí sinh học và bã thải hữu cơ. Trong quá trình ủ, để vi sinh vật phát triển trong giai đoạn đầu được thuận lợi, ở lần ủ đầu tiên cần cho thêm vào thùng ủ một ít đường và bổ sung thêm chế phẩm sinh học vào thùng ủ để cung cấp các vi sinh vật hữu ích, giúp đẩy nhanh quá trình phân hủy, yếm khí, khử mùi hôi, diệt vi khuẩn có hại. Thực tế, một số cơ sở đã làm thì trung bình mỗi ngày nhà ăn thải ra từ 2 - 3kg thức ăn, hệ thống sẽ tạo ra được từ 15 - 22 lít khí sinh học/ngày, bổ sung 20% lượng khí đốt cho cơ sở và từ 5 - 6 lít mùn phân hủy, đủ để trồng được một vườn rau từ 6m<sup>2</sup> - 10m<sup>2</sup>. Chu trình công nghệ được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Quy trình công nghệ xử lý thức ăn thừa tạo khí sinh học quy mô bếp ăn công nghiệp

Tuy nhiên, các phương pháp này đều khó áp dụng được cho quy mô hộ gia đình, nơi nguồn thực phẩm thừa đang là một trong những thành phần khó xử lý của rác thải sinh hoạt. Những mục sau đây mô tả nguyên lý và cách thức hoạt động của một trong những giải pháp hứa hẹn phù hợp nhất.

## 2. CƠ SỞ TÍNH TOÁN THIẾT KẾ THIẾT BỊ TẠO KHÍ SINH HỌC QUY MÔ HỘ GIA ĐÌNH

### 2.1. Cơ sở tính toán thông số thiết bị

Theo số liệu điều tra khảo sát lượng thức ăn thừa tại khu tập thể nhà ăn của Trường Đại học Điện lực một ngày khoảng 30kg, bao gồm cơm thừa, phế phẩm rau củ, nước canh thừa...

Tính thể tích phân hủy  $V_d$  (m<sup>3</sup>) theo lượng nạp hàng ngày P (kg) và thời gian lưu T (ngày).

$$V_d = 4 \times P \times T / 1000 \tag{1}$$

$$V_d = 4 \times 30 \times 50 / 1000 = 6 \text{ m}^3$$

Tính sản lượng khí thu được hàng ngày (công suất của thiết bị) G (m<sup>3</sup>/ngày) theo lượng nạp hàng ngày P (kg) và hiệu suất sinh khí của nguyên liệu ủ H (lít/kg/ngày). (hiệu suất lấy 50 lít/kg/ngày)

$$G = P \times H / 1000 \tag{2}$$

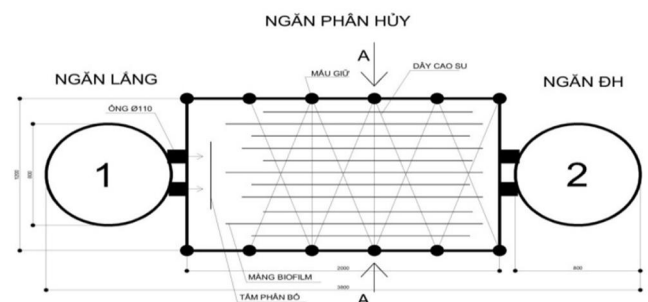
$$G = 30 \times 50 / 1000 = 1,5 \text{ m}^3$$

Tính thể tích trữ khí  $V_g$  (m<sup>3</sup>) theo công suất G, vì chỉ cần tích trữ lại lượng khí sản ra ban đêm 12 giờ nên:

