สัญญาเลขที่ R2555C080

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้า
ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

Study of biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University

คณะผู้วิจัย สังกัด

1. ดร.สหัถยา ทองสาร สังกัด วิทยาลัยพลังงานทดแทน
2. ดร.บงกช ประสิทธิ์ สังกัด วิทยาลัยพลังงานทดแทน

สนับสนุนโดยเงินงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร
ประจำปีงบประมาณ 2555

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปีงบประมาณ 2555 คณะผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณอย่างยิ่ง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนงานวิจัยอย่างต่อเนื่องจริงจังมาโดยตลอด และขอขอบคุณคณะนักวิจัยทุกท่าน เจ้าหน้าที่ของวิทยาลัยพลังงานทดแทน นิสิตนักศึกษา นักศึกษาฝึกงาน ทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย
กรกฎาคม 2556

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร และเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหารในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมมีประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันถ้าสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี และจากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

Abstract

Biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University which is to manage the waste properly and systematically. To encourage the production of energy within the university community and also as a model for the collection. Including the management of food waste and other organic waste. That can be used to produce energy to continue. The objective was to evaluate the potential energy in the production of biogas from animal waste, food waste and organic waste in the Naresuan University area. Evaluation of the potential energy in the production of biogas from animal manure and food waste in the Naresuan University area. The result of this research were shown that the raw materials were only to adopt biogas 2,000 liters, the overview of food waste about 500 kg/day that you used to produce energy in the form of biogas to produce thermal energy by more than 25 m^3/year which can be used to produce energy in the form of electricity was 400 kWh/year. Thermal energy in the form of approximately 525 MJ/year.

สารบัญ

		หน้า
กิตติกรรมประกาศ		I
บทคัดย่อ		II
สารบัญ		III
สารบัญรูป		IV
รายการสัญลักษณ์		V
Executive Summary		VI
บทที่		
บทที่ 1	บทนำ	1
	- ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	1
	- วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
	- ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
	- กรอบแนวคิดโครงการวิจัย	2
	- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	- แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย	3
	- วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	3
บทที่ 2	ทฤษฎี และกรอบแนวคิดของโครงการวิจัย	4
	- การเกิดก๊าซชีวภาพ	4
	- กระบวนการชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพ	4
	- ปัจจัยและสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ	5
	- การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 3	วิธีการดำเนินการวิจัย	11
	- วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล	11
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	16
	- ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	16
บทที่ 5	**สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล**	25
	- สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	25
บรรณานุกรม		27
ภาคผนวก		29

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	**กรอบแนวความคิดโครงการวิจัย**	2
2	กรอบแนวความคิดโครงการฯ	6
3	พื้นที่การประเมินศักยภาพด้านพลังงานภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร	11
4	ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์	12
5	การทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง	14
6	แผนผังแสดงขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย	15
7	กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพด้านพลังงานภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวร	16
8	ระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร	17
9	อุปกรณ์ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	17
10	การทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง	21

รายการสัญลักษณ์

CH_4	คือ	ก๊าซมีเทน
CO_2	คือ	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
OLR	คือ	Organic Loading Rate
COD	คือ	Chemical Oxygen Demand
NPV	คือ	มูลค่าปัจจุบันสุทธิ
IRR	คือ	ค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ
TS	คือ	Total solids (ปริมาณของแข็งที่เหลืออยู่)
HC	คือ	ก๊าซไฮโดรคาร์บอน
H_2	คือ	ก๊าซไฮโดรเจน
H_2S	คือ	ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟล์
i	คือ	อัตราดอกเบี้ย, %
n	คือ	จำนวนปี, ปี
C_C	คือ	ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ, บาท
C_S	คือ	มูลค่าซากของระบบ, บาท
C_F	คือ	ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่อปี, บาท
C_E	คือ	ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าต่อปี, บาท
C_M	คือ	ค่าบำรุงรักษาต่อปี, บาท
C_T	คือ	ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี, บาท
C_O	คือ	ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี, บาท
MC	คือ	ความชื้นมาตรฐานเปียก, %
w	คือ	น้ำหนักของวัตถุดิบ, kg
d	คือ	มวลแห้งของวัตถุดิบ, kg
RT	คือ	ระยะเวลาการกักเก็บ, วัน
Vd	คือ	ปริมาตรของถังย่อยสลาย, ลิตร
Sd	คือ	ปริมาณสารขั้นเหลวในแต่ละวัน, ลิตรต่อวัน

Executive Summary

โครงการ ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 1,300 ไร่ ซึ่งภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยประกอบด้วยคณะและหน่วยงานต่างๆ เป็นจำนวนมาก และมีประชากรมากกว่า 30,000 คน อาศัยอยู่ภายในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งการดำเนินชีวิตของผู้คนในหลายๆ กิจกรรมก่อให้เกิดขยะจำพวกเศษอาหารขึ้นจำนวนมาก อีกทั้งในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ มีโรงอาหาร และร้านอาหารบริเวณรอบมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณเศษอาหารดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เศษอาหารดังกล่าวหากไม่มีการจัดการกำกัดอย่างถูกวิธี จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกทำให้มีผลกระทบในเรื่องภาวะโลกร้อนได้ และส่งปัญหาเรื่องกลิ่น ดังนั้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากของเสียในการผลิตพลังงาน คณะทีมวิจัยเล็งเห็นถึงปัญหา และจะแก้ไขปัญหาด้วยการวิจัยในเรื่องของการจัดการเศษอาหารและใช้วัตถุดิบร่วม เช่นมูลสัตว์ เศษหญ้าที่สามารถหาได้ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมาผลิตเป็นแก๊สชีวภาพ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร และเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหารในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมมีประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันถ้าสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี และจากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

ข้อเสนอแนะโครงการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งทำให้ทราบถึงศักยภาพของวัตถุดิบในการผลิต ความคุ้มค่าในการลงทุน และความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบฯ จุดสำคัญของการพัฒนาต่อยอดของโครงการควรมีการศึกษาระบบการเก็บก๊าซชีวภาพ และการนำก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้ทั้งทางด้านความร้อนและการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อขยายผลสู่การใช้งานในระดับชุมชนต่อไป

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

จากปัญหาวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานส่งผลกระทบต่อประชากรทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยที่กำลังเผชิญกับปัญหาในด้านพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงมิได้เช่นกันโดยมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อลดการนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทางหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชน จึงมีการพัฒนาแหล่งพลังงานทดแทน (Renewable Energy) อื่นที่ได้จากทรัพยากรที่มีในพื้นที่ และก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนชนิดหนึ่งที่มีการผลิตและใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพมีอยู่เป็นจำนวนมาก และจำเป็นต้องกำจัดเพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เศษอาหาร และมูลสัตว์ เป็นต้น ดังนั้นสถานประกอบการที่มีปริมาณเศษอาหารจำนวนมาก และมูลสัตว์ในบริเวณมหาวิทยาลัยฯ จึงเหมาะแก่การผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้มูลสัตว์และเศษหญ้าที่เหลือทิ้งมาผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสมเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 1,300 ไร่ ซึ่งภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยประกอบด้วยคณะและหน่วยงานต่างๆ เป็นจำนวนมาก และมีประชากรมากกว่า 30,000 คน อาศัยอยู่ภายในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งการดำเนินชีวิตของผู้คนในหลายๆ กิจกรรมก่อให้เกิดขยะจำพวกเศษอาหารขึ้นจำนวนมาก อีกทั้งในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ มีโรงอาหาร และร้านอาหารบริเวณรอบมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณเศษอาหารดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เศษอาหารดังกล่าวหากไม่มีการจัดการกำกัดอย่างถูกวิธี จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกทำให้มีผลกระทบในเรื่องภาวะโลกร้อนได้ และส่งปัญหาเรื่องกลิ่น ดังนั้น เพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากของเสียในการผลิตพลังงาน คณะทีมวิจัยมีความสนใจในเรื่องของการจัดการเศษอาหารและใช้วัตถุดิบร่วม เช่นมูลสัตว์ เศษหญ้าที่สามารถหาได้ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมาผลิตเป็นแก๊สชีวภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่สำคัญที่สุดในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ คือแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ เพื่อสามารถนำของเสียมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าซึ่งจะต้องทำการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการรวบรวมขยะภายในมหาวิทยาลัย และเมื่อได้ปริมาณที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะนำไปศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างสถานที่ผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นใช้ภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งนับว่าเป็นการจัดการขยะที่มีอยู่ในชุมชนบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยฯ ให้มีมูลค่ามากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

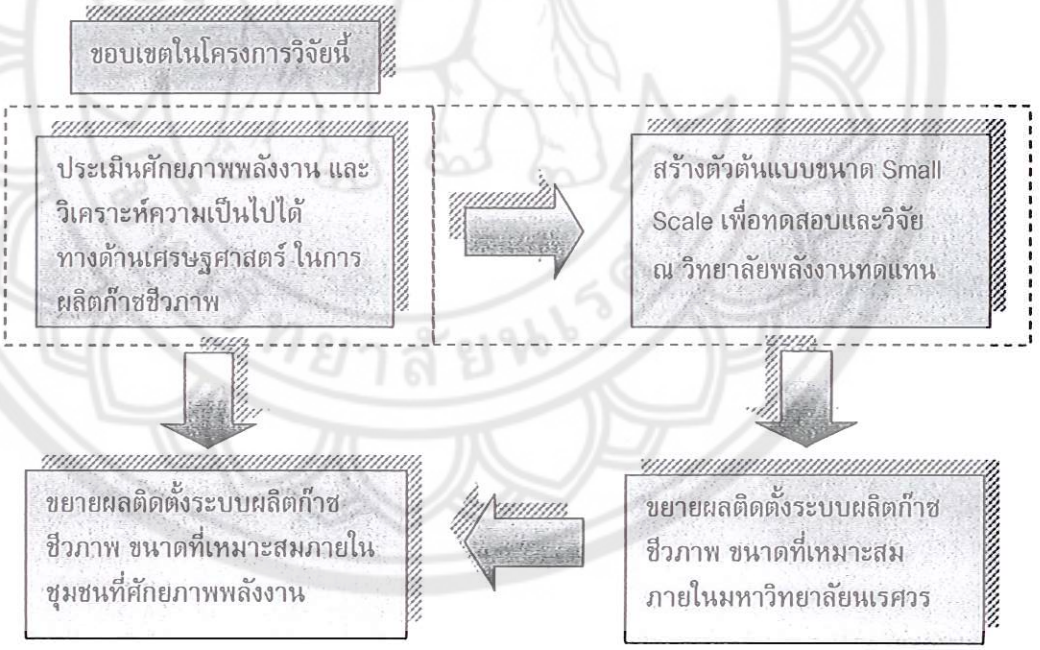
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า
- เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอบเขตของโครงการวิจัย

- พื้นที่ในการเก็บข้อมูล และศึกษาวิจัย อยู่ในเขตพื้นที่ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร
- ประเมินศักยภาพพลังงาน และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ขยะอินทรีย์ หมายถึง เศษหญ้า มูลสัตว์ เศษอาหาร ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย
- อัตราส่วนที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพ คือ สัดส่วนการผสมระหว่างเศษอาหารและมูลสัตว์ มูลสัตว์อย่างเดียว หรือมูลสัตว์ เศษอาหาร และเศษหญ้า ที่ให้อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพที่สูงกว่า

