VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
CHƯƠNG TRÌNH KHCN CẤP QUỐC GIA GIAI ĐOẠN 2016-2020
KHCN-TN/16-20
"Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế"
(Chương trình Tây Nguyên 2016-2020)

BÁO CÁO TÓM TẮT
KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP QUỐC GIA

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ KHÍ SINH HỌC TIÊN TIẾN PHÁT ĐIỆN VÀ SỬ DỤNG BÙN THẢI SAU KHI LÊN MEN YẾM KHÍ ĐỂ SẢN XUẤT PHÂN BÓN HỮU CƠ PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP SẠCH TẠI ĐẮK LẮK
MÃ SỐ: TN18/C07 (2018 – 2020)

Chủ nhiệm đề tài: PGS.TS. Đỗ Văn Mạnh
Cơ quan chủ trì: Viện Công nghệ môi trường
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

HÀ NỘI – 2021

VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM
CHƯƠNG TRÌNH KHCN CẤP QUỐC GIA GIAI ĐOẠN 2016-2020
KHCN-TN/16-20
"Khoa học và công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế"
(Chương trình Tây Nguyên 2016-2020)

BÁO CÁO TÓM TẮT

KẾT QUẢ ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP QUỐC GIA

NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN VÀ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ KHÍ SINH HỌC TIÊN TIẾN PHÁT ĐIỆN VÀ SỬ DỤNG BÙN THẢI SAU KHI LÊN MEN YẾM KHÍ ĐỂ SẢN XUẤT PHÂN BÓN HỮU CƠ PHÁT TRIỂN NÔNG NGHIỆP SẠCH TẠI ĐẮK LẮK

Mã số: TN18/C07

CHỦ NHIỆM ĐỀ TÀI	**VIỆN CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG**
	VIỆN TRƯỞNG
Đỗ Văn Mạnh	**Trịnh Văn Tuyên**
CHƯƠNG TRÌNH TÂY NGUYÊN 2016-2020	**VIỆN HÀN LÂM KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ VIỆT NAM**
KT. CHỦ NHIỆM PHÓ CHỦ NHIỆM	TL. CHỦ TỊCH KT. TRƯỞNG BAN KHTC PHÓ TRƯỞNG BAN KHTC
S.NCVCC. Nguyễn Đình Kỳ	**Đặng Xuân Phong**

HÀ NỘI – 2021

MỤC LỤC

I. THÔNG TIN TÓM TẮT ĐỀ TÀI 1

1. Tên đề tài 1

2. Chủ nhiệm đề tài 1

3. Tổ chức chù trì đề tài 2

II. MỞ ĐẦU 2

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, ĐIỀU TRA KHẢO SÁT, TÍNH TOÁN VÀ TRANG THIẾT BỊ NGHIÊN CỨU ĐÃ SỬ DỤNG THỰC TẾ 4

3.1. Phương pháp kế thừa 4

3.2. Phương pháp thu thập số liệu 4

3.3. Phương pháp chuyên gia 4

3.4. Phương pháp tra cứu tài liệu 5

3.5. Phương pháp lấy mẫu ngoài hiện trường 5

3.6. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm 6

3.7. Phương pháp tính toán 6

3.8. Phương pháp xử lý số liệu 7

IV. CÁC KẾT QUẢ, SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI 7

4.1. Kết quả của đề tài 7

4.2. Các sản phẩm của đề tài 15

V. TÁC ĐỘNG ĐỐI VỚI KINH TẾ XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG 22

VI. KẾT LUẬN 22

VII. KIẾN NGHỊ 25

DANH MỤC HÌNH

Hình 1. Quy trình đề xuất mô hình thực nghiệm 8
Hình 2. Dây chuyền công nghệ hệ mô hình 8
Hình 3. Mô hình phân hủy bùn yếm khí thu khí sinh học phát điện và sản xuất phân hữu cơ sinh học 8
Hình 4. Quy trình sản xuất phân 10
Hình 5. Kết quả về thử nghiệm trên đối tượng và su hào 12
Hình 6. Kết quả về thử nghiệm trên đối tượng rau cải 12

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. Hiệu quả làm sạch khí biogas tại hệ mô hình 9
Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm đối chứng chất lượng biogas trước và sau làm sạch 10
Bảng 3. Nguyên liệu cần sử dụng cho một mẻ sản xuất, quy mô 100 tấn 10
Bảng 4. Chất lượng phân bón hữu cơ sản xuất từ bùn thải sau biogas của nghiên cứu 11

I. THÔNG TIN TÓM TẮT ĐỀ TÀI

1. Tên đề tài

Tên đề tài: **Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ khí sinh học tiên tiến phát điện và sử dụng bùn thải sau khi lên men yếm khí để sản xuất phân bón hữu cơ phát triển nông nghiệp sạch tại Đắk Lắk.**

Mã số đề tài: TN18/C07

Thuộc Chương trình: *"Khoa học và Công nghệ phục vụ phát triển kinh tế - xã hội Tây Nguyên trong liên kết vùng và hội nhập quốc tế"*

Chương trình Tây Nguyên 2016 – 2020

Mã số: KHCN-TN/16-20

Thời gian thực hiện: từ tháng 07/2018 đến tháng 06/2020 (gia hạn đến tháng 11/2020 theo QĐ số 854/QĐ-VHL ngày 01/06/2020)

2. Chủ nhiệm đề tài

Họ và tên: Đỗ Văn Mạnh

Ngày, tháng, năm sinh: 15/02/1978 Nam/Nữ: Nam

Học hàm, học vị: PGS. TS Chức danh khoa học: Nghiên cứu viên cao cấp

Chức vụ: Phó Viện trưởng; Giám đốc

Điện thoại:

Tổ chức: 02437569136 Nhà riêng: Mobile: 0963151281

Fax: 024337911203 E-mail: dovanmanh@yahoo.com

Tên tổ chức đang công tác: TT CNMT tại Đà Nẵng, Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Địa chỉ tổ chức: 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội

3. Tổ chức chù trì đề tài

Tên tổ chức: Viện Công nghệ môi trường, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Điện thoại: 0243 7569136 Fax: 0243 7911203 E-mail: vp@ietvn.vn

Website: www.ietvn.vn

Địa chỉ: Nhà A30, số 18 Hoàng Quốc Việt, Cầu Giấy, Hà Nội.

II. MỞ ĐẦU

Cùng với sự phát triển kinh tế theo hướng công nghiệp hóa, hiện đại hóa, Việt Nam đang nỗ lực để xây dựng một nền kinh tế xanh và phát thải thấp qua việc xây dựng mục tiêu chiến lược quốc gia về tăng trưởng xanh. Tuy nhiên, với thực tại đang gặp phải vấn đề về ô nhiễm môi trường, một hệ quả bởi sự phát triển kinh tế nhanh không bền vững thì việc đạt được mục tiêu tăng trưởng xanh là một thách thức lớn.

Hiện nay, với sự ra đời của hàng loạt các khu công nghiệp, khu chế xuất, đã gây ảnh hưởng không nhỏ đến môi tường xung quanh. Viêc xây dựng các trạm xử lý nước thải là điều kiện bắt buộc đối với các khu công nghiệp, nhà máy, bệnh viện, … để đảm bảo nước thải ra môi trường đạt tiêu chuẩn cho phép. Tuy nhiên, càng nhiều các trạm xử lý nước thải được xây dựng và hoạt động thì lượng bùn thải hữu cơ thải ra từ các tram này càng nhiều. Do đó, việc tìm ra một giải pháp vừa xử lý hiệu quả bùn thải vừa tiết kiệm chi phí là việc làm hết sức cần thiết và cấp bách đối với Việt Nam.