$$V_g = 0,5 \times G = 0,75 \text{ m}^3 \tag{3}$$

$$\text{Tổng thể tích bể là: } 8,25 \text{ m}^3.$$

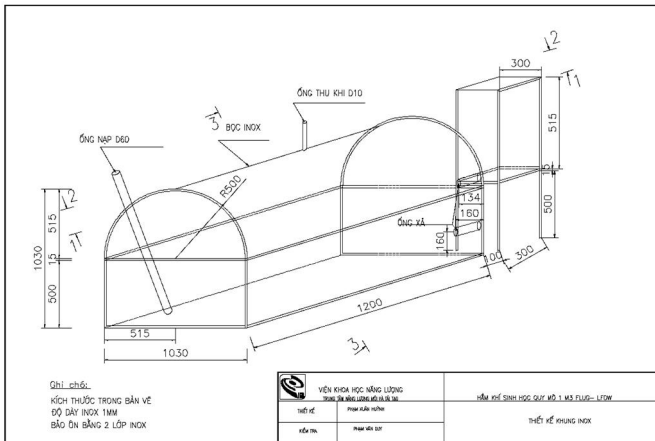
### 2.2. Thiết kế cơ bản thiết bị



Hình 4. Nguyên lý về cấu tạo của thiết bị sinh khí sinh học quy mô hộ gia đình

Khi nguyên liệu tươi đưa vào thiết bị phản ứng sẽ diễn ra quá trình phân hủy như sau: đầu tiên sẽ xảy ra quá trình phân hủy trong điều kiện thiếu khí ngay tại đầu vào của thiết bị phản ứng vì ban đầu trong dòng vào có tồn tại oxy, tiếp đến là quá trình phân hủy yếm khí sinh ra khí sinh học. Quá trình chuyển hóa các chất thải sinh khí sinh học diễn ra tuần tự từ đầu đến cuối thiết bị một cách đều đặn nên hoạt động của thiết bị dễ dàng đạt trạng thái ổn định và hiệu suất phân hủy cũng như sinh khí cao và đều. Các vật liệu rắn có bề mặt tiếp xúc lớn được đặt chìm trong nước sẽ là giá thể để các vi sinh vật bám vào, sinh trưởng và phát triển tạo các màng sinh học, nhờ đó mật độ sinh khối trong thiết

bị được duy trì khá lớn đẩy mạnh tốc độ phản ứng chuyển hóa nâng cao hiệu suất sinh khí. Dòng sản phẩm sau phân hủy sẽ được đưa ra khỏi thiết bị phản ứng một cách khá độc lập so với dòng vào đã hạn chế được ảnh hưởng gây "sốc" đối với các vi sinh vật phân hủy yếm khí, đặc biệt là chủng vi khuẩn mê tan hoạt động trong điều kiện yếm khí nghiêm ngặt chuyển hóa các chất thành khí sinh học. Nguyên lý của thiết bị và bản vẽ thiết kế chi tiết được thể hiện lần lượt trong hình 4 và 5.



Hình 5. Bản vẽ thiết kế chi tiết thiết bị sinh khí sinh học quy mô hộ gia đình

### 3. VẬN HÀNH THIẾT BỊ SINH KHÍ SINH HỌC QUY MÔ HỘ GIA ĐÌNH

#### 3.1. Nạp nguyên liệu

Mở khoá tổng cho nguyên liệu vào bể đủ để nạp từ 500 đến 1000kg thức ăn thừa cần phải cho lượng chất thải nhiều như vậy để làm chất nền (tuy nhiên vì là lượng thức ăn thừa hàng ngày nên không đủ được số lượng lớn như thế nên ta phải cho vào hàng ngày dẫn đến quá trình sinh khí ban đầu khá lâu), sau khi có ga rồi ta chỉ cần bổ sung dần dần nguyên liệu từ khoảng 5 đến 10kg thức ăn thừa trong 1 ngày là đủ đun nấu sinh hoạt cho một hộ gia đình khoảng từ 3 đến 5 người.

Toàn bộ nguyên liệu khi đổ vào không được cho rơm rác, túi bóng, cành cây.... gây tắc đường vào đường ra của bể, không đổ vào hầm các hoá chất như xà phòng, thuốc trừ sâu... làm giảm sự hoạt động của các vi sinh vật.

Bơm nước thêm vào bể để cho tới 40 đến 50cm tính từ vành đai ghép lên, sau đó đóng khoá tổng lại (tỷ lệ nước với nguyên liệu là 1:3, một nguyên liệu 3 nước).

Trong thời gian chờ có khí ga không được cho nước vào bể mà chỉ cho nguyên liệu vào trong bể, trong thời gian này ta cần phải xả liên tục.

Cách xả: Sau khi nạp nguyên liệu được 3 đến 4 ngày thì bắt đầu xả toàn bộ khí trong bình ra vì trong bể còn có các hỗn hợp khí gây hại quá trình cháy và gây hỏng các thiết bị như (SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>...). Xả trong vòng 3 ngày liên tục khi xả mở khoá tổng ra để cho khí thoát hết rồi đóng khoá tổng lại.

Khi xả có mùi hôi thối ta cần có cho ống xả lên cao để thoát khí mùi hôi thối không gây ảnh hưởng đến con người.

#### 3.2. Vận hành sau khi có khí sinh học

Châm thử lửa vào bếp xem có lửa chưa nếu thấy lửa cháy bập bùng thì tiếp tục xả, khi thấy đồng hồ báo áp suất khí đủ và có lửa cháy đều không bị tắt là được.