กรอบแนวความคิดโครงการวิจัย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ทำให้ทราบข้อมูลศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ทราบข้อมูลความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ สำหรับเป็นข้อมูลในการตัดสินใจดำเนินการติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร
- ช่วยลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมภายในมหาวิทยาลัย และสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานทดแทนเพื่อใช้เป็นต้นแบบ และสาธิตการใช้งานจริงต่อไปได้
- ช่วยลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิง LPG จากการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงแทน อีกทั้งสามารถช่วยลดปัญหาสภาวะโลกร้อนได้อีกด้วย
- ตีพิมพ์ผลงานวิจัยลงในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ จำนวน 1 บทความวิจัย

แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

- ตีพิมพ์ผลงานวิจัยลงในการประชุมสัมมนาทางวิชาการ จำนวน 1 บทความวิจัย เพื่อการขยายผลงานวิจัยสู่การใช้งาน

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

- กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร
- เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ
- วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการใช้วัตถุดิบเศษอาหารมูลสัตว์และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง
- หาอัตราส่วนของ substrate ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- แบบถังหมัก two stage ที่ใช้ในการทดสอบ
- สรุปผลการวิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ
- เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี

บทที่ 2

ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การเกิดก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพจะเกิดในสภาวะการหมักสารอินทรีย์ที่ไร้ออกซิเจน (Anaerobic Environment) จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) จะเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายให้กลายเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38% และก๊าซอื่นๆ ประมาณ 2% ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) [1] ดังนั้นการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จึงอาศัยหลักการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังกล่าว โดยเป็นระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในถังปิดสนิทที่มีแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นยังได้สารปรับสภาพดิน (Soil Conditioner) หรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นกากตะกอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากกระบวนการหมักอีกด้วย

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพ

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพมีความสลับซับซ้อนและเกิดจากการทำงานของจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอน [2] ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolysis) สารอินทรีย์ เช่น เศษผักและเนื้อสัตว์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน แบคทีเรียจะปล่อยเอ็นไซค์เอกซ์ตราเซลลูลาร์ (Extra cellular enzyme) มาช่วยละลายโครงสร้างโมเลกุลอันซับซ้อนให้แตกลงเป็นโมเลกุลเชิงเดี่ยว (Monomer) เช่นการย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส การย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันและการย่อยโปรตีนเป็นกรดอะมิโน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรด (Acidification/Acidogenesis) การย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวเป็นกรดระเหยง่าย (Volatile fatty acid) กรดคาร์บอน แอลกอฮอลล์ คาร์บอนไดออกไซค์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenesis) เปลี่ยนกรดระเหยง่ายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทตซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตก๊าซมีเทน

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanization) กรดอะซิติก และอื่นๆ รวมถึงคาร์บอนไดออกไซค์และไฮโดรเจนบางส่วน

ปัจจัยและสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

1. อุณหภูมิ

โดยทั่วไปแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซชีวภาพจะทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 2 ระดับ [1] คือ ช่วงอุณหภูมิระดับกลางประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือค่าพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับแบคทีเรียในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะอยู่ในช่วง 7.0 – 7.2 ในกรณีที่มีปริมาณมารอินทรีย์มากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ทำให้ค่าพีเอชของระบบลดลงได้

3. ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบจะต้องควบคุมให้เหมาะสมเนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ซึ่งทำให้ค่าพีเอชลดลงและยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย โดยหากพบว่าค่าพีเอชของน้ำหมักมีค่าต่ำกว่า 6.8 ต้องหยุดป้อนสารอินทรีย์เข้าระบบ จนกว่าค่าพีเอชของน้ำหมักจะมีค่าเท่ากับ 6.8 จึงจะป้อนสารอินทรีย์เข้าไปอีกครั้ง [1]

4. ชนิดของสารอาหาร

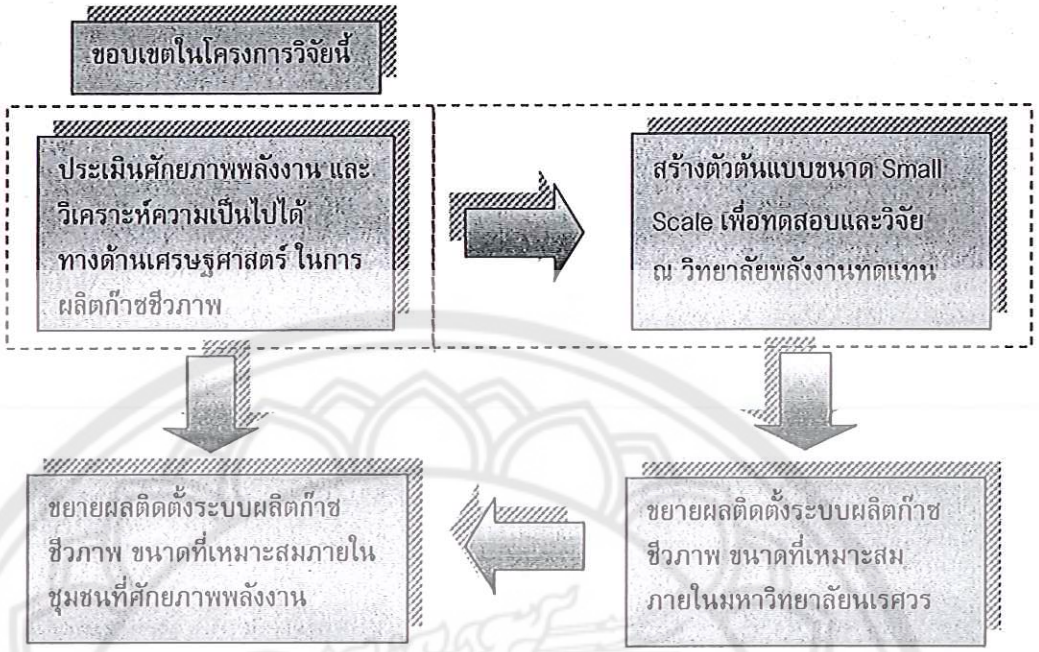
แบคทีเรียต้องการสารอาหารในการเจริญเติบโตที่นอกจากคาร์บอนและไฮโดรเจน ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอื่นๆ ที่จำเป็นในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมกานีส และนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งในสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะมีปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้สมดุลและเพียงพออยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารอาหารใดๆ ลงในสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

5. สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แก่ โลหะหนัก สารพิษ และสารปฏิชีวนะต่างๆ รวมทั้งสารทำความสะอาดซึ่งสามารถยับยั้งกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของแบคทีเรียได้

6. การคลุกเคล้า

การคลุกเคล้าสารอินทรีย์ภายในระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในระบบผลิตได้สัมผัสกับแบคทีเรียอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดก๊าซชีวภาพและยังช่วยลดขนาดของสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลงได้ด้วย



รูปที่ 2 กรอบแนวคิดโครงการฯ

การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง

กัลยา ศรีสุวรรณ วีระศักดิ์ ทองลิมป์ เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์ [3] การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธพลของตัวแปร คือ อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR) และ ความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบที่มีซัลเฟสในระบบถังปฏิกรณ์แบบอีจีเอสบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร สูง 8 เมตร ปริมาตร 13 m^3 ในการทดลองใช้น้ำเสียเจือจางของโรงงานน้ำยางข้นเป็นน้ำที่ป้อนเข้าระบบ โดยมีค่าซีโอดีและซัลเฟต อยู่ในช่วง 4,000 – 4,400 mg/L และ 1,000 – 1,500 mg/L ตามลำดับ ตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้เป็นแบบแกรนูลจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีของโรงงานอาหารทะเล OLR ที่ใช้ในการทดลอง 3 ค่า คือ 6,8 และ 12 kg COD/m^3.day และความเร็วในการป้อนน้ำเสียเข้าระบบใช้ค่าเช่นเดียวกัน คือ 0.4, 0.6 และ 0.8 m/hr ผลการทดลองที่ OLR 3 ค่า โดยการควบคุม พีเอช ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้อยู่ในช่วง 6.8 – 7.2 จากผลการทดลองพบว่าได้อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด 5.5 m^3/day ที่ OLR 12 kg COD/m^3.day และ 2.7 และ 3.8 m^3/day ที่ OLR 8 และ 6 kg COD/m^3.day ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 65% ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) เท่ากับ 422, 625, และ 810 mg/L ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซเท่ากับ 198,321 262,482 และ 518,025 ppm ตามลำดับ ผลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วที่ค่า OLR คงที่ เท่ากับ 6 kg COD/m^3.day พบว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุดคือ 4.7 m^3/day ที่ความเร็ว 0.8 m/hr และเท่ากับ 3.4 และ 2.6 m^3/day ที่ 0.6 และ 0.4 m/hr ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดี เท่ากับ 74%, 67% และ 53% ตามลำดับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแก๊สอยู่ในช่วง

410 – 450 mg/L และ 200,000 – 250,000 ppm อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของ OLR และความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มขึ้นตามความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบเท่านั้น และความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในไบโอก๊าซที่ทำให้คุณภาพของก๊าซชีวภาพลดลงนั้นจะสูงขึ้นตาม OLR เท่านั้น

ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร [4] การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร และมูลสัตว์ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลปริมาณเศษอาหาร และมูลสัตว์และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากการศึกษาพบว่า มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณเศษอาหารและมูลสัตว์โดยเฉลี่ยวันละ 989.88 และ 1,716.57 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาขนาดบ่อหมักที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจะได้บ่อหมักขนาด 500 ลูกบาศ์กเมตร จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า จะต้องใช้เงินลงทุนในการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,598,800 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี 3 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 8,605.81 บาท ค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มีค่าเท่ากับ 1 และค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 16.42% ซึ่งพบว่าโครงการนี้มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และคุ้มค่าต่อการลงทุน

ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. [5] ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งพลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะนอกจากจะสามารถใช้ทดแทนพลังงานที่นำเข้าสู่ประเทศไทยได้แล้วยังสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้โดยการเปลี่ยนของเสียไปเป็นก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด (% TS) ในชีวมวล การใช้สารปรับสภาพรวมทั้งวิธีที่ใช้ในการปรับสภาพชีวมวลก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก ซึ่งดำเนินการภายในชุดการทดลองแบบกะขนาด 1 ลิตร จากผลการทดลอง พบว่าในกรณีที่ไม่มีการปรับสภาพชีวมวลนั้น การใช้ค่าปริมาณของแข็งในใบประดู่เป็น 10% TS ทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 2 wt% เป็นสารปรับสภาพใบประดู่ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก กลับพบว่าการใช้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของใบประดู่ที่ 5% TS ทำให้มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณเกิดขึ้นมากกว่ากรณีที่ไม่มีการปรับสภาพ (ที่ 5% TS) ถึง 10 เท่า และเมื่อพิจารณาถึงสภาวะที่ใช้ในการปรับสภาพชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปริมาณของประดู่ที่ 5% TS พบว่าการผสมใบประดู่ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพร่วมกับน้ำเสียและเอนไซม์เซลลูเลสนั้นให้ก๊าซชีวภาพในปริมาณมากที่สุด

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร [6] การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาศักยภาพการผลิต และใช้

ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งในฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยทำการศึกษารวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามส่งไปถามไปยังฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 104 แห่ง และทำการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน จากการศึกษาข้อมูลพบว่าฟาร์มสุกรทั้งหมด มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,637.11 m^3/day คิดเป็นพลังงาน 1.8 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/วัน ซึ่งในปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ทั้งหมดมีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน 3,091.51 m^3/day และคงเหลือไม่ได้ใช้ประโยชน์ 545.60 m^3/day คิดเป็นร้อยละ 85 และร้อยละ 15 ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ตามลำดับ และเมื่อนำก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งมาอัดลงถังบรรจุขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ที่ความดันเกจ 15 บาร์ ซึ่งได้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่บรรจุในถังเท่ากับ 0.2 และ 0.54 กิโลกรัม คิดเป็นพลังงานในการอัด 0.25 และ 0.26 kW h/kg ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อผ่านระบบอัดก๊าซชีวภาพแล้ว ซึ่งพบว่ามีการลดลงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 15.63% จาก 325 ppm เป็น 297 ppm และทำการทดสอบรถจักรยานยนต์โดยใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด จากการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่าความเร็วเฉลี่ยที่รถจักรยานยนต์ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพ คือ 80 และ 60 km/hr โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.529 และ 0.618 MJ/km ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกมาพบว่า กรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อยกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 97.42% และ 31.08% ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในไอเสียกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเท่ากับ 35.51% ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ผลประหยัดจากการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนในรถจักรยานยนต์ พบว่า การใช้ก๊าซชีวภาพจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 0.481 baht/km หากมีการใช้รถจักรยานยนต์วันละ 50 km/day และมีต้นทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดและดัดแปลงรถจักรยานยนต์เท่ากับ 21,000 บาท จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.40 ปี

นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และ สุมิตรา จรสโรจน์กุล [7] การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC โดยก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็ง (SOFC) โดยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงจะต้องมีระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระบบดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และระบบปฏิรูปมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นกระบวนการแรกของระบบ จากการศึกษาพบว่าก๊าซชีวภาพประกอบด้วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 40 – 50% vol. และก๊าซมีเทน 50 - 60% vol. ซึ่งการออกแบบระบบเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่างๆ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของอัตรการไหลของสารละลาย NaOH และผลกระทบของความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองพบว่าช่วงระยะเวลาประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปรับอัตราการไหลของสารละลาย NaOH ในช่วง 5 ถึง 10 ลิตรต่อนาที และระยะเวลา

ประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความดัน โดยผลการทดลองที่ได้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบป้อนเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งขนาด 1 kW

ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล [8] การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ในบทความนี้เป็นการอิบายวิธีการปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ของกรมการพลังงานทหาร ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้งานก๊าซชีวภาพให้สูงมากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการติดตั้งถังกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถังดักน้ำออกจากท่อส่งก๊าซและถังเก็บก๊าซชีวภาพเพิ่มเติม โดยความดันก๊าซชีวภาพสูงสุดที่บรรจุเท่ากับ 3 บาร์ ซึ่งสูงกว่าความดันที่ถังหมักก๊าซชีวภาพประมาณ 20 เท่า ผลที่ได้จากการปรับปรุงคือ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์มากขึ้นและสามารถบรรจุแบบสะสมลงในถังเก็บจนถึงระดับความดันสูงสุด ภายในระยะเวลา 3 วัน เมื่อนำก๊าซชีวภาพจากถังเก็บไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร พบว่า สามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องที่อัตราการไหลเฉลี่ย 16 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 120 นาที หรือมีระยะเวลาการใช้เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 6 เท่า และความดันที่สูงขึ้นยังส่งผลให้พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้สูงขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถประกอบอาหารได้หลากหลายประเภทมากยิ่งขึ้นอีกด้วยโดยปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG ได้ประมาณเดือนละ 8.83 กิโลกรัม

กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ [9] การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารที่มีความแตกต่างกันของกรณีตัวอย่างคือ ระบบ CSTR แบบแห้ง ระบบ CSTR แบบ1- ขั้นตอนและ ระบบ CSTR แบบ AMP ซึ่งทั้ง 3 ระบบมีขนาดการรองรับเศษอาหารใกล้เคียงกันคือประมาณ 200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน โดยศึกษาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและการลงทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน มีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนคือ อัตราผลตอบแทน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่ากลิ่น อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมพร้อมยังเป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารในขนาด 200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน เดินระบบ 365 วัน/ปี อายุของโครงการ 15 ปี ให้แก๊สชีวภาพโดยเฉลี่ย 4,147 กิโลกรัม (แก๊ส)/ปี มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุน

ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง [10] การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย ในบทความนี้เป็นการศึกษาการหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยมีวัตถุประสงค์โครงการ เพื่อศึกษาออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนและ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักดังนี้คือ น้ำ มูลโค เปลือกกล้วย มีอัตราส่วนผสมคือน้ำ 3 ส่วน เปลือกกล้วย 5 ส่วน มูลโค 2 ส่วน โดยปริมาตร ซึ่งเติมลงไปทั้งหมดรวมเป็น 1,000 ลิตร ถังที่ใช้ในการหมักมีขนาด 1,600 ลิตร ระยะเวลาในการทดลอง 49 วัน ขณะทำการทดลองได้เก็บผลการทดลองทุกๆวัน วันละ 3 ครั้ง เพื่อสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในถัง

หมักก๊าซชีวภาพ และจากผลการทดลองพบว่า การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีอุณหภูมิภายในถัง 20-40 องศาเซลเซียส และพบว่ากระบวนการในการเกิดก๊าซภายในถังก็เป็นไปตามขั้นตอนในการเกิดก๊าซคือ ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยสังเกตขนาดของเปลือกกล้วยมีขนาดเล็กลงปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในถังหมักเริ่มมีความเป็นกรด และแบคทีเรีย เพื่อที่จะทำหน้าที่ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก จะได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดต่างๆ โดยแบคทีเรียจะสร้างกรดนี้ขึ้นมาจากขั้นตอนนี้จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะปนอยู่ในก๊าซชีวภาพ ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน จะอยู่ในระหว่างกรดอะซิติกกับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจน ปฏิกิริยานี้จะปราศจากออกซิเจน ถ้ามีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยจะทำให้แบคทีเรียหยุดการเจริญเติบโตช่วงของก๊าซที่สามารถติดไฟได้ ช่วง 36-49 วันของการหมัก

ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล [11] การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ เนื่องจากหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงถึง 9 ตัน/ไร่/ปี และยังสามารถทนอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้อีกด้วย หญ้าเนเปียร์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 30.19% (น้ำหนักแห้ง) โปรตีนรวม 27.00% (น้ำหนักแห้ง) พลังงานรวม 313.45 kcal 100 g^{-1} (น้ำหนักแห้ง) และยังมีปริมาณเซลลูโลสในปริมาณที่สูง ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพได้ดี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้ ในขั้นแรกจะทำการปรับสภาพ (pre-treatment) หญ้าเนเปียร์ทางกายภาพ ซึ่งการปรับสภาพนั้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายหญ้าเนเปียร์เป็นก๊าซชีวภาพได้ดียิ่งขึ้น การปรับสภาพทางกายภาพนั้นทำโดยการบดให้มีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร จากนั้นนำหญ้าที่ผ่านการปรับสภาพ หมักในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน โดยการหมักนั้นจะกำหนดปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดของหญ้าที่ 5% 10% และ 15% ผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งกำหนดค่า F/M ที่ 3.1 หมักที่อุณหภูมิ 37.0 ^{o}C ทำการติดตามวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหย ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ปริมาณก๊าซรวม ปริมาณมีเทนสะสม และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณผลผลิตก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักหญ้าเนเปียร์ จากผลการทดสอบการนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพนั้น พบว่า ที่ปริมาณของแข็ง 5% นั้นได้ก๊าซมีเทน 53% ปริมาณของแข็ง 10% นั้นได้ก๊าซมีเทน 43% และปริมาณของแข็ง 15% นั้นได้ก๊าซมีเทน 26.22% จากการทดสอบพบว่าหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้เป็นพืชพลังงานอีกตัวหนึ่ง

สรุปภาพรวมจากผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มีการศึกษาและพัฒนามาอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการผลิตก๊าซชีวภาพ พบว่าในปัจจุบันมีการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสีย การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ โดยมีการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกร รวมทั้งมีการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหาร และมีการการออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย และในปัจจุบันการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ กำลังเป็นที่สนใจ และมีการสนับสนุนจากภาครัฐในการปลูก และนำมาผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ และนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ซึ่งจากงานวิจัยที่ผ่านมาจะเป็นประโยชน์ และเป็นข้อมูลสำคัญในการพัฒนางานวิจัยด้านเชื้อเพลิงต่อไป

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

2. เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ

3. วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

4. ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

- หาอัตราส่วนของ substrate ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- แบบถังหมัก two stage ที่ใช้ในการทดสอบ

5. สรุปผลการวิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ

6. เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

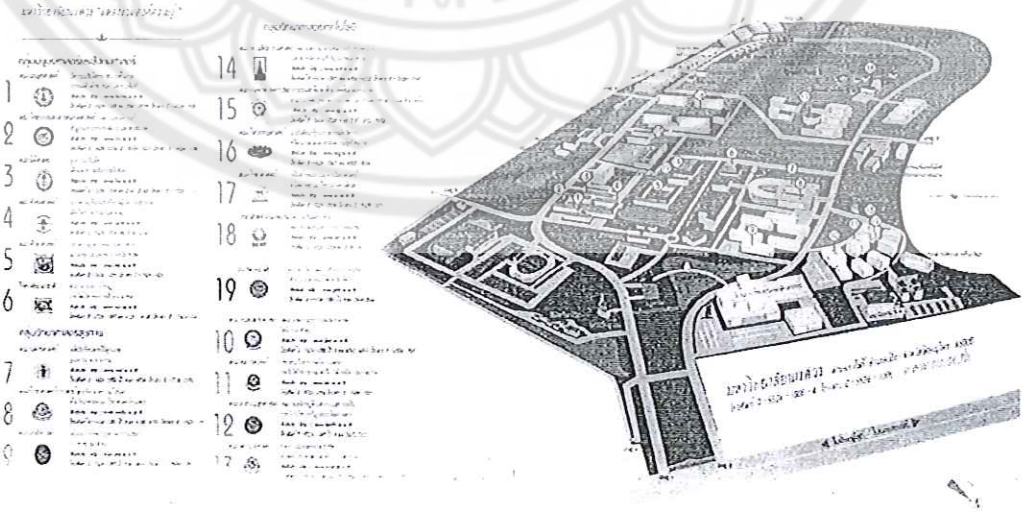
สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี

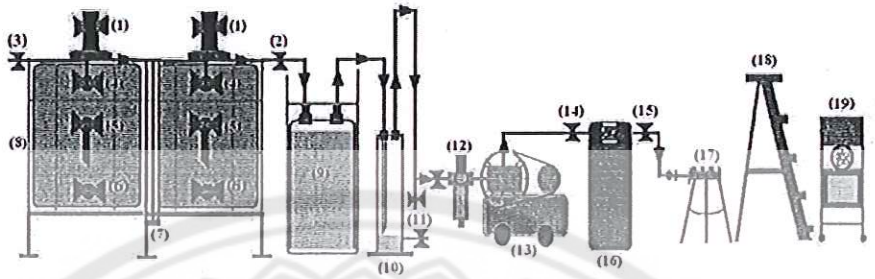
- กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

- เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ



รูปที่ 3 พื้นที่การประเมินศักยภาพด้านพลังงานภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวร

- วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ



(1) วาล์วเติมเศษอาหาร	(8) ถังหมักก๊าซชีวภาพ	(15) วาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพ
(2) วาล์วปล่อยก๊าซ	(9) ถังเก็บก๊าซชีวภาพ	(16) ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ
(3) วาล์วระบายก๊าซทิ้ง	(10) ถังดักน้ำ	(17) หัวเตาก๊าซชีวภาพ
(4) วาล์วควบคุมการปล่อยก๊าซ	(11) วาล์วน้ำทิ้ง	(18) บันไดอลูมิเนียม
(5) วาล์วน้ำล้น	(12) อุปกรณ์ดักความชื้น	(19) เครื่องบดเศษอาหาร
(6) วาล์วล้างระบบ	(13) ปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ	
(7) บารอมิเตอร์	(14) วาล์วอัดก๊าซชีวภาพ	