Hầu hết các quốc gia Châu Âu, Châu Mỹ và một số nước phát triển ở Châu Á hiện nay đã làm chủ và không ngừng tối ưu hóa công nghệ phân hủy yếm khí, làm sạch khí sinh học, phát điện và sản xuất phân bón từ chất thải sau phân hủy. Đây là một phương pháp đem lại hiệu quả kinh tế và thân thiện môi trường. Nhiều công trình nghiên cứu trên thế giới đã đề cập đến vấn đề xử lý bùn thải của các hệ thống

xử lý nước thải kết hợp thu hồi biogas và sản xuất phân bón hữu cơ. Quá trình lên men yếm khí bùn thải sinh ra lượng lớn khí H_2S và CO_2, cần phải được làm sạch trước khi được sử dụng cho mục đích phát điện. Trong phạm vi đề tài, việc làm sạch khí biogas được thực hiện bằng kỹ thuật quay ly tâm tốc độ cao thiết bị HGRPB (High Gravity Rotating Packed Bed) để đảm bảo tiêu chuẩn biogas chạy máy phát điện với nồng độ $H_2S < 50$ ppm, $CH_4 \geq 85\%$, $CO \leq 2{,}0\%$.

Tái sử dụng bùn thải làm nguồn phân bón nhằm nâng cao giá trị của bùn thải khi đóng góp vào việc bù đắp hay giảm một phần chi phí xử lý nước thải và bùn thải, đồng thời góp phần bảo vệ môi trường, phát triển nông nghiệp hữu cơ, đáp ứng được nhu cầu cấp thiết về nông nghiệp hữu cơ cùng với thực phẩm hữu cơ trong bối cảnh yêu cầu về an toàn thực phẩm và bảo vệ môi trường ngày càng tăng.

Nhóm tác giả đã tập trung hướng đến sự phát triển bền vững, đảm bảo cân bằng giữa phát triển kinh tế, hiệu quả xã hội và bảo vệ môi trường. Đây là cách tiếp cận đặc biệt phù hợp với các nước đang phát triển, nơi có nhiều vấn đề nghiêm trọng về môi trường, tình trạng thiếu nhân lực và năng lượng. Thông qua lăng kính ứng phó với biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường, mô hình của nghiên cứu sẽ đem lại những lợi ích kép về kinh tế - xã hội.

Việc xử lý chất thải thu hồi khí sinh học, đi đôi với việc phát điện phục vụ sản xuất và tận dụng phế thải cuối cùng làm phân hữu cơ sinh học làm giàu cho đất canh tác nông nghiệp và cây công nghiệp ngắn ngày đang là một bài toán mới cần thiết đặt ra cho khu vực Tây Nguyên Việt Nam.

Xuất phát từ thực tế tại khu vực tây Nguyên và kết quả của 02 đề tài nghiên cứu cấp Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam và đề tài nghiên cứu cấp Nhà nước (2008 và 2016-2019) về phân hủy bùn yếm khí kết hợp làm sạch khí để phát điện và định hướng sản xuất phân hữu cơ sinh học, đề tài có sự tham gia tư vấn công nghệ từ phía Đại học quốc gia Đài Loan chúng tôi lựa chọn đề tài **"*Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ khí sinh học tiên tiến phát điện***

và sử dụng bùn thải sau khi lên men yếm khí để sản xuất phân bón hữu cơ phát triển nông nghiệp sạch tại Đắk Lắk" để xử lý môi trường, thu hồi năng lượng điện và sản xuất phân bón phát triển nông nghiệp góp phần vào sự phát triển và ổn định kinh tế khu vực Tây Nguyên là mục tiêu chính của đề tài này.

III. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU, ĐIỀU TRA KHẢO SÁT, TÍNH TOÁN VÀ TRANG THIẾT BỊ NGHIÊN CỨU ĐÃ SỬ DỤNG THỰC TẾ

3.1. Phương pháp kế thừa

Trong quá trình thực hiện đề tài nhóm nghiên cứu đã kế thừa và phát triển các thông tin liên quan đến lĩnh vực nghiên cứu từ các công trình nghiên cứu trước đây tại Việt Nam cũng như trên thế giới. Toàn bộ các dữ liệu khoa học không thể thiếu này sẽ được trình bày, lập luận và trích dẫn trong các chuyên đề, công bố và báo cáo tổng kết của đề tài.

3.2. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu thứ cấp được thu thập từ các trang thông tin điện tử của Ủy ban nhân dân, Chi cục thống kê, Sở tài nguyên và môi trường của các tỉnh. Các tài liệu đã thu thập được bao gồm: Thông tin về các doanh nghiệp đang hoạt động trên địa bàn tỉnh (lĩnh vực kinh doanh, công suất hoạt động…); niên giám thống kê của tỉnh trong các năm 2015, 2016, 2017, 2018; các báo cáo liên quan đến tình hình kinh tế, xã hội của các tỉnh.

3.3. Phương pháp chuyên gia

Nhóm nghiên cứu thực hiện đề tài tham khảo và trao đổi với những chuyên gia đầu ngành trong lĩnh vực nghiên cứu của đề tài nhằm củng cố kinh nghiệm và kế thừa kiến thức sâu rộng làm tăng khả năng thành công của đề tài.

3.4. Phương pháp tra cứu tài liệu

Toàn bộ tài liệu được sử dụng trong nghiên cứu đều được tra cứu thông qua hệ thống website và trang điện tử uy tín trong và ngoài nước như:

+ Thư viện số của của Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam với hàng trăm tạp chí và nhà xuất bản uy tín, trong đó hàng nghìn công trình nghiên cứu và đầu sách được cập nhật mới nhất về lĩnh vực nghiên cứu trên thế giới (http://elib.isivast.org.vn) mà nhóm nghiên cứu có thể tiếp cận được.

+ Thư viện số của Trường Đại học Quốc gia Đài Loan (http://www.lib.ntu.edu.tw/en), các trường đại học của cũng như các tạp chí uy tín trong nước.

3.5. Phương pháp lấy mẫu ngoài hiện trường

a. Lấy mẫu bùn

Các phương pháp sử dụng để lấy mẫu và bảo quản mẫu bùn dựa theo:

- TCVN 6663 - 13:2015. Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn nước, bùn nước thải và bùn liên quan.

- TCVN 6663 - 15:2004 - Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu bùn và trầm tích.

b. Lấy mẫu khí biogas

- Mẫu khí biogas được thu lại trong túi chứa mẫu chuyên dụng (túi Tedlar), để phân tích thành phần bằng máy sắc ký khí GC.

- Hàm lượng CH_4, H_2S, CO_2 và O_2 trong mẫu khí biogas tại túi chứa biogas thô và túi chứa biogas tinh được đo bằng thiết bị đo nhanh GFM 406 tại hiện trường.

c. Lấy mẫu bùn sau biogas và mẫu phân bón

Mẫu bùn được lấy theo tiêu chuẩn quốc gia TCVN 6663-133:2015 (ISO 5667-13:2011) về chất lượng nước – Lấy mẫu – Phần 13: Hướng dẫn lấy mẫu bùn. Mẫu

được lấy tại đầu ra của đường ống bơm, lấy lặp lại 3 lần, mẫu được để trong bình thủy tinh tối màu, có nút vặn kín. Mẫu được bảo quản và chuyển về phòng thí nghiệm. Tại phòng thí nghiệm mẫu được bảo quản trong tủ lạnh tại nhiệt độ 4^oC.