Khi sử dụng bếp ga phải châm lửa trước và mở van sau, khi đun nấu xong phải khoá vận chặt van ga, không được mở van ga mà không đốt lửa vì khí ga hở không được đốt cháy sẽ ảnh hưởng đến con người và dễ gây hoả hoạn. Khi dùng tuyệt đối không được dùng hết ga trong bể (khi thấy đồng hồ báo về số 1 là ngưng sử dụng) vì dùng hết khí nước trong bể và chất thải sẽ tràn lên ống dẫn ga gây ra tắc đường ống dẫn khí.

#### 3.3. Xử lý khi tắc đường ống dẫn khí

**Bước 1:** Khoá van tổng lại sau đó vận đồng hồ ở trên khoá tổng ra

**Bước 2:** Nối ống 21 vào zen ngoài 21 vận chặt vào khoá tổng

**Bước 3:** Cho vòi nước của máy bơm vào ta bơm khi bơm nước ta thấy căng ống dẫn nước, sau đó ta mở khoá tổng ra và đóng lại ngay (làm liên tục như vậy cho đến khi hết bị tắc)

Chú ý đến các hiện tượng tắc khí:

- Khi ta mở khoá tổng ra để đốt có khí mà không có cháy.
- Mở ra không có thấy khí.
- Khi ta đốt một lúc lại thấy hết khí.

#### 3.4. Những yếu tố ảnh hưởng hiệu suất sinh khí sinh học

Môi trường kỵ khí: Vi khuẩn lên men tạo khí mê tan, chỉ phát triển trong điều kiện không có khí ô-xy (kỵ khí). Do đó bể phân giải phải kín, không để không khí lọt vào.

Nhiệt độ và pH thích hợp: Vi khuẩn tạo nên khí mê-tan hoạt động ở nhiệt độ từ 10 đến 60°C, nhưng nhiệt độ lý tưởng là 35°C. Độ pH thích hợp là 6,8 - 7,5.

Đặc tính nguyên liệu: Hàm lượng chất khô của dung dịch lên men cần đạt 4 - 9% (do đó cần pha loãng 1 phần nguyên liệu với 1 - 2 phần nước. Tỷ lệ C/N là 30/1 là tỷ lệ thích hợp nhất cho sự phân hủy của nguyên liệu.

Thời gian lưu trong bể phân giải hợp lý: Thời gian lưu của nguyên liệu trong bể phân giải cần 60 - 90 ngày với nhiệt độ 20 - 35°C tại Hà Nội.

### 4. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

#### 4.1. Các tình huống phát sinh trong thực nghiệm



Hình 6. Nguyên liệu cho vào bể

Nạp nguyên liệu:

Do nguyên liệu được thu gom hỗn hợp dẫn đến có khả năng bị lẫn một số rác thải không mong muốn khi cho vào bể có thể tắc đường ống trong bể nên cần đặc biệt lọc bỏ túi bóng, xương lợn...

Khắc phục: Trước khi đổ nguyên liệu cần kiểm tra kỹ mới cho vào bể. Nếu có các rác thải không mong muốn thì có thể bỏ ra.

Sau 2 tháng cho nguyên liệu vào bể bắt đầu đầy và tiến hành cho chế phẩm vi sinh vào hầm. Chế phẩm vi sinh là loại được sử dụng trong nông nghiệp phổ biến (hình 7).



Hình 7. Chế phẩm vi sinh cho vào hầm ủ

Men vi sinh Tictac dùng để bổ sung cho bể để tạo chất xúc tác nhanh. Tictac là chế phẩm sinh học trung tính an toàn không độc hại với người, gia súc và môi trường. Loại men này là tập hợp nhiều vi sinh vật hữu hiệu cho việc phân hủy và có hoạt lực cao, phân giải nhanh các chất khó phân hủy như bã Xenluloz, tinh bột, kitin, Protein, lipit, pectin... Sau 3 tháng cho nguyên liệu vào hầm, hệ thống đã bắt đầu sinh khí, lượng khí ban đầu không đốt được sau 1 tuần sau khi có khí thì khí sinh ra bắt đầu có hiện tượng cháy được. Sau đó, bể được duy trì hoạt động bình thường.

**4.2. Túi khí phụ**



Hình 8. Viên bao bảo vệ bể khỏi bị chuột cắn



Hình 9. Hình ảnh chế tạo bể bằng vật liệu inox

Do phần chứa khí của thiết bị không tạo đủ áp suất nên một túi khí phụ bổ sung áp suất được tích hợp vào hệ thống. Túi khí này được làm bằng vật liệu polime nên sau một thời gian bị chuột cắn làm rách dẫn đến rò khí.