รูปที่ 4 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพในเขต**พื้นที่**มหาวิทยาลัยนเรศวรการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขต**พื้นที่**มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ **จะเป็น**การส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการ**เก็บ**รวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็น**พลังงาน**ต่อไปได้

การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

1. ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ (Capital cost of building the system)

$$C_C = \text{ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ} \times \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

2. มูลค่าซากของระบบ (Ruins value of the system)

$$C_S = \text{มูลค่าซากของระบบ} \times \left[\frac{i}{(i+1)^n - 1}\right]$$

3. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่อปี (Expense cost fuel per year)

C_F = (ราคาเชื้อเพลิง (บาท) x อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการระบบต่อปี)

4. ค่าใช้จ่ายด้านด้านไฟฟ้าต่อปี (Expenses cost of electricity per year)

C_E = (ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)) x (กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการของระบบต่อปี)

5. ค่าบำรุงรักษาต่อปี (Maintenance per year)

C_M = 6% ของราคาเริ่มต้นการสร้างระบบ

6. ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี (Yearly total expenses cost)

$$C_T = C_C + C_F + C_E + C_M - C_S$$

7. ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ (Total expenses cost per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ = ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี / อัตราการผลิตของระบบ

8. ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี (Expenses cost operating yearly)

$$C_O = C_F + C_E + C_M$$

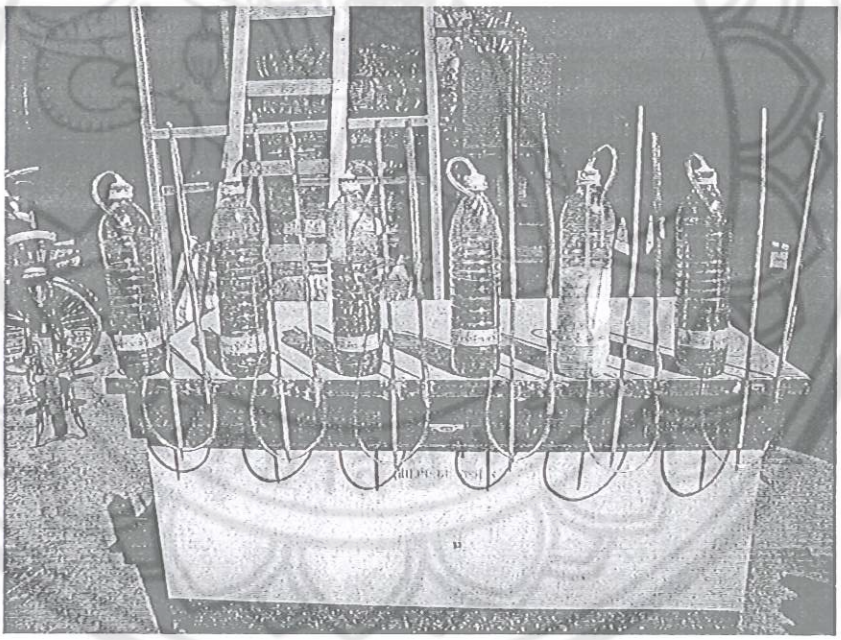
9. **ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ** (Expenses cost operating per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ = ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี / อัตราการผลิตของระบบรายปี

10. ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period)

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเริ่มต้นของระบบ / (ผลต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง) + (ผลต่างด้านการบำรุงรักษา) + (ผลต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)

- ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง



รูปที่ 5 การทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

- สรุปผลการวิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ
- เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

รูปที่ 6 แผนผังแสดงขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

2. เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ

3. วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

4. ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

- หาอัตราส่วนของ substrate ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- แบบถังหมัก two stage ที่ใช้ในการทดสอบ

5. สรุปผลการวิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ

6. เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

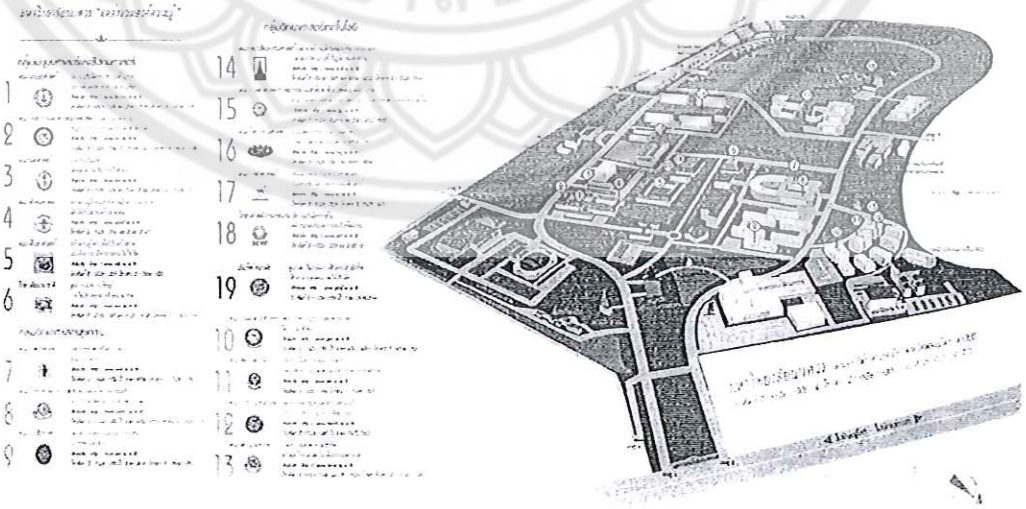
สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี

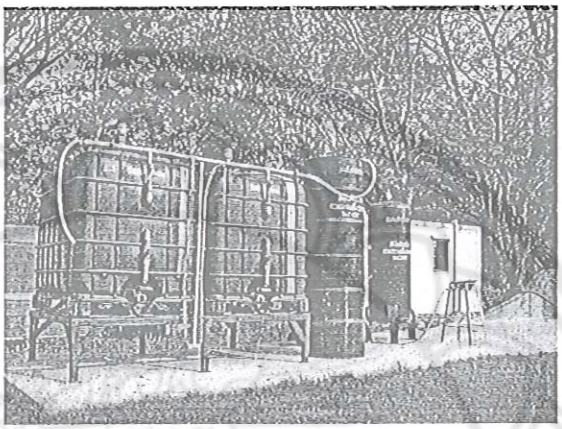
- กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

- เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ

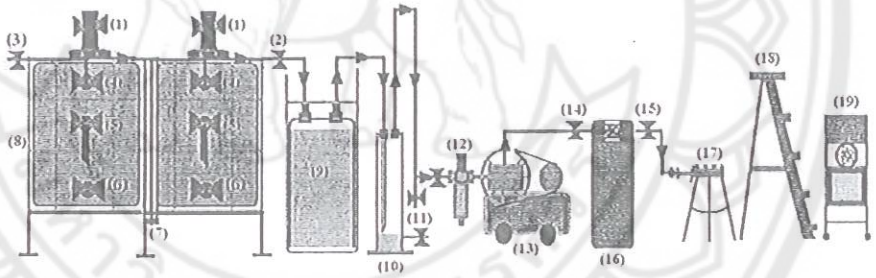


รูปที่ 7 กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพด้านพลังงานภายใน มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการศึกษาข้อมูลศักยภาพพลังงานโดยเฉพาะเศษอาหารที่เหลือจากโรงอาหารในแต่ละวัน จะมีจุดใหญ่ๆ ทั้งหมด 3 จุดที่มีเศษอาหารเหลือโดยประมาณ 100-200 กิโลกรัมต่อวัน คือ โรงอาหารที่อาคารขวัญเมือง, โรงอาหารที่คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ และที่อาคารกองบริการการศึกษา โดยภาพรวมทั้งมหาวิทยาลัยฯ จะเหลือเศษอาหารประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน



รูปที่ 8 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 9 อุปกรณ์ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

วัตถุดิบผสมน้ำที่ป้อนเข้าสู่ระบบรวมเรียกว่า สานข้นเหลว ซึ่งปริมาณสารข้นเหลวนี้จะเป็นตัวแปรที่สำคัญของระบบ โดยปริมาณสารข้นเหลวที่เหมาะสมของโรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบต่อเนื่องควรจะมีปริมาณของแข็งอยู่

ร้อยละ 5-10 [12] ถ้าต้องการปริมาณสารข้นเหลวของระบบที่มีของแข็งร้อยละ 8 จะต้องนำมูลวัวสดผสมกับน้ำอัตราส่วน 1 : 1.5 โดยมูลวัวสดประกอบด้วยของแข็งร้อยละ 20 น้ำร้อยละ 80

โดย จากสูตรการหาความชื้น MC (%wb) = [(w-d)/w]

เมื่อ MC คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก, ทศนิยม

w คือ น้ำหนักของวัตถุดิบ, กิโลกรัม

d คือ มวลแห้งของวัตถุดิบ หรือของแข็งในวัตถุดิบ, กิโลกรัม

มูลวัวสดมีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม โดยกำหนด ของแข็งร้อยละ 20 และ น้ำร้อยละ 80 จะได้ w = 100 kg และ d = 20 kg จะได้

$$MC = (100-20)/100$$
$$= 0.80$$

นั่นคือ มูลวัวสดมีความชื้นร้อยละ 80 แสดงว่า มีของแข็งร้อยละ 20 โดยต้องการสารข้นเหลวที่มีของแข็งร้อยละ 8 (ความชื้นร้อยละ 92) ซึ่งหมายความว่า ต้องเติมน้ำให้กับระบบ ดังนั้นดังนั้นน้ำหนักของสารข้นเหลวทั้งหมด คือ 250 kg โดยที่ปริมาณของแข็งไม่เปลี่ยนแปลงคือ 20 กิโลกรัมสามารถแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

$$0.92 = (w-20)/w$$
$$W = 250 \text{ kg}$$

แสดงว่าต้องเติมน้ำให้กับระบบอีก 250 -100 =150 กิโลกรัม หรือนำมูลวัวสดความชื้นร้อยละ 80 ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 1.5 เพื่อให้ได้สารข้นเหลวที่มีของแข็งร้อยละ 8

ปริมาตรถังย่อยสลาย 2000 ลิตร มีปริมาณสารข้นเหลว 40 ลิตร ซึ่งเป็นการป้อนเศษอาหารทุกวัน ระยะเวลาการกักเก็บสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$RT \text{ (วัน)} = Vd \text{ (ลิตร)} / Sd \text{ (ลิตรต่อวัน)}$$

กรณีที่มีการป้อนสารข้นเหลวทุกวัน Sd = S = 40 ลิตร ดังนั้น ระยะเวลากักเก็บเท่ากับ 2000 ลิตร / 40 ลิตรต่อวัน = 50 วัน

อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ มูลวัว ปริมาณก๊าซ 0.036 m^3 ต่อ กิโลกรัม ส่วนประกอบของแก๊สมีเทนที่ผลิตได้จากหญ้า 70% และขยะจากครัว 50% (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. เทียบเท่า LPG 0.46 กิโลกรัม)

- วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

1. **ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ** (Capital cost of building the system)

$$C_C = \text{ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ} \times \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

2. มูลค่าซากของระบบ (Ruins value of the system)

$$C_S = \text{มูลค่าซากของระบบ} \times \left[\frac{i}{(i+1)^n - 1}\right]$$

3. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่อปี (Expense cost fuel per year)

C_F = (ราคาเชื้อเพลิง (บาท) x อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการระบบต่อปี)

4. ค่าใช้จ่ายด้านด้านไฟฟ้าต่อปี (Expenses cost of electricity per year)

C_E = (ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)) x (กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการของระบบต่อปี)