3.6. Phương pháp phân tích trong phòng thí nghiệm

- Phân tích mẫu bùn hữu cơ: pH, TOC, S_{TOC}, COD, S_{COD}, TS, VS, T-N, …

- Phân tích mẫu biogas: CH_4, CO_2, CO, H_2S, O_2

- Phân tích mẫu phân bón: Nito tổng số, Kali tổng số, Phospho tổng số, Acid humic, Acid Fulvic, $N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$

3.7. Phương pháp tính toán

- Đánh giá sự thay đổi lượng COD ($COD_{\%}$), S_{COD} ($COD_{\%}$), TOC ($TOC_{\%}$) trước và sau quá trình tiền xử lý bằng phương pháp siêu âm, ozon và sinh học cũng như sự thay đổi theo thời gian thực nghiệm.

- Tính toán hiệu quả kinh tế của đề tài: thu nhập ròng (NPV), suất thu lời nội tại (IRR), tỷ suất thu nhập/ chi phí (B/C), thời gian hoàn vốn nội bộ thông qua cơ sở của Thông tư 09/2018/TT-BKHĐT ngày 28/12/2018, Phụ lục III. Hướng dẫn lập báo cáo nghiên cứu khả thi của Dự án PPP với các bộ chỉ tiêu đánh giá hiệu quả kinh tế của dự án.

- Để thiết kế được mô hình nhóm nghiên cứu đã sử dụng một số phương pháp tính toán thiết kế theo các quy chuẩn như sau:

+ Giáo trình Ô nhiễm không khí và xử lý khí thải – tập 3 – Trần Ngọc Chấn

+ Giáo trình cơ sở Công nghệ xử lý khí thải – Trần Hồng Côn, Đồng Kim Loan

+ TCVN 7957:2008: Thoát nước - Mạng lưới và công trình bên ngoài - Tiêu chuẩn thiết kế.

+ TCVN 4513-1988: Cấp nước bên trong - Tiêu chuẩn thiết kế.

+ TCVN 6153:1996: Bình chịu áp lực - Yêu cầu kỹ thuật an toàn về lắp đặt, sử dụng, sửa chữa - Phương pháp thử.

+ TCVN 6154:1996: Bình chịu áp lực - Yêu cầu kỹ thuật an toàn về thiết kế, kết cấu, chế tạo - Phương pháp thử.

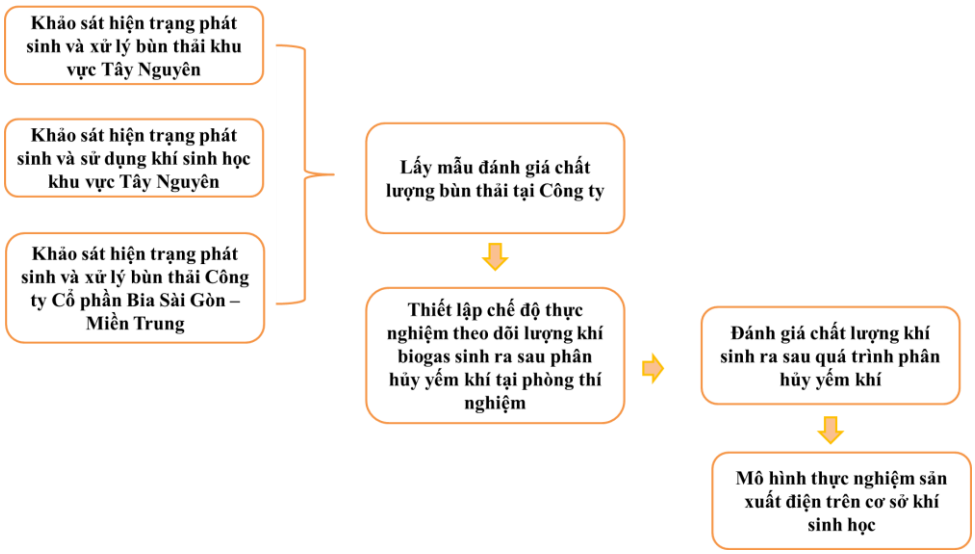
3.8. Phương pháp xử lý số liệu

Toàn bộ kết quả của quá trình thực nghiệm đều được lấy giá trị trung bình và có độ lặp lại 3 lần. Tất cả số liệu thu được trong quá trình thực hiện nghiên cứu này đều được xử lý bằng các hàm trong phần mềm Microsoft Excel như giá trị trung bình (Average); độ lệch chuẩn (STDEV) để lấy số liệu. Sai số phân tích đều nằm trong ngưỡng cho phép chuẩn của phương pháp.

IV. CÁC KẾT QUẢ, SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI

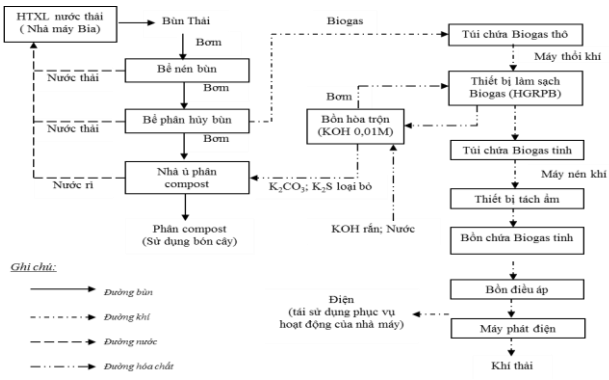
4.1. Kết quả của đề tài

Nhóm thực hiện đề tài đã khảo sát, đánh giá hiện trạng phát sinh bùn thải và sản xuất khí sinh học tại khu vực Tây Nguyên nói chung và Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn – Miền Trung nói riêng. Trên cơ sở đó, tiến hành lấy mẫu đánh giá chất lượng bùn thải phát sinh từ hệ thống xử lý nước thải, nghiên cứu thiết lập các chế độ thực nghiệm, đánh giá chất lượng khí sinh học sinh ra trong quá trình phân hủy kị khí tại phòng thí nghiệm. Từ đó, đưa ra mô hình công nghệ sản xuất điện trên cơ sở khí sinh học.

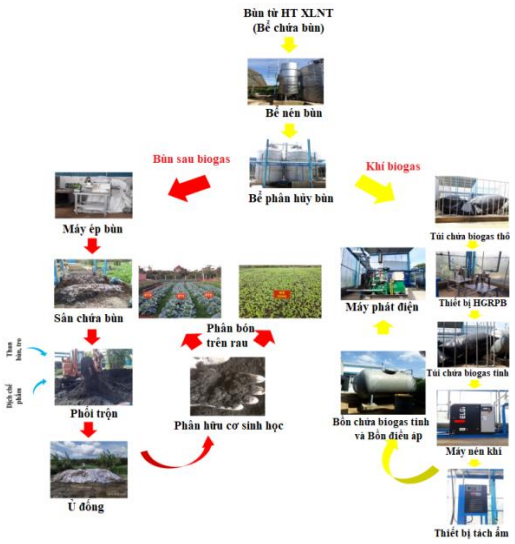


Hình 1. Quy trình đề xuất mô hình thực nghiệm

Dựa vào các tính toán, thiết kế nhóm nghiên cứu đã xây dựng và vận hành 01 mô hình về phân hủy bùn yếm khí thu hồi khí sinh học, phát điện và sản xuất phân hữu cơ sinh học quy mô 20 kW vận hành liên tục tự động cao



Hình 2. Dây chuyền công nghệ hệ mô hình



Hình 3. Mô hình phân hủy bùn yếm khí thu khí sinh học phát điện và sản xuất phân hữu cơ sinh học

Nhóm nghiên cứu đã xây dựng quy trình vận hành, bảo trì, bảo dưỡng, ứng phó với các sự cố đối với mô hình phân hủy bùn, thu hồi, làm sạch, lưu trữ, tách ẩm khí sinh học, sử dụng biogas cho máy phát điện.