Cách khắc phục: Chế tạo 1 bể bao quanh chân không cho chuột cắn bằng Inox với cấu tạo trơn thành để ngăn không cho chuột phá hoại.



Hình 10. Hình ảnh thực nghiệm đốt khí sinh học ban đầu



Hình 11. Lắp bếp đun thử nghiệm

**4.3. Phân tích chất lượng khí**

Để phân tích chất lượng khí, nghiên cứu này sử dụng máy đo phân tích thành phần khí với thông số kỹ thuật như sau:

Máy đo khí CH<sub>4</sub> và CO<sub>2</sub> bằng hai bước sóng của sensor hồng ngoại

Sensor đo khí O<sub>2</sub>, kiểu điện hóa, (có tùy chọn đo H<sub>2</sub>S)

Dải đo: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> từ 0 - 100%; O<sub>2</sub>: 25%; H<sub>2</sub>S: 0 - 50, 0 - 200, 0 - 1000, 0 - 5000ppm (tùy chọn).

Độ chính xác CH<sub>4</sub>:

- 0 - 5% thể tích: ±0,5%
- 5 - 15% thể tích: ±1%
- 15% - toàn thang thể tích: ±3%

Độ chính xác CO<sub>2</sub>:

- 0 - 5% thể tích: ±0,5%
- 5 - 15% thể tích: ±1%
- 15% - toàn thang thể tích: ±3%

Độ chính xác O<sub>2</sub>:

- 0 - 5% thể tích: ±1%
- 5 - 15% thể tích: ±1%
- 15% - toàn thang thể tích: ±1%

Áp suất tĩnh: ±500mbar

Sai số áp suất: ±125mbar

Nhiệt độ hoạt động: 0 - 40°C

Độ ẩm tương đối: 0 - 95% không ngưng tụ

Thang đo áp suất: 700 - 1200 mbar

Áp suất hoạt động: ±5mbar từ áp suất tuyệt đối

Nguồn điện sử dụng pin sạc có khả năng sử dụng liên tục 10 giờ, thời gian sạc khoảng 2 giờ.

Hình 12 là hình ảnh thiết bị phân tích đo khí được sử dụng.



Hình 12. Máy đo phân tích khí

Tiến hành lấy mẫu: Khí được tích vào mẫu túi chuyên dụng sau đó đưa mang đi phân tích tại phòng thí nghiệm và cho kết quả như bảng 1.

Bảng 1. Kết quả phân tích khí chất lượng khí ổn định sau 2,5 tháng có thể đốt ổn định

Loại khí	Tỷ lệ (%)
CH <sub>4</sub>	50 - 60
CO <sub>2</sub>	30 - 45
H <sub>2</sub> S	0 - 4

**5. KẾT LUẬN**

Nguyên liệu từ thức ăn thừa kết hợp với hệ thống thiết bị khí sinh học như đã nói ở trên bước đầu có những hoạt động tốt, có nhiều tính năng mới ưu việt về kỹ thuật so với kiểu hầm cũ, mở ra một triển vọng ứng dụng rộng rãi và bền vững ở khu vực nông thôn nước ta. Tuy nhiên cần có thêm thời gian để đánh giá đầy đủ về chất lượng thiết bị, hiệu quả thực tế và khả năng giảm giá thành khi sản xuất với số lượng lớn.

Loại hầm được thiết kế chế tạo rất đa dạng từ nhỏ tới lớn tùy thuộc vào quy mô chăn nuôi. Để có thể đánh giá một cách toàn diện và đầy đủ cần có thêm thời gian và cả số lượng mô hình thử nghiệm nữa mới có thể có những kết luận chính xác mang tính khoa học và thực tiễn.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. M. Melikoglu, 2020. *Reutilisation of food wastes for generating fuels and value added products: A global review*. Environ. Technol. Innov., vol. 19, p. 101040, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101040>.

[2]. C. Mukherjee, J. Denney, E. G. Mbonimpa, J. Slagley, R. Bhowmik, 2020. *A review on municipal solid waste-to-energy trends in the USA*. Renew. Sustain. Energy Rev., vol. 119, p. 109512. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109512>.

[3]. S. K. Pramanik, F. B. Suja, S. M. Zain, B. K. Pramanik, 2019. *The anaerobic digestion process of biogas production from food waste: Prospects and constraints*. Bioresour. Technol. Reports, vol. 8, p. 100310. doi: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100310>.

[4]. <http://www.l.cswma.org/images/Lamdfillgasgraphic.jpg>

**AUTHOR INFORMATION**

**Pham Manh Hai**  
Electric Power University