5. ค่าบำรุงรักษาต่อปี (Maintenance per year)

C_M = 6% ของราคาเริ่มต้นการสร้างระบบ

6. ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี (Yearly total expenses cost)

$$C_T = C_C + C_F + C_E + C_M - C_S$$

7. ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ (Total expenses cost per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ = ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี / อัตราการผลิตของระบบ

8. **ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี** (Expenses cost operating yearly)

$$C_O = C_F + C_E + C_M$$

9. **ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ** (Expenses cost operating per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ = ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี / อัตราการผลิตของระบบรายปี

10. ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period)

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเริ่มต้นของระบบ / (ผลต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง) + (ผลต่างด้านการบำรุงรักษา) + (ผลต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)

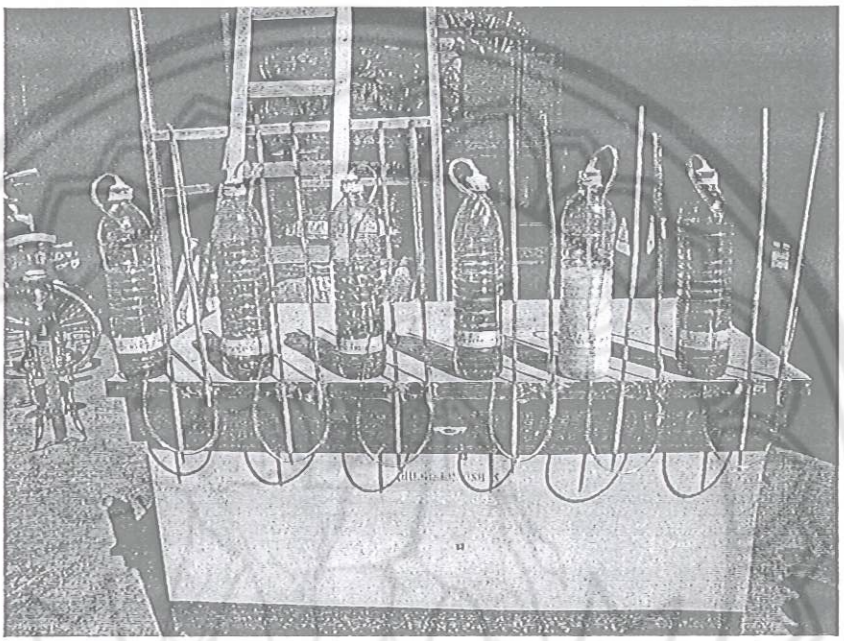
ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

1. ราคาเริ่มต้นของระบบ
   ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ = 50,000 บาท
   ระบบ LPG = 3,000 บาท
2. ราคาด้านเชื้อเพลิงของการผลิต
   ราคาเชื้อเพลิงชีวมวล = 0.4 บาทต่อกิโลกรัม
   LPG = 30 บาทต่อกิโลกรัม
3. อัตราส่วนลด (Discount Rate) = 7.5%
4. จำนวนชั่วโมงการปฏิบัติการระบบ = (365 วัน x 3 ชั่วโมง)
5. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ (6% ของระบบฯ)
6. ราคาของไฟฟ้า = 2.5 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
7. มูลค่าซากของระบบ (10% ของระบบฯ)
8. กำไรสุทธิ ((ผลต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง) + (ผลต่างด้านการบำรุงรักษา) + (ผลต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)
9. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ = 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวมรวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

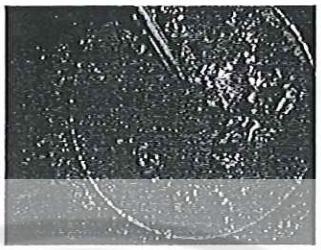
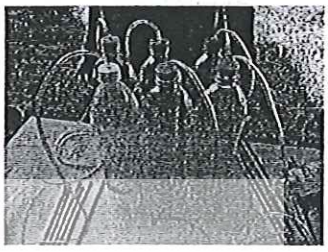
- ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

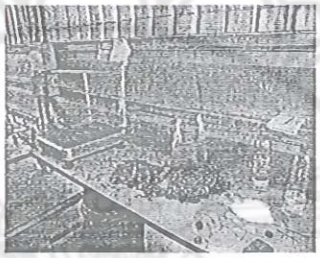
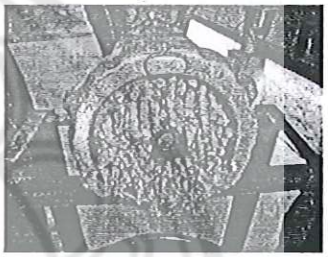


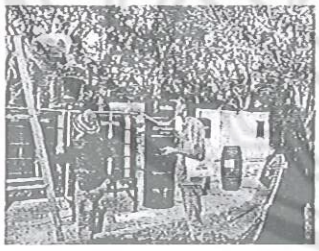
รูปที่ 10 การทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

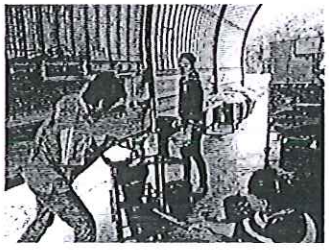
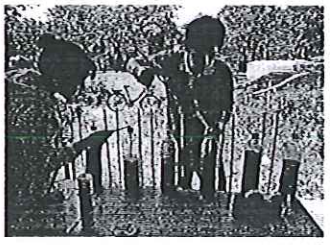
จากผลการทดลองและเก็บข้อมูลระหว่างวันที่ 18 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 - วันที่ 16 เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 พบว่าผลการทดลองที่ได้จากการสังเกตปริมาณค่าความดันที่เกิดขึ้นในแต่ละวันนั้น ค่าเฉลี่ยโดยรวมของค่าปริมาณความดันที่เกิดขึ้นสูงสุด คือ ขวดที่ 1 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.025 bar ในวันที่ 18 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555, ขวดที่ 2 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.022 bar ในวันที่ 18 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555, ขวดที่ 3 ใช้เศษหญ้า : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.021 bar ในวันที่ 2 เดือนมกราคม พ.ศ. 2556, ขวดที่ 4 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.027 bar เมื่อวันที่ 18 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 , ขวดที่ 5 ใช้เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.023 bar เมื่อวันที่ 8 เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 และ ขวดที่ 6 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก มีปริมาณค่าความดันสูงสุดอยู่ที่ 1.028 bar เมื่อวันที่ 10 เดือนมกราคม พ.ศ.2556 ตามลำดับ

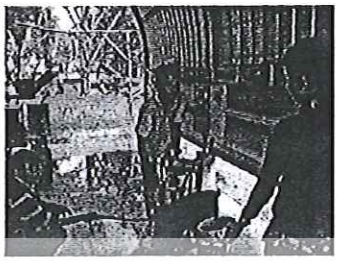
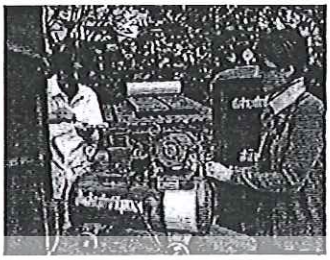
ภาพกิจกรรมการดำเนินการวิจัย

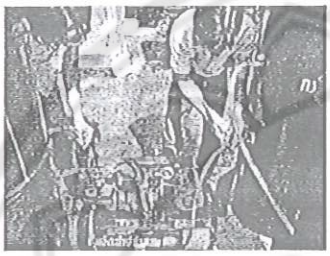



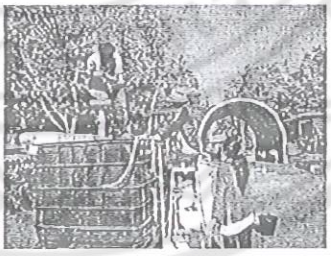
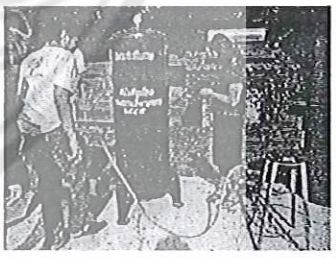
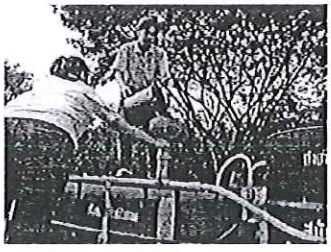







จากการศึกษากระบวนการ การผลิตก๊าซชีวภาพขนาดเล็กแบบ Non – stirred ของมูลวัว เศษอาหารและเศษหญ้า พบว่าปริมาณของค่าความดันโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากข้อมูลนั้น มีปริมาณค่าความดันสูงสุดถึงปริมาณค่าความดันต่ำสุดดังนี้ ขวดที่ 6 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 1 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 4 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 3 ใช้เศษหญ้า : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 5 ใช้เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก และ ขวดที่ 2 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : เศษหญ้า : น้ำ ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนัก ซึ่งแนวโน้มการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณค่าความดันที่ได้ คือ 1.023, 1.022, 1.021, 1.019, 1.018 และ 1.017 ตามลำดับ

จากการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบฯ ไปทำการวิเคราะห์และตรวจสอบองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ พบว่า มีเทนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 50.8% : 44.3% ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 6.89

ว TP
359
.B48
ค๓๓๘
2556

1.6780908

สำนักหอสมุด
17 มิ.ย. 2558

บทที่ 5

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร

2. เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ

3. วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

4. ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

- หาอัตราส่วนของ substrate ที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพ
- แบบถังหมัก two stage ที่ใช้ในการทดสอบ

5. สรุปผลการวิเคราะห์ และประเมินผลโครงการ

6. เขียนรายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

สถานที่ทำการทดลองและเก็บข้อมูล วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย 1 ปี

- กำหนดพื้นที่การประเมินศักยภาพพลังงานโดยพิจารณาแหล่งวัตถุดิบบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยนเรศวร
- เก็บรวบรวมข้อมูลศักยภาพด้านพลังงานฯ

จากการศึกษาข้อมูลศักยภาพพลังงานโดยเฉพาะเศษอาหารที่เหลือจากโรงอาหารในแต่ละวัน จะมีจุดใหญ่ๆ ทั้งหมด 3 จุดที่มีเศษอาหารเหลือโดยประมาณ 100-200 กิโลกรัมต่อวัน คือ โรงอาหารที่อาคารขวัญเมือง, โรงอาหารที่คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ และที่อาคารกองบริการการศึกษา โดยภาพรวมทั้งมหาวิทยาลัยฯ จะเหลือเศษอาหารประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน และจากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมมีประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันถ้าสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

- วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานและความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพ

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

- ทดสอบหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพ จากการใช้วัตถุดิบเศษอาหาร มูลสัตว์และเศษหญ้า ผสมร่วมกันในอัตราส่วนที่แตกต่าง

จากการศึกษากระบวนการ การผลิตก๊าซชีวภาพขนาดเล็กแบบ Non – stirred ของมูลวัว เศษอาหารและเศษหญ้า พบว่าปริมาณของค่าความดันโดยเฉลี่ยที่เกิดขึ้นจากข้อมูลนั้น มีปริมาณค่าความดันสูงสุดถึงปริมาณค่าความดันต่ำสุดดังนี้ ขวดที่ 6 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 1 ใช้มูลวัว : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 4 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:2 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 3 ใช้เศษหญ้า : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก, ขวดที่ 5 ใช้เศษอาหาร : น้ำ ในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก และ ขวดที่ 2 ใช้มูลวัว : เศษอาหาร : เศษหญ้า : น้ำ ในอัตราส่วน 1:3 โดยน้ำหนัก ซึ่งแนวโน้มการผลิตก๊าซชีวภาพที่มีปริมาณค่าความดันที่ได้ คือ 1.023, 1.022, 1.021, 1.019, 1.018 และ 1.017 ตามลำดับ

จากการนำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบฯ ไปทำการวิเคราะห์และตรวจสอบองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพ พบว่า มีเทนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 50.8% : 44.3% ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าเท่ากับ 6.89

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

โครงการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งทำให้ทราบถึงศักยภาพของวัตถุดิบในการผลิต ความคุ้มค่าในการลงทุน และความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบฯ จุดสำคัญของการพัฒนาต่อยอดของโครงการควรมีการศึกษาระบบการเก็บก๊าซชีวภาพ และการนำก๊าซชีวภาพไปประยุกต์ใช้ทั้งทางด้านความร้อนและการผลิตกระแสไฟฟ้า เพื่อขยายผลสู่การใช้งานในระดับชุมชนต่อไป

บรรณานุกรม

[1] คู่มือการเดินระบบและใช้งานถังหมักก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์. (2550). กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[2] Training Material of Biogas Technology, "Biochemistry and Microbiology of Biogas Fermentation", International Training Workshop on Biogas Technology for Developing Countries, Yunnan Nomal University, China, 2010.