Đối với thiết bị làm sạch khí sinh học HGRPB, các thông số vận hành được thiết lập nhằm đảm bảo tính hiệu quả tối đa trong việc loại bỏ các khí H_2S và CO như sau:

- Nồng độ dung dịch hấp thụ KOH = 0,01M
- Tốc độ quay của thiết bị: 1200 rpm
- Tốc độ dòng khí: 2,5 l/phút
- Tỷ lệ lưu lượng khí vào và lưu lượng dung dịch hấp thụ: $Q_K/Q_L = 29$

Chất lượng thành phần khí sau làm sạch với bộ thông số trên được trình bày trong Bảng 1. Bên cạnh đó, thành phần các khí NH_3, O_2, NO_x và SO_x tương đối ổn định, đạt giá trị trung bình lần lượt là 0,9; 0,1; 0,8 và 0,2%.

Bảng 1. Hiệu quả làm sạch khí biogas tại hệ mô hình

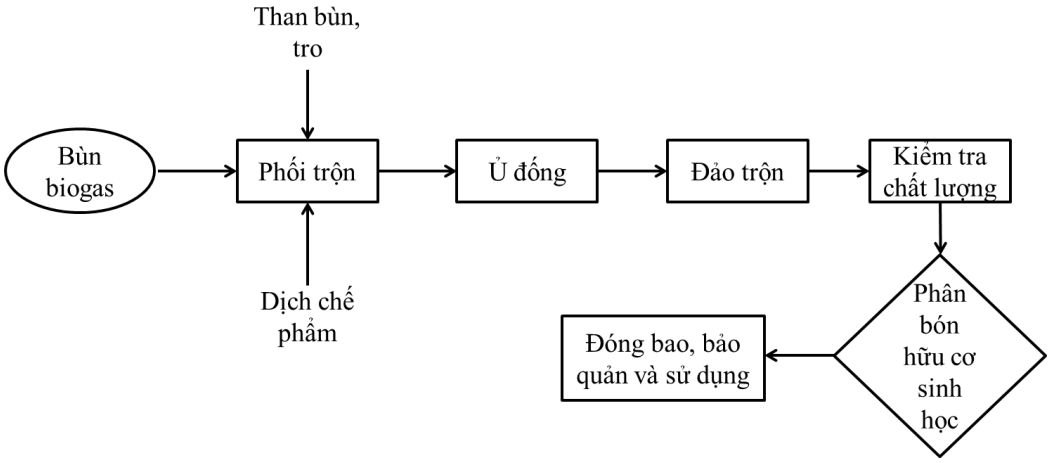
Thành phần khí	**Hàm lượng**		**Tiêu chuẩn đăng ký**
	Trước làm sạch	**Sau làm sạch**	
CH_4 (%)	55,2 ± 2,1	85,1 ±1,1	≥ 85
H_2S (ppm)	2471,7 ±333,6	46,5 ± 3,6	≤ 50
CO (%)	3,10 ± 0,80	2,0 ± 0,1	≤ 2,0
CO_2 (%)	39,4 ± 2,4	6,0 ± 0,3	

Đồng thời nhóm nghiên cứu cũng đã tiến hành lấy và gửi mẫu đối chứng đến Trung tâm Nghiên cứu và Ứng dụng công nghệ môi trường (VILAS 871) về thành phần khí biogas trước và sau làm sạch trong tháng 2 và tháng 6 năm 2020. Kết quả được trình bày trong Bảng 2:

Bảng 2. Kết quả kiểm nghiệm đối chứng chất lượng biogas trước và sau làm sạch

Thành phần khí	Tháng 02/2020		Tháng 06/2020		Tiêu chuẩn đăng ký
	Trước làm sạch	Sau làm sạch	Trước làm sạch	Sau làm sạch	
CH_4 (%)	57,4	87,6	69,7	89,2	≥ 85
H_2S (ppm)	2471,7	46,5	2353,2	< 0,002	≤ 50
CO (%)	3,7	0,9	2,52	1,60	≤ 2,0
CO_2 (%)	35,4	1,8	28,7	2,20	
O2 (%)	0,07	< 0,01	0,07	< 0,01	

Đề tài đã xây dựng quy trình sản xuất phân hữu cơ từ bùn thải đạt tiêu chuẩn theo Mục 3, phụ lục V, Nghị định 108/2017/NĐ-CP, ngày 20 tháng 9 năm 2017 của Chính phủ. Quy trình sản xuất phân được trình bày trong hình 4.



Hình 4. Quy trình sản xuất phân

Tỉ lệ nguyên vật liệu sử dụng sản xuất phân được thể hiện trong bảng 3.

Bảng 3. Nguyên liệu cần sử dụng cho một mẻ sản xuất, quy mô 100 tấn

Nguyên liệu	Yêu cầu chất lượng	Đơn vị	Khối lượng
Bùn thải	Bùn thải sau biogas tại các nhà máy bia áp dụng công nghệ sản xuất, có thông số tương tự như công nghệ sản xuất của công ty Bia Sài Gòn	m^3	100

Tro (từ mùn cưa, vỏ trấu), than bùn	Độ ẩm nhỏ hơn 30%, hàm lượng chất hữu cơ đạt trên 15%, kích thước nhỏ hơn 5mm	Tấn	24
Chế phẩm BIO EM (hoặc chế phẩm khác có chất lượng tương đương)	Mật độ các chủng đạt $\geq 10^8$ CFU/g	Kg	20
Vôi bột	$CaCO_3 \geq 50\%$	%	0,2-0,5
Rỉ đường	Hàm lượng đường (Sucroza, Glucoza, Fructoza) ≥ 35%	Lít	100

Đề tài đã sản xuất phân bón hữu cơ từ bùn sau biogas quy mô 100 tấn. Chất lượng phân bón hữu cơ được phân tích và trình bày trong Bảng 4. Mẫu phân bón này cũng được kiểm định tại đơn vị có chức năng (Vinacert-Control). Số liệu phân tích cho thấy chỉ tiêu hàm lượng hữu cơ trên 20%, đặc biệt các kim loại nặng hầu như không phát hiện có trong mẫu thành phẩm, mặc dù nguồn bùn trước xử lý có chứa hàm lượng nhất định. Như vậy, phân hữu cơ sản xuất từ bùn sau biogas có chất lượng đáp ứng yêu cầu của quy định về phân bón theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP, Nghị định 84/2019/ NĐ - CP và QCVN 01-189:2019.

Bảng 4. Chất lượng phân bón hữu cơ sản xuất từ bùn thải sau biogas của nghiên cứu

TT	**Chỉ tiêu phân tích**	**Đơn vị**	**Kết quả**		**Yêu cầu của Nghị định 108/2017/NĐ-CP**	**Yêu cầu của Nghị định 84/2019/ NĐ - CP và QCVN 01-189:2019**
			Phân tích	**Đối chứng**		
1	Hàm lượng hữu cơ	%	25,35±3,52	25,37	≥20	≥15
2	Độ ẩm	%	25,12±2,03	7,07	≤30	-
3	pH H_2O		7,5±0,4	7,95	≥ 5	-
4	Tỉ lệ C/N	-	10,4±1,21	6,11	≤12	-
5	Axit humic	%	3,1±0,6		Tổng axithumic và axit fulvic ≥2	Tổng axit humic và axit fulvic ≥2
6	Axit fulvic	%	1,7±0,5			

7	Arsen - As	mg/kg	KPH	KPH	≤10,0	≤10,0
8	Thủy ngân - Hg	mg/kg	KPH	KPH	≤2,0	≤2,0
9	Chì - Pb	mg/kg	KPH	KPH	≤200,0	≤200,0
10	Cadimi – Cd	mg/kg	KPH	KPH	≤5,0	≤5,0
11	Coliform	MPN/g	KPH		≤1,1 x 10^3	-
12	Ecoli	MPN/g	KPH	KPH	≤1,1 x 10^3	≤1,1 x 10^3
13	Salmonella	MPN/g	KPH	KPH	Kph hoặc âm tính	Kph hoặc âm tính

Nhóm nghiên cứu đã thiết lập quy trình sử dụng phân hữu cơ từ bùn thải sau biogas đối với rau ăn lá (cải xanh), rau ăn quả (đậu cove), rau ăn củ (su hào), kết quả thử nghiệm được chỉ rõ trong hình 5 và 6.

Hình 5. Kết quả về thử nghiệm trên đối tượng và su hào

Hình 6. Kết quả về thử nghiệm trên đối tượng rau cải

Bên cạnh đó, để đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống, nhóm nghiên cứu đã xây dựng định mức kinh tế - kỹ thuật của hệ thống, từ đó đánh giá khả năng nhân rộng của mô hình với:

- Chi phí đầu tư ban đầu: $C_{đt}$ = 3.485.909.000 đồng
- Chi phí vận hành mỗi năm: C_{vh} = 2.321.400.000 đồng
- Chi phí sản xuất phân mỗi năm: C_{sx} = 719.429.600 đồng
- Giá trị phân bón và điện năng thu được: B = 4.965.283.610 đồng

Tính toán hiệu quả kinh tế mà mô hình đem lại có thể thấy sau 2 năm dự án hoàn toàn thu được số vốn đã bỏ ra và có hiệu quả kinh tế.

Có thể nói, mô hình không chỉ đem lại hiệu quả về mặt kinh tế mà còn góp phần giảm thiểu các tác động về mặt môi trường, hoàn toàn có khả năng nhân rộng trong tương lai.

Đề tài cũng đã tiến hành soạn thảo tài liệu hướng dẫn vận hành cho hệ thống nghiên cứu, đào tạo 3 cán bộ vận hành của Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn – Miền Trung, xây dựng 02 giáo trình (giáo trình vận hành mô hình phân hủy bùn yếm khí thu hồi khí sinh học phát điện quy mô 20 kW và giáo trình sản xuất phân bón và thực nghiệm trên cây rau) và tổ chức tập huấn, thực hành để chuyển giao cho đơn vị tiếp nhận.

Với những kết quả nghiên cứu nổi trội về phân hủy bùn yếm khí, làm sạch khí sinh học phát điện và sản xuất phân bón hữu cơ phục vụ phát triển nông nghiệp, đề tài đã được quảng bá sâu rộng trên các kênh truyền thông như: đưa tin trên đài Phát thanh và Truyền hình tỉnh Đắk Lắk; trên website của Bộ Tài nguyên và Môi trường, Bộ Công thương, Bộ Khoa học và Công nghệ, Cục Sở hữu trí tuệ, Liên hiệp các Hội Khoa học và Kỹ thuật Việt Nam; trên các báo điện tử như Vnexpress, báo Khoa học và Phát triển, báo điện tử tỉnh Hà Nam, Thái Bình, tạp chí điện tử Công nghệ môi trường, báo Khoa học và Đời sống và được Quảng bá tại Triển lãm Techdomo 2019 tại tỉnh Gia Lai.

Nghiên cứu đã đào tạo 02 thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật môi trường, hỗ trợ đào tạo 01 nghiên cứu sinh. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đã đào tạo thực tập tốt

nghiệp 15 sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật môi trường, trường Đại học Bách khoa Đà Nẵng.

Sau quá trình nghiên cứu thử nghiệm và vận hành ổn định, nhóm thực hiện đề tài đã tiến hành nghiệm thu mô hình tại Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn – Miền Trung, với sự có mặt của đại diện nhóm thực hiện đề tài, Ban chủ nhiệm chương trình Tây Nguyên 2016 - 2020, Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn - Miền Trung, Sở Khoa học Công nghệ Đắk Lắk. Sau khi tiến hành bàn bạc, thảo luận nhóm thực hiện đề tài đã tiến hành kí biên bản chuyển giao công nghệ cho đơn vị tiếp nhận.

4.2. Các sản phẩm của đề tài

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
A	**Sản phẩm dạng I: Mẫu (*model, maket);* Sản phẩm *(là hàng hoá, có thể được tiêu thụ trên thị trường);* Vật liệu; Thiết bị, máy móc; Dây chuyền công nghệ; Giống cây trồng; Giống vật nuôi và các loại khác;**			
1	Mô hình 1: Mô hình về phân hủy bùn yếm khí thu hồi khí sinh học, phát điện quy mô 20 kW vận hành liên tục tự động cao	01 Mô hình với quy mô 20 kW vận hành liên tục tự động cao	01 Mô hình với quy mô 20 kW vận hành liên tục tự động cao	Được HĐKH Viện Công nghệ môi trường thẩm định theo Quyết định số 350/QĐ-VCNMT ngày 22/9/2020 và nghiệm thu hiện trường theo quyết định 411/QĐ-VCNMT ngày 04/11/2020
2	Mô hình 2: Mô hình sản xuất phân hữu cơ sinh học đảm bảo theo tiêu chuẩn tại Nghị định 108/2017/NĐ-CP của Chính Phủ, ngày 20/9/2017	Chất lượng phân sản xuất đảm bảo theo tiêu chuẩn tại Nghị định 108/2017/NĐ-CP của Chính Phủ, ngày 20/9/2017	Chất lượng phân sản xuất đảm bảo theo tiêu chuẩn tại Nghị định 108/2017/NĐ-CP của Chính Phủ, ngày 20/9/2017, Nghị định 84/2019/ NĐ - CP ngày 14/11/2019 và QCVN 01-189:2019	Được HĐKH Viện Công nghệ môi trường thẩm định theo Quyết định số 350/QĐ-VCNMT ngày 22/9/2020 và nghiệm thu hiện trường theo quyết định 411/QĐ-VCNMT ngày 04/11/2020
3	Dây chuyền thiết bị sản xuất điện từ khí sinh học	Dây chuyền phải đồng bộ và mang tính tự động cao và đảm bảo các quy chuẩn hiện hành	Dây chuyền phải đồng bộ và mang tính tự động cao và đảm bảo các quy chuẩn hiện hành	Được HĐKH Viện Công nghệ môi trường thẩm định theo Quyết định số 350/QĐ-VCNMT ngày 22/9/2020 và nghiệm thu hiện trường theo quyết định 411/QĐ-VCNMT ngày 04/11/2020
4	Phân bón hữu cơ đạt tiêu chuẩn theo Mục 3, phụ lục V, Nghị định 108/2017/NĐ-CP, ngày 20 tháng 9 năm 2017 của Chính phủ.	Hàm lượng hữu cơ $\geq$ 20%, độ ẩm $\leq$ 30%; tỉ lệ C/N $\leq$ 12%; $pH_{H2O} \geq 5$	Hàm lượng hữu cơ $\geq$ 20%, độ ẩm $\leq$ 30%; tỉ lệ C/N $\leq$ 12%; $pH_{H2O} \geq 5$	100 tấn phân bón hữu cơ sản xuất từ bùn sau biogas, đảm bảo chất lượng đã đăng ký theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP, Nghị định 84/2019/ NĐ - CP và QCVN 01-189:2019.
B	**Sản phẩm dạng II: Nguyên lý ứng dụng; Phương pháp; Tiêu chuẩn; Quy phạm; Phần mềm máy tính; Bản vẽ thiết kế; Quy trình công nghệ; Sơ đồ, bản đồ; Số liệu, Cơ sở dữ liệu; Báo cáo phân tích; Tài liệu dự báo (phương pháp, quy trình, mô hình,...); Đề án, qui hoạch;**			