[3] กัลยา ศรีสุวรรณ, วีระศักดิ์ ทองลิมป์, เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[4] ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[5] ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[6] ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์.การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[7] นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และ สุมิตรา จรสโรจน์กุลใ (2554). การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[8] ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล. (2554). การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[9] กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ. (2554). การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[10] ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง. (2554). การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[11] ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3 - 5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[12] ศิรินุช จินดารักษ์. (2551). การเปลี่ยนรูปชีวมวลเป็นพลังงาน. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาสาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ภาคผนวก

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานอธิการบดี กองบริหารการวิจัย งานการจัดการผลผลิตการวิจัย โทร.๘๖๔๑

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๐๑.๓๓(๔)/ว๑๒๖๔ **วันที่** ๑๘ เมษายน ๒๕๕๖

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอผลงานทางวิชาการและการตีพิมพ์ผลงาน การประชุมทางวิชาการนเรศรวิจัย ครั้งที่ ๙

เรียน ดร.สหัถยา ทองสาร

ตามที่ท่านสมัครเข้าร่วมนำเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๙ **"ความรู้สู่เชิงพาณิชย์ นำเศรษฐกิจไทยก้าวไกลอาเซียน"** ในระหว่างวันอาทิตย์ที่ ๒๘ – วันจันทร์ที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๖ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ ๗๒ พรรษาฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยส่งผลงาน งานวิจัย เรื่อง**การใช้เศษอาหาร** มูลสัตว์ และเศษหญ้าสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพใน เขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร เข้าร่วมนำเสนอประเภท Oral Presentation

ในการนี้ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาผลงานของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแ**จ้งให้ท่านทราบว่าผลงานวิจัยของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานและตีพิมพ์ลงใน Proceedings การประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๙**

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ ทั้งนี้ ท่านสามารถตรวจสอบกำหนดการนำเสนอและรายละเอียดการเตรียมข้อมูลการนำเสนอได้ทางเว็บไซต์ http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย

แบบแสดงข้อมูลการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการ
"นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 9: "ความรู้สู่เชิงพาณิชย์ นำเศรษฐกิจไทยก้าวไกลอาเซียน"
วันที่ 28 - 29 กรกฎาคม 2556 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

****

คำชี้แจง ขอให้ท่านตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในส่วนที่ 1-3 หากไม่ถูกต้องหรือต้องการแก้ไข ขอให้ติดต่อกลับมาที่กองบริหารการวิจัย ภายในวันที่ 30 มิถุนายน 2556

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

ชื่อ-สกุล	ดร.สหัถยา ทองสาร
สังกัดหน่วยงาน	วิทยาลัยพลังงานทดแทน
โทรศัพท์(มือถือ)	0892728974
E-mail	sahatayal@nu.ac.th

ส่วนที่ 2 การเข้าร่วมงานเลี้ยง (28 ก.ค. 56 เวลา 17.30 น.)

ไม่เข้าร่วม

ส่วนที่ 3 นำเสนอผลงาน

ประเภทผลงาน	งานวิจัย
ประเภทการนำเสนอ	Oral
ชื่อเรื่อง	การใช้เศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้าสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพใน เขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร
กลุ่มสาขา	กลุ่มเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
การตีพิมพ์	Proceedings
ภาค	ภาคภาษาไทย

รายละเอียดอื่น ๆ

การชำระเงิน	การนำเสนอผลงาน Oral	การนำเสนอผลงาน Poster
ชำระเงินในอัตราปกติ นักวิจัย 2,000 บาท นิสิต/นักศึกษา 1,000 บาท ได้ตั้งแต่วันนี้ ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2556 *หากไม่ชำระเงินภายในวันที่กำหนดจะถูกตัดสิทธิ์การตีพิมพ์ลง Proceeding*	- ระยะเวลาในการนำเสนอเรื่องละ 15 นาที นำเสนอ 10 นาที ซักถาม 5 นาที	- ติดตั้ง Poster ได้ตั้งแต่**วันที่** 28 ก.ค. 56 เวลา 8.00 – 12.00 น. - Present วันที่ 29 ก.ค. 56 เวลา 10.30 -12.30 น. - จัดเก็บ Poster วันที่ 29 **กรกฎาคม** 2556 เวลา 15.00 น. เป็นต้น**ไป** * ขนาดของ Board สำหรับติดตั้ง Poster สูง 200 * กว้าง 80 CM ** สามารถ Download Template Poster ได้ที่เว็บไซต์ http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

รายละเอียดการชำระค่าลงทะเบียน

ชื่อบัญชี : Naresuan Research Conference
หมายเลขบัญชี : 346-1-55713-5
ประเภทบัญชี : ออมทรัพย์
ธนาคาร : กรุงศรีอยุธยา
สาขา : มหาวิทยาลัยนเรศวร

* นักวิจัยภายในสามารถมาชำระที่กองบริหารการวิจัยได้

กองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 0 55 968 8641 Fax 055 968636 :email : nuresearch9@gmail.com เว็บไซต์ : http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

สหัถยา ทองสาร และบงกช ประสิทธิ์

Study of biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University

Sahataya Thongsan and Bongkot Prasit

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
*Corresponding author, E-mail address: micky_sert@hotmail.com (B. Prasit)

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมมีประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันถ้าสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

Abstract

Biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University which is to manage the waste properly and systematically. To encourage the production of energy within the university community and also as a model for the collection. Including the management of food waste and other organic waste. That can be used to produce energy to continue. The objective was to evaluate the potential energy in the production of biogas from animal waste, food waste and organic waste in the Naresuan University area. Evaluation of the potential energy in the production of biogas from animal manure and food waste in the Naresuan University area. The result of this research were shown that the raw materials were only to adopt biogas 2,000 liters, the overview of food waste about 500 kg/day that you used to produce energy in the form of biogas to produce thermal energy by more than 25 m^3/year which can be used to produce energy in the form of electricity was 400 kWh/year. Thermal energy in the form of approximately 525 MJ/year.

ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

สหัถยา ทองสาร และ บงกช ประสิทธิ์

Study of biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University

Sahataya Thongsan and Bongkot Prasit

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author, E-mail address: micky_sert@hotmail.com (B. Prasit)

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ ซึ่งวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงพอต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมมีประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน ถ้าสามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

Abstract

Biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University which is to manage the waste properly and systematically. To encourage the production of energy within the university community and also as a model for the collection. Including the management of food waste and other organic waste. That can be used to produce energy to continue. The objective was to evaluate the potential energy in the production of biogas from animal waste, food waste and organic waste in the Naresuan University area. Evaluation of the potential energy in the production of biogas from animal manure and food waste in the Naresuan University area. The result of this research were shown that the raw materials were only to adopt biogas 2,000 liters, the overview of food waste about 500 kg/day that you used to produce energy in the form of biogas to produce thermal energy by more than 25 m^3/year which can be used to produce energy in the form of electricity was 400 kWh/year. Thermal energy in the form of approximately 525 MJ/year.

บทนำ

จากปัญหาวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานส่งผลกระทบต่อประชากรทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยที่กำลังเผชิญกับปัญหาในด้านพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงมิได้เช่นกันโดยมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อลดการนำเข้าพลังงาน ทางหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชนจึงมีการศึกษาแหล่งพลังงานทดแทน (Renewable Energy) อื่นที่ได้จากทรัพยากรที่มีในพื้นที่ และก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนชนิดหนึ่งที่มีการผลิตและใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพมีอยู่เป็นจำนวนมาก และจำเป็นต้องกำจัดเพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เศษอาหาร และ ขยะอินทรีย์ เป็นต้น ดังนั้นสถานประกอบการที่มีปริมาณ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่นจำนวนมากจึงเหมาะแก่การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 1,300 ไร่ ซึ่งภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยประกอบด้วยคณะและหน่วยงานต่างๆ เป็นจำนวนมาก และมีประชากรมากกว่า 30,000 คน อาศัยอยู่ภายในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งการดำเนินชีวิตของผู้คนในหลายๆ กิจกรรมก่อให้เกิดขยะจำพวกเศษอาหารขึ้นจำนวนมาก อีกทั้งในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ มีโรงอาหาร และร้านอาหารบริเวณรอบมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณเศษอาหารดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เศษอาหารดังกล่าวหากไม่มีการจัดการกำกัดอย่างถูกวิธีจะก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกทำให้มีผลกระทบในเรื่องภาวะโลกร้อนได้ และส่งปัญหาเรื่องกลิ่น ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากของเสียในการผลิตพลังงาน คณะทีมวิจัยมีความสนใจในเรื่องของการจัดการเศษอาหารและขยะอินทรีย์ที่มีในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญที่สุดในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ คือแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ เพื่อสามารถนำของเสียมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าซึ่งจะต้องทำการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการรวบรวมขยะภายในมหาวิทยาลัย และเมื่อได้ปริมาณที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะนำไปศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างสถานที่ผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นใช้ภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งนับว่าเป็นการจัดการขยะที่มีอยู่ในชุมชนบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยฯ ให้มีมูลค่ามากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอบเขตของโครงการวิจัย

ประเมินศักยภาพพลังงาน และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การเกิดก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพจะเกิดในสภาวะการหมักสารอินทรีย์ที่ไร้ออกซิเจน (Anaerobic Environment) จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) จะเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายให้กลายเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38% และก๊าซอื่นๆ ประมาณ 2% ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) [1] ดังนั้นการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จึงอาศัยหลักการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังกล่าว โดยเป็นระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในถังปิดสนิทที่มีแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ

คือ ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นยังได้สารปรับสภาพดิน (Soil Conditioner) หรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นกากตะกอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากกระบวนการหมักอีกด้วย

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพ

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพมีความสลับซับซ้อนและเกิดจากการทำงานของ จุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอน [2] ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolysis) สารอินทรีย์ เช่น เศษผักและเนื้อสัตว์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน แบคทีเรียจะปล่อยเอ็นไซค์เอกซ์ตราเซลลูลาร์ (Extra cellular enzyme) มาช่วยละลายโครงสร้างโมเลกุลอันซับซ้อนให้แตกลงเป็นโมเลกุลเชิงเดี่ยว (Monomer) เช่นการย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส การย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันและการย่อยโปรตีนเป็นกรดอะมิโน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรด (Acidification/Acidogenesis) การย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวเป็นกรดระเหยง่าย (Volatile fatty acid) กรดคาร์บอน แอลกอฮอลล์ คาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenesis) เปลี่ยนกรดระเหยง่ายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทต ซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตก๊าซมีเทน