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
	Luận chứng kinh tế-kỹ thuật, Báo cáo nghiên cứu khả thi và các sản phẩm khác			
1	Số liệu về khảo sát, đánh giá hiện trạng sản xuất khí sinh học tại Tây Nguyên	Số liệu đánh giá hiện trạng sản xuất khí sinh học tại Tây Nguyên phải bám sát nội dung, chính xác và có độ tin cậy.	Số liệu đánh giá hiện trạng sản xuất khí sinh học tại Tây Nguyên phải bám sát nội dung, chính xác và có độ tin cậy.	
2	Báo cáo: Khảo sát, tính toán, thiết kế và đề xuất mô hình nghiên cứu thực nghiệm, tại Đắk Lắk.	01 báo cáo chi tiết về tính toán thiết kế hệ mô hình nghiên cứu thực nghiệm thu khí sinh học phát điện tại Đắk Lắk.	01 báo cáo chi tiết về tính toán thiết kế hệ mô hình nghiên cứu thực nghiệm thu khí sinh học phát điện tại Đắk Lắk.	
3	Quy trình công nghệ xử lý khí sinh học đạt tiêu chuẩn làm nhiên liệu phát điện: tiêu chuẩn biogas theo Châu Âu theo thông số CH_4, CO, H_2S	Chất lượng khí biogas sau làm sạch đảm bảo tiêu chuẩn làm nhiên liệu phát điện: tiêu chuẩn biogas theo Châu Âu: $CH_4 \geq 85\%$, CO ≤ 2%, $H_2S \leq 50ppm$	Chất lượng khí biogas sau làm sạch đảm bảo tiêu chuẩn làm nhiên liệu phát điện: tiêu chuẩn biogas theo Châu Âu: $CH_4 \geq 85\%$, CO ≤ 2%, $H_2S \leq 50ppm$	Được HĐKH Viện Công nghệ môi trường thẩm định theo Quyết định số 351/QĐ-VCNMT ngày 22/9/2020
4	Xây dựng quy trình sản xuất phân hữu cơ sinh học đạt quy chuẩn theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP ngày 20/9/2017 của Chính Phủ	Quy trình sản xuất phân hữu cơ sinh học đạt quy chuẩn theo Nghị định 108/2018/NĐ-CP ngày 20/9/2017 của Chính phủ về Quản lý phân bón	Quy trình sản xuất phân hữu cơ sinh học đạt quy chuẩn theo Nghị định 108/2018/NĐ-CP ngày 20/9/2017 của Chính phủ về Quản lý phân bón; Nghị định 84/2019/ NĐ - CP ngày 14/11/2019 về Quản lý phân bón và QCVN 01-189:2019: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về Chất lượng phân bón	Được KĐKH Viện Môi trường nông nghiệp thẩm định theo Quyết định số 358/QĐ-MTNN-KH ngày 15 tháng 6 năm 2020
5	Đào tạo cán bộ vận hành và quảng bá sản phẩm và chuẩn bị các bước chuyển giao cho đơn vị tiếp nhận	- Xây dựng 01 giáo trình về vận hành mô hình về phân hủy yếm khí, thu hồi khí sinh học, phát điện. - Xây dựng 01 giáo trình về sản xuất phân bón và thực nghiệm trên cây rau.	- Xây dựng 01 giáo trình về vận hành mô hình về phân hủy yếm khí, thu hồi khí sinh học, phát điện. - Xây dựng 01 giáo trình về sản xuất phân bón và thực nghiệm trên cây rau.	Được HĐKH Viện Công nghệ môi trường thẩm định theo Quyết định số 349/QĐ-VCNMT ngày 22/9/2020
6	Số liệu, cơ sở dữ liệu	Nhật ký công tác, nhật ký thí nghiệm - Bộ phiếu kết quả thử nghiệm	Nhật ký công tác, nhật ký thí nghiệm - Bộ phiếu kết quả thử nghiệm	
7	Các báo cáo	Báo cáo tổng kết và báo cáo tóm tắt đề tài	Báo cáo tổng kết và báo cáo tóm tắt đề tài	

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
C	**Dạng III: Bài báo; Sách chuyên khảo; và các sản phẩm khác**			
1	Bài báo quốc tế	01 bài báo thuộc nội dung đề tài đăng tạp chí quốc tế	Bài báo thuộc nội dung đề tài được chấp nhận đăng trên tạp chí quốc tế: Lien Thi Tran, Tuan Minh Le, Tuan Minh Nguyen, Quoc Toan Tran, Xuan Duy Le, Minh Quan Pham, Van Tan Lam, and Manh Van Do*. *Simultaneous Removal Efficiency of H_2S and CO_2 By High Gravity Rotating Packed Bed: Experiments and Simulation.* OPENCHEM-D-20-00189R1. Accepted Nov 26, (2020). *Open Chemistry*.	
2	Bài báo trong nước	02 bài báo thuộc nội dung đề tài được đăng trên Tạp chí KH trong nước	06 bài báo thuộc nội dung đề tài được đăng trên Tạp chí KH trong nước (trong đó có 05 bài báo được đăng và 01 bài báo được chấp nhận đăng): 1. Đỗ Văn Mạnh, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Tuấn Minh, Lê Minh Tuấn, Lương Hữu Thành, 2019, *Công nghệ sản xuất điện và phân bón từ chất thải cho khu vực Tây Nguyên*, Tạp chí phân tích Hóa, lý và sinh học, (24), 130 – 135. 2. Trần Thị Liên, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Viết Thoàn, Trương Thị Hòa, Lê Minh Tuấn, Nguyễn Tuấn Minh, Đỗ Văn Mạnh, 2019. *Nghiên cứu đánh giá khả năng loại bỏ Hydro Sulfua và Cacbon Dioxit trong biogas bằng dung dịch hấp thụ Bari hydroxit*, Tạp chí phân tích	Vượt 4 bài báo so với đăng kí

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
			Hóa, Lý và Sinh học (24), 139 – 144. 3. Đỗ Văn Mạnh, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Tuấn Minh, Trần Công Hải, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, 2020. *So sánh hiệu quả làm sạch khí biogas bằng kỹ thuật ly tâm tốc độ cao, sử dụng dung dịch hấp thụ khác nhau*, Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học (25), 163 – 169. 4. Đỗ Văn Mạnh, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Tuấn Minh, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, 2020. *Nghiên cứu hiện trạng thu hồi và sử dụng khí sinh học từ nước thải chế biến tinh bột sắn tại khu vực Tây Nguyên*, Tạp chí phân tích Hóa, lý và sinh học (25), (79 - 83). 5. Vũ Thúy Nga, Lương Hữu Thành, Nguyễn Thị Thu, Đàm Thị Huyền, Đàm Trọng Anh, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Hứa Thị Sơn, Nguyễn Kiều Băng Tâm, Đỗ Văn Mạnh, 2020. *Nghiên cứu xử lý bùn thải của nhà máy sản xuất bia làm phân bón hữu cơ,* Tạp chí Khoa học Công nghệ nông nghiệp Việt Nam (4), 120 - 126. 6. Lương Hữu Thành, Vũ Thúy Nga, Đàm Trọng Anh, Nguyễn Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thị Thu, Đàm Thị Huyền, Hứa Thị Sơn, Vũ Tiến Đức, Nguyễn Tuấn Minh, Đỗ Văn Mạnh, 2020. *Nghiên cứu ảnh*	

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
			hưởng của phân hữu cơ từ bùn sau hệ thống Biogas đến đất trồng rau tại Đắk Lắk, Tạp chí Khoa học Công nghệ nông nghiệp Việt Nam, ISSN 1859 – 1558 (Chấp nhận đăng số 1232/KHNN-TTĐT ngày 25 tháng 12 năm 2020)	
D	**Đào tạo**			
1	Thạc sỹ	02 thạc sỹ có nội dung luận văn tốt nghiệp nằm trong nội dung đề tài	02 thạc sỹ đã được cấp bằng: ThS. Nguyễn Viết Thoàn (Đại Học Đà Nẵng) và ThS. Tôn Nữ Thị Phương Vi (Học viện Khoa học và Công nghệ)	
2	Tiến sỹ	Hỗ trợ đào tạo 01 tiến sĩ	Hỗ trợ đào tạo 01 tiến sỹ đối với nghiên cứu sinh Trần Thị Liên (Học viện Khoa học và Công nghệ)	
E	**Sản phẩm ngoài đăng ký**			
1	Sách quốc tế		01 chương trong sách quốc tế: Chapter 10: "*Assisted Pretreatment Agents Enhancing Yield of Organic Degradation and Biogas Recovery*" of New Ideas Concerning Science and Technology vol 2, Book Publisher International Print ISBN: 978-93-90431-93-9, eBook ISBN: 978-93-90431-94-6	
2	04 bài báo trong nước		- Trần Thị Liên, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Viết Thoàn, Trương Thị Hòa, Lê Minh Tuấn, Nguyễn Tuấn Minh, Đỗ Văn Mạnh, 2019. *Nghiên cứu đánh giá khả năng loại*	

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
			bỏ Hydro Sulfua và Cacbon Dioxit trong biogas bằng dung dịch hấp thụ Bari hydroxit, Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học (24), 139 – 144. - Đỗ Văn Mạnh, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Tuấn Minh, Trần Công Hải, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, 2020. *So sánh hiệu quả làm sạch khí biogas bằng kỹ thuật ly tâm tốc độ cao, sử dụng dung dịch hấp thụ khác nhau*, Tạp chí phân tích Hóa, Lý và Sinh học (25), 163 – 169. - Đỗ Văn Mạnh, Lê Xuân Thanh Thảo, Nguyễn Tuấn Minh, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, 2020. *Nghiên cứu hiện trạng thu hồi và sử dụng khí sinh học từ nước thải chế biến tinh bột sắn tại khu vực Tây Nguyên*, Tạp chí phân tích Hóa, lý và sinh học (25), (79 - 83).	
3	Sách tham khảo		Xuất bản 02 bộ sách tham khảo: + Đỗ Văn Mạnh, Trịnh Văn Tuyên, Đỗ Tuấn Anh, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, Nguyễn Tuấn Minh, *Công nghệ xử lý kị khí*, 2018, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ. + Đỗ Văn Mạnh, Trịnh Văn Tuyên, Lê Xuân Thanh Thảo, Lê Minh Tuấn, Trần Thị Liên, Nguyễn Tuấn Minh, *Kỹ thuật tiền xử lý bùn, phân hủy yếm khí, làm sạch khí biogas và*	Đã được công nhận sách phục vụ đào tạo tại khoa Công nghệ môi trường, Học viện Khoa học Công nghệ theo Quyết định số 520/QĐ-HVKHCN ngày 24/6/2019

STT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
			phát điện, 2018, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ.	
4	Giải pháp hữu ích		+ Bằng độc quyền Giải pháp hữu ích: *Quy trình xử lý bùn thải hữu cơ để sản xuất khí sinh học và phân hữu cơ sinh học*, số 2538 theo quyết định 17742w/QĐ-SHTT ngày 13/11/2020 cấp bởi Cục Sở hữu trí tuệ. + Chấp nhận đơn hợp lệ giải pháp hữu ích: *Quy trình làm sạch khí sinh học bằng thiết bị ly tâm tốc độ cao với dung dịch KOH*, số đơn 2-2018-00409 theo quyết định số 12901/QĐ-SHTT của Cục Sở hữu trí tuệ.	
5	Độc quyền sáng chế		+ Chấp nhận đơn hợp lệ về sáng chế độc quyền: *Thiết bị làm sạch khí sinh học và hệ thống làm sạch khí sinh học bao gồm thiết bị này*, số đơn: 1-2020-03676 theo quyết định số 9530w/QĐ-SHTT ngày 10/07/2020 của Cục Sở hữu trí tuệ.	
6	Đào tạo		Đào tạo thực tập tốt nghiệp cho 15 sinh viên chuyên ngành Kỹ thuật môi trường, trường Đại học Bách Khoa Đà Nẵng.	
7	Giải thưởng: *The Hitachi Global Foundation Asia Innovation Award 2020*			
8	Tham gia sự kiện Gia Lai Techdemo 2019			

V. TÁC ĐỘNG ĐỐI VỚI KINH TẾ XÃ HỘI VÀ MÔI TRƯỜNG

Quá trình phân hủy yếm khí không những góp phần làm giảm thiểu mùi phát sinh, giảm chi phí và diện tích xử lý mà còn đóng góp phần quan trọng trong việc giảm thiểu sự phát thải khí nhà kính như CH_4, CO_2,…

Giải pháp tận dụng bùn sau biogas để làm phân hữu cơ được xem là một giải pháp thân thiện với môi trường. Không những góp phần giảm đi chi phí vận chuyển, xử lý bùn mà còn tạo ra một sản phẩm có ích phục vụ cho hoạt động nông nghiệp, không chứa các chất độc hại. Lợi nhuận thu được từ việc sử dụng điện năng, bán sản phẩm thứ cấp như phân compost là điều không thể phủ nhận.

Nhờ vào thỏa thuận Paris mà Việt Nam đã ký kết trong chương trình chống biến đổi khí hậu, nhóm nghiên cứu tin rằng các dự án trong tương lai sẽ được hưởng lợi từ chính sách khích lệ trong xử lý chất thải, làm sạch môi trường để tái sinh năng lượng (thuế nhập khẩu thiết bị, thuế bán sản phẩm….), đây cũng là cơ sở để nhóm nghiên cứu có thể đánh giá khả năng nhân rộng mô hình của dự án trong tương lai.

VI. KẾT LUẬN

Từ những kết quả thu được trong các nội dung nghiên cứu, nhóm thực hiện đề tài *"Nghiên cứu phát triển và ứng dụng công nghệ khí sinh học tiên tiến phát điện và sử dụng bùn thải sau khi lên men yếm khí để sản xuất phân bón hữu cơ phát triển nông nghiệp sạch tại Đắk Lắk"* đã rút ra các kết luận như sau:

- Nghiên cứu đã đánh giá thực trạng và tiềm năng sản xuất khí sinh học tại khu vực 5 tỉnh Tây Nguyên, phần lớn bùn thải phát sinh trong hoạt động sản xuất của doanh nghiệp chưa được tận dụng hiệu quả, đa phần được xử lý bằng hình thức chôn lấp, thiêu đốt và đưa đi xử lý gây tốn kém và có nguy cơ gây ô nhiễm môi trường.

- Toàn bộ lượng khí sinh học chưa được làm sạch, sử dụng để sấy nguyên liệu, sản phẩm và đốt bỏ. Hiện trạng này đã gây lãng phí lớn do hệ thống chứa khí và pép đốt nhanh bị ăn mòn dẫn tới tuổi thọ của động cơ ngắn.

- Kết quả khảo sát về số lượng và thành phần bùn thải tại Công ty Cổ phần Bia Sài Gòn-Miền Trung hoàn toàn phù hợp cho việc ứng dụng công nghệ khí sinh học tiến tiến để phát điện và sản xuất phân hữu cơ với công suất xử lý 20 m^3 bùn/ngày, phát điện ở 20 kWh.

- Nghiên cứu đã tiến hành tính toán, thiết kế, xây dựng và lắp đặt 01 mô hình xử lý khép kín cho bùn thải ở quy mô 15 m^3 bùn/ngày, công suất phát điện 20 kW vận hành liên tục tự động cao. Mô hình đã đáp ứng và xử lý được toàn bộ lượng bùn thải ra hàng ngày tại doanh nghiệp, lượng điện tạo ra được sử dụng cho vận hành hệ thống. Nhóm nghiên cứu đã thiết lập được chế độ vận hành thích hợp cho các hạng mục kỹ thuật trong mô hình ở cả 2 chế độ bằng tay và tự động. Hai (02) tài liệu hướng dẫn vận hành hệ thống đã được biên soạn và 03 cán bộ tại nhà máy được đào tạo để vận hành và kiểm soát toàn bộ hệ thống.

- Nhóm nghiên cứu đã thành công trong việc chế tạo và nội địa hoá hoàn toàn 02 thiết bị làm sạch khí ly tâm tốc độ cao (HGRPB) và xây dựng được quy trình hệ làm sạch biogas sử dụng dung dịch hấp thụ KOH đảm bảo chất lượng làm nhiên liệu phát điện theo tiêu chuẩn Châu Âu (biogas sau khi làm sạch là: CH_4: 87,6 - 89,2%; H_2S < 50 ppm; CO: 0,9 - 1,6%) với những thông số vận hành cho quy trình như: pH_{KOH} = 11; Q_G = 2,5 l/phút; Q_G/Q_L = 29 và ω = 1200 rpm) phù hợp với điều kiện của Việt Nam.

- Nhóm nghiên cứu đã tạo ra trên 100 tấn phân hữu cơ từ lượng bùn sau quá trình phân huỷ yếm khí với các thông số đạt và vượt theo quy định theo Nghị định 108/2017/NĐ-CP, ngày 20/09/2017; Nghị định 84/2019/NĐ-CP, ngày 14/11/2019 và QCVN 01-189:2019/BNNPTNT. Sản phẩm phân bón hữu cơ được bón cho cây

trồng đã giúp cho việc cải tạo đất, làm cho đất có độ tơi xốp cao, năng suất cây trồng được nâng lên và chất lượng nông sản được thể hiện rõ rệt.

- Đã xây dựng 03 quy trình sử dụng phân hữu cơ phù hợp cho 03 loại rau ăn lá, ăn quả và ăn củ. Kết quả thử nghiệm phân tạo ra từ nghiên cứu trên 04 đối tượng rau như su hào, rau cải, rau muống và đậu cove tại 03 địa điểm khác nhau tại địa bàn tỉnh Đắk Lắk đã cho những kết quả rất tích cực thông qua đánh giá của người sử dụng.

- Sau khi hoàn thiện toàn bộ các nội dung nghiên cứu, nghiên cứu đã tính toán được hiệu quả kinh tế và khả năng nhân rộng của mô hình. Với NPV = 140.006.713,3 đồng > 0, tỉ số thu chi B/C = 1,02 > 1 và IRR = 23% > 12% cho thấy dự án có đem lại hiệu quả kinh tế và khả năng hoàn vốn. Hơn nữa, với lợi ích về khía cạnh môi trường và thu hồi giá trị kinh tế từ chất thải cho thấy mô hình hoàn toàn có khả năng nhân rộng và mở rộng quy mô tại các nhà máy trong tương lai.

- Nghiên cứu cũng đã góp phần giải quyết khía cạnh khoa học từ lý luận đến thực tiễn. Điều này đã được chứng minh qua 01 bài báo khoa học quốc tế; 07 bài báo khoa học đăng trên các tạp chí trong nước; 02 cuốn sách; 01 bằng độc quyền giải pháp hữu ích; 01 giải pháp hữu ích, 01 sáng chế được Cục Sở hữu Trí tuệ chấp nhận đơn hợp lệ và đang trong quá trình hoàn thiện. Đây là những nguồn dữ liệu, tài liệu khoa học quý báu nên được sử dụng trong giảng dạy, nghiên cứu, bảo vệ môi trường và phát triển kinh tế - xã hội. Đặc biệt, từ ý tưởng, các kết quả thực nghiệm và công bố của đề tài đã được Hội đồng Giải thưởng Hitachi toàn cầu về đổi mới Sáng tạo Châu Á 2020 (The Hitachi Global Foundation Asia Innovation Award 2020) chấm Giải nhất và được bình chọn Top 10 Sự kiện Khoa học và Công nghệ nổi bật năm 2020.

- Ban chủ nhiệm đề tài cùng với lãnh đạo đơn vị chủ trì và Ban chủ nhiệm Chương trình Tây Nguyên 2016 - 2020 đã hoàn thành việc ký kết, chuyển giao dây

chuyển công nghệ cho Ban lãnh đạo Công ty Bia Sài Gòn - Miền Trung. Công nghệ này áp dụng vào thực tế rất phù hợp với xu thế số hóa, thông qua quy trình vận hành tự động, tiết kiệm năng lượng và tạo ra năng lượng sạch từ rác thải, cụ thể trên ba khía cạnh: môi trường, năng lượng và nông nghiệp xanh.Đây là cột mốc quan trọng đánh dấu sự hoàn thiện của nghiên cứu, hướng tới mục tiêu phát triển bền vững.

VII. KIẾN NGHỊ

- Mô hình đã góp phần giải quyết được bài toán về năng lượng, môi trường trong phát triển kinh tế với việc coi chất thải là tài nguyên từ đó tạo ra chuỗi giá trị cho chất thải; tạo mô hình cho phát triển kinh tế tuần hoàn; tạo chuỗi giá trị cao hơn cho các sản phẩm nông nghiệp góp phần phát triển nông nghiệp sạch; Giảm chi phí xử lý chất thải; Giảm phát thải khí nhà kính. Đây là những minh chứng cho sự phát triển bền vững ở quốc gia vốn có tỷ trọng nông nghiệp cao như Việt Nam. Do đó, các địa phương nên mạnh dạn học hỏi, triển khai mô hình này cho phù hợp với thực tế.

- Ngoài khía cạnh về môi trường, mô hình nghiên cứu này còn có sự kết hợp chặt chẽ, chuyên sâu về thiết bị, quá trình hóa học và sinh học với tính ứng dụng cao rất phù hợp với xu thế số hóa, thông qua quy trình vận hành tự động, tiết kiệm năng lượng và tạo ra năng lượng sạch; xem bảo vệ môi trường là trung tâm của sự phát triển kinh tế - xã hội theo đúng chủ trương, đường lối đổi mới trong các Nghị quyết, Chỉ thị của Đảng và Nhà nước. Do đó, kính đề nghị cơ quan quản lý về chính sách cần có những giải pháp hỗ trợ, khuyến khích để thúc đẩy phát triển mô hình này từ đề tài nghiên cứu thành mô hình cấp vùng hoặc quy mô nghiệp.

- Nên có chính sách khuyến khích hơn nữa các nghiên cứu theo hướng phát triển kinh tế xanh và tuần hoàn. Đồng thời tiếp tục hoàn thiện nghiên cứu theo hướng ứng dụng công nghệ thông tin vào điều khiển hệ thống như Internet vạn vật (IoT).

- Tiếp tục hỗ trợ kinh phí cho nhóm nghiên cứu để nghiên cứu khảo nghiệm sản phẩm phân bón để đưa ra thị trường tiêu thụ.