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanization) กรดอะซิติก และอื่นๆ รวมถึงคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนบางส่วน

ปัจจัยและสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

1. อุณหภูมิ

โดยทั่วไปแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซชีวภาพจะทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 2 ระดับ [1] คือช่วงอุณหภูมิระดับกลางประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือค่าพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับแบคทีเรียในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะอยู่ในช่วง 7.0 - 7.2 ในกรณีที่มีปริมาณมารอินทรีย์มากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ทำให้ค่าพีเอชของระบบลดลงได้

3. ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบจะต้องควบคุมให้เหมาะสมเนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ซึ่งทำให้ค่าพีเอชลดลงและยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย โดยหากพบว่าค่าพีเอชของน้ำหมักมีค่าต่ำกว่า 6.8 ต้องหยุดป้อนสารอินทรีย์เข้าระบบ จนกว่าค่าพีเอชของน้ำหมักจะมีค่าเท่ากับ 6.8 จึงจะป้อนสารอินทรีย์เข้าไปอีครั้ง [1]

4. ชนิดของสารอาหาร

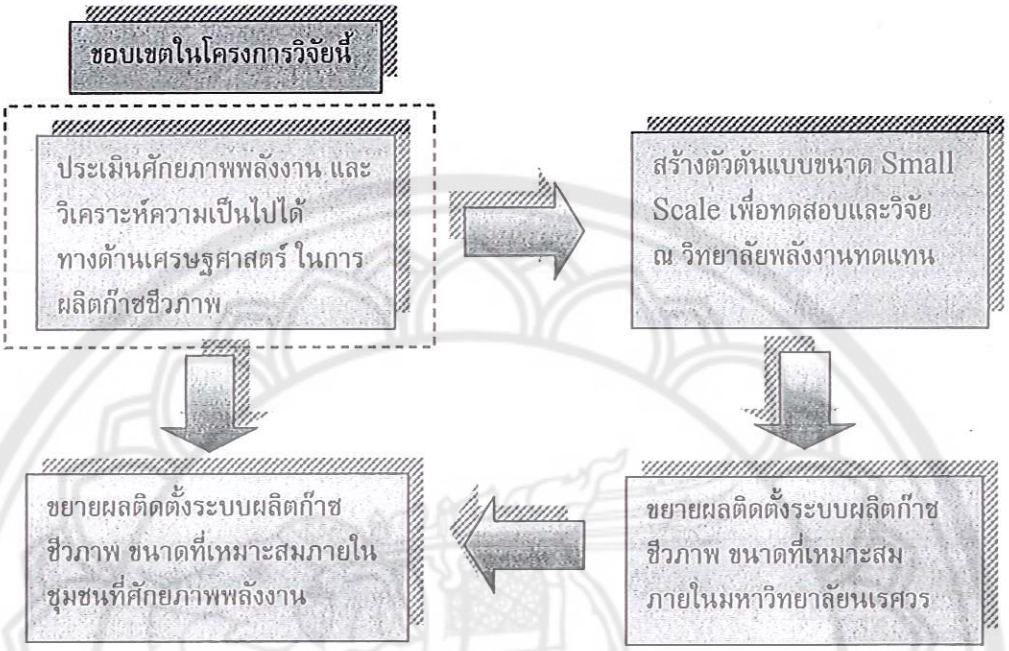
แบคทีเรียต้องการสารอาหารในการเจริญเติบโตที่นอกจากคาร์บอนและไฮโดรเจน ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอื่นๆ ที่จำเป็นในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมกานีส และนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งในสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะมีปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้สมดุลและเพียงพออยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารอาหารใดๆ ลงในสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

5. สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แก่ โลหะหนัก สารพิษ และสารปฏิชีวนะต่างๆ รวมทั้งสารทำความสะอาดซึ่งสามารถยับยั้งกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของแบคทีเรียได้

6. การคลุกเคล้า

การคลุกเคล้าสารอินทรีย์ภายในระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในระบบผลิตได้สัมผัสกับแบคทีเรียอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดก๊าซชีวภาพและยังช่วยลดขนาดของสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลงได้ด้วย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

กัลยา ศรีสุวรรณ วีระศักดิ์ ทองลิมปี เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์ [3] การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธพลของตัวแปร คือ อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR) และ ความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบที่มีซัลเฟสในระบบถังปฏิกรณ์แบบอีจีเอสบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร สูง 8 เมตร ปริมาตร 13 m^3 ในการทดลองใช้น้ำเสียเจือจางของโรงงานน้ำยางข้นเป็นน้ำที่ป้อนเข้าระบบ โดยมีค่าซีโอดีและซัลเฟต อยู่ในช่วง 4,000 – 4,400 mg/L และ 1,000 – 1,500 mg/L ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นแบบแกรนูลจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีของโรงงานอาหารทะเล OLR ที่ใช้ในการทดลอง 3 ค่า คือ 6,8 และ 12 kg COD/m^3.day และความเร็วในการป้อนน้ำเสียเข้าระบบใช้ค่าเช่นเดียวกัน คือ 0.4, 0.6 และ 0.8 m/hr ผลการทดลองที่ OLR 3 ค่า โดยการควบคุม พีเอช ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้อยู่ในช่วง 6.8 – 7.2 จากผลการทดลองพบว่าได้อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด 5.5 m^3/day ที่ OLR 12 kg COD/m^3.day และ 2.7 และ 3.8 m^3/day ที่ OLR 8 และ 6 kg COD/m^3.day ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 65% ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) เท่ากับ 422, 625, และ 810 mg/L ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซเท่ากับ 198,321 262,482 และ 518,025 ppm ตามลำดับ ผลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วที่ค่า OLR คงที่ เท่ากับ 6 kg COD/m^3.day พบว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุดคือ 4.7 m^3/day ที่ความเร็ว 0.8 m/hr และเท่ากับ 3.4 และ 2.6 m^3/day ที่ 0.6 และ 0.4 m/hr ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี เท่ากับ 74%, 67% และ 53% ตามลำดับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแก๊สอยู่ในช่วง 410 – 450 mg/L และ 200,000 – 250,000 ppm อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของ OLR และความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มขึ้นตามความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบเท่านั้น และความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในไบโอก๊าซที่ทำให้คุณภาพของก๊าซชีวภาพลดลงนั้นจะสูงขึ้นตาม OLR เท่านั้น

ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร [4] การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร และมูลสัตว์ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลปริมาณเศษอาหารและมูลสัตว์และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากการศึกษาพบว่า มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณเศษอาหารและมูลสัตว์โดยเฉลี่ยวันละ 989.88 และ 1,716.57 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาขนาดบ่อหมักที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจะได้บ่อหมักขนาด 500 ลูกบาศ์กเมตร จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า จะต้องใช้เงินลงทุนในการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,598,800 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี 3 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 8,605.81 บาท ค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มีค่าเท่ากับ 1 และค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 16.42% ซึ่งพบว่าโครงการนี้มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และคุ้มค่าต่อการลงทุน

ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. [5] ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งพลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะนอกจากจะสามารถใช้ทดแทนพลังงานที่นำเข้าสู่ประเทศไทยได้แล้วยังสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้โดยการเปลี่ยนของเสียไปเป็นก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด (% TS) ในชีวมวล การใช้สารปรับสภาพ รวมทั้งวิธีที่ใช้ในการปรับสภาพชีวมวลก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก ซึ่งดำเนินการภายในชุดการทดลองแบบกะขนาด 1 ลิตร จากผลการทดลอง พบว่าในกรณีที่ไม่มีการปรับสภาพชีวมวลนั้น การใช้ค่าปริมาณของแข็งในใบประดู่เป็น 10% TS ทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 2 wt% เป็นสารปรับสภาพใบประดู่ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก กลับพบว่าการใช้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของใบประดู่ที่ 5% TS ทำให้มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณเกิดขึ้นมากกว่ากรณีที่ไม่มีการปรับสภาพ (ที่ 5% TS) ถึง 10 เท่า และเมื่อพิจารณาถึงสภาวะที่ใช้ในการปรับสภาพชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปริมาณของประดู่ที่ 5% TS พบว่าการผสมใบประดู่ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพร่วมกับน้ำเสียและเอนไซม์เซลลูเลสนั้นให้ก๊าซชีวภาพในปริมาณมากที่สุด

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร [6] การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาศักยภาพการผลิต และใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งในฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยทำการศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามส่งไปถามไปยังฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 104 แห่ง และทำการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน จากการศึกษาข้อมูลพบว่าฟาร์มสุกรทั้งหมด มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,637.11 m^3/day คิดเป็นพลังงาน 1.8 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/วัน ซึ่งในปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ทั้งหมดมีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน 3,091.51 m^3/day และคงเหลือไม่ได้ใช้ประโยชน์ 545.60 m^3/day คิดเป็นร้อยละ 85 และร้อยละ 15 ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ตามลำดับ และเมื่อนำก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งมาอัดลงถังบรรจุขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ที่ความดันเกจ 15 บาร์ ซึ่งได้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่บรรจุในถังเท่ากับ 0.2 และ 0.54 กิโลกรัม คิดเป็นพลังงานในการอัด 0.25 และ 0.26 kW h/kg ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อผ่านระบบอัดก๊าซชีวภาพแล้ว ซึ่งพบว่ามีการลดลงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 15.63% จาก 325 ppm เป็น 297 ppm และทำการทดสอบรถจักรยานยนต์โดยใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด จากการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลือง

เชื้อเพลิงระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่าความเร็วเฉลี่ยที่รถจักรยานยนต์ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ ก๊าซชีวภาพ คือ 80 และ 60 km/hr โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.529 และ 0.618 MJ/km ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกมาพบว่า กรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อยกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 97.42% และ 31.08% ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในไอเสียกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเท่ากับ 35.51% ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ผลประหยัดจากการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนในรถจักรยานยนต์ พบว่า การใช้ก๊าซชีวภาพจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 0.481 baht/km หากมีการใช้รถจักรยานยนต์วันละ 50 km/day และมีต้นทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดและดัดแปลงรถจักรยานยนต์เท่ากับ 21,000 บาท จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.40 ปี

นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และสุมิตรา จรสโรจน์กุล [7] การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC โดยก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็ง (SOFC) โดยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงจะต้องมีระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระบบดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และระบบปฏิรูปมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นกระบวนการแรกของระบบ จากการศึกษาพบว่าก๊าซชีวภาพประกอบด้วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 40 - 50% vol. และก๊าซมีเทน 50 - 60% vol. ซึ่งการออกแบบระบบเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของอัตรการไหลของสารละลาย NaOH และผลกระทบของความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองพบว่าช่วงระยะเวลาประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปรับอัตราการไหลของสารละลาย NaOH ในช่วง 5 ถึง 10 ลิตรต่อนาที และระยะเวลาประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความดันโดยผลการทดลองที่ได้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบป้อนเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งขนาด 1 kW

ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล [8] การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ในบทความนี้เป็นการอิบายวิธีการปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ของกรมการพลังงานทหาร ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้งานก๊าซชีวภาพให้สูงมากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการติดตั้งถังกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถังดักน้ำออกจากท่อส่งก๊าซและถังเก็บก๊าซชีวภาพเพิ่มเติม โดยความดันก๊าซชีวภาพสูงสุดที่บรรจุเท่ากับ 3 บาร์ ซึ่งสูงกว่าความดันที่ถังหมักก๊าซชีวภาพประมาณ 20 เท่า ผลที่ได้จากการปรับปรุงคือ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์มากขึ้นและสามารถบรรจุแบบสะสมลงในถังเก็บจนถึงระดับความดันสูงสุด ภายในระยะเวลา 3 วัน เมื่อนำก๊าซชีวภาพจากถังเก็บไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร พบว่า สามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องที่อัตราการไหลเฉลี่ย 16 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 120 นาที หรือมีระยะเวลาการใช้เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 6 เท่า และความดันที่สูงขึ้นยังส่งผลให้พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้สูงขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถประกอบอาหารได้หลากหลายประเภทมากยิ่งขึ้นอีกด้วยโดยปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG ได้ประมาณเดือนละ 8.83 กิโลกรัม

กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ [9] การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารที่มีความแตกต่างกันของกรณีตัวอย่างคือ ระบบ CSTR แบบแห้ง ระบบ CSTR แบบ1- ขั้นตอนและ ระบบ CSTR แบบ AMP ซึ่งทั้ง 3 ระบบมีขนาดการรองรับเศษอาหารใกล้เคียงกันคือประมาณ

200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน โดยศึกษาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและการลงทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน มีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนคือ อัตราผลตอบแทน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่ากลิ่น อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมพร้อมยังเป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารในขนาด 200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน เดินระบบ 365 วัน/ปี อายุของโครงการ 15 ปี ให้แก๊สชีวภาพโดยเฉลี่ย 4,147 กิโลกรัม (แก๊ส)/ปี มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุน

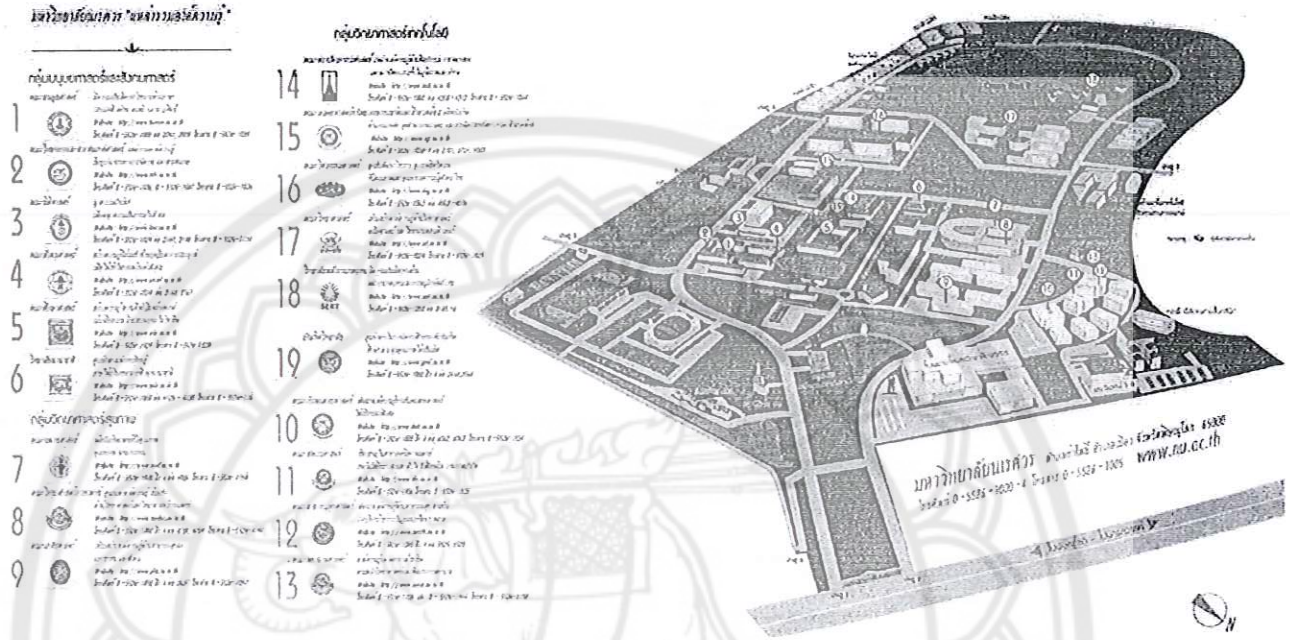
ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง [10] การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย ในบทความนี้เป็นการศึกษาการหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยมีวัตถุประสงค์โครงการ เพื่อศึกษาออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนและ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักดังนี้คือ น้ำ มูลโค เปลือกกล้วย มีอัตราส่วนผสมคือน้ำ 3 ส่วน เปลือกกล้วย 5 ส่วน มูลโค 2 ส่วน โดยปริมาตร ซึ่งเติมลงไปทั้งหมดรวมเป็น 1,000 ลิตร ถังที่ใช้ในการหมักมีขนาด 1,600 ลิตร ระยะเวลาในการทดลอง 49 วัน ขณะทำการทดลองได้เก็บผลการทดลองทุก ๆวัน วันละ 3 ครั้ง เพื่อสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซชีวภาพ และจากผลการทดลองพบว่า การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีอุณหภูมิภายในถัง 20-40 องศาเซลเซียส และพบว่ากระบวนการในการเกิดก๊าซภายในถังก็เป็นไปตามขั้นตอนในการเกิดก๊าซคือ ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยสังเกตขนาดของเปลือกกล้วยมีขนาดเล็กลงปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในถังหมักเริ่มมีความ เป็นกรด และแบคทีเรีย เพื่อที่จะทำหน้าที่ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก จะได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยแบคทีเรียจะสร้างกรดนี้ขึ้นมาจากขั้นตอนนี้จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะปนอยู่ในก๊าซชีวภาพ ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน จะอยู่ในระหว่างกรดอะซิติกกับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจน ปฏิกิริยานี้จะปราศจากออกซิเจน ถ้ามีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยจะทำให้แบคทีเรียหยุดการเจริญเติบโตช่วงของก๊าซที่สามารถติดไฟได้ ช่วง 36-49 วันของการหมัก

ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล [11] การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ เนื่องจากหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงถึง 9 ตัน/ไร่/ปี และยังสามารถทนอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้อีกด้วย หญ้าเนเปียร์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 30.19% (น้ำหนักแห้ง) โปรตีนรวม 27.00% (น้ำหนักแห้ง) พลังงานรวม 313.45 kcal 100 g^{-1} (น้ำหนักแห้ง) และยังมีปริมาณเซลลูโลสในปริมาณที่สูง ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพได้ดี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้ ในขั้นแรกจะทำการปรับสภาพ (pre-treatment) หญ้าเนเปียร์ทางกายภาพ ซึ่งการปรับสภาพนั้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายหญ้าเนเปียร์เป็นก๊าซชีวภาพได้ดียิ่งขึ้น การปรับสภาพทางกายภาพนั้นทำโดยการบดให้มีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร จากนั้นนำหญ้าที่ผ่านการปรับสภาพ หมักในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน โดยการหมักนั้นจะกำหนดปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดของหญ้าที่ 5% 10% และ 15% ผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งกำหนดค่า F/M ที่ 3.1 หมักที่อุณหภูมิ 37.0 ^{o}C ทำการติดตามวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหย ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ปริมาณก๊าซรวม ปริมาณมีเทนสะสม และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณผลผลิตก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักหญ้าเนเปียร์ จากผลการทดสอบการนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพนั้น พบว่า ที่ปริมาณของแข็ง 5% นั้นได้ก๊าซมีเทน 53% ปริมาณของแข็ง 10% นั้นได้ก๊าซมีเทน 43% และปริมาณของแข็ง 15% นั้นได้ก๊าซมีเทน 26.22% จากการทดสอบพบว่าหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้เป็นพืชพลังงานอีกตัวหนึ่ง

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นในการประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการในการผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชนมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

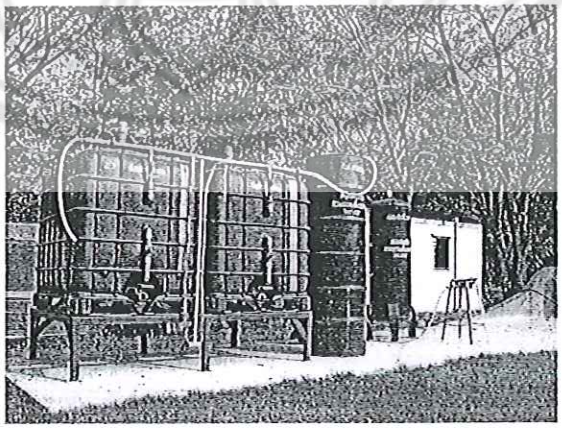
ผลการวิจัย

1. วิเคราะห์ข้อมูลศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

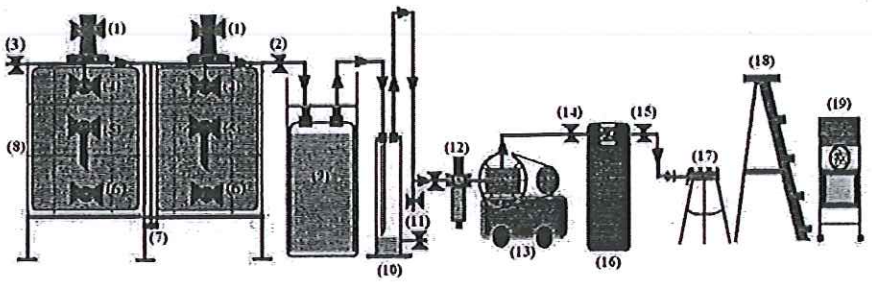


รูปที่ 2 แผนที่คณะต่าง ๆ ภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

จากการศึกษาข้อมูลศักยภาพพลังงานโดยเฉพาะเศษอาหารที่เหลือจากโรงอาหารในแต่ละวัน จะมีจุด**ใหญ่ ๆ** ทั้งหมด 3 จุดที่มีเศษอาหารเหลือโดยประมาณ 100-200 กิโลกรัมต่อวัน คือ โรงอาหารที่อาคารขวัญเมือง, โรงอาหารที่คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ และที่อาคารกองบริการการศึกษา โดยภาพรวมทั้งมหาวิทยาลัยฯ **จะเหลือ** เศษอาหารประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน



รูปที่ 3 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร



(1) วาล์วเติมเศษอาหาร	(8) ถังหมักก๊าซชีวภาพ	(15) วาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพ
(2) วาล์วปล่อยก๊าซ	(9) ถังเก็บก๊าซชีวภาพ	(16) ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ
(3) วาล์วระบายก๊าซทิ้ง	(10) ถังสักน้ำ	(17) หัวเตาก๊าซชีวภาพ
(4) วาล์วควบคุมการปล่อยก๊าซ	(11) วาล์วน้ำทิ้ง	(18) บันไดอลูมิเนียม
(5) วาล์วน้ำล้น	(12) อุปกรณ์ตักความชื้น	(19) เครื่องบดเศษอาหาร
(6) วาล์วล้างระบบ	(13) ปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ	
(7) บารอมิเตอร์	(14) วาล์วอัดก๊าซชีวภาพ	

รูปที่ 4 อุปกรณ์ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

วัตถุดิบผสมน้ำที่ป้อนเข้าสู่ระบบรวมเรียกว่า สานขั้นเหลว ซึ่งปริมาณสารขั้นเหลวนี้จะเป็นตัวแปรที่สำคัญระบบ โดยปริมาณสารขั้นเหลวที่เหมาะสมของโรงผลิตก๊าซชีวภาพแบบต่อเนื่องควรจะมีปริมาณของแข็งอยู่ร้อยละ 5-10 ถ้าต้องการปริมาณสารขั้นเหลวของระบบที่มีของแข็งร้อยละ 8 จะต้องนำมูลวัวสดผสมกับน้ำอัตราส่วน 1 : 1.5 โดยมูลวัวสดประกอบด้วยของแข็งร้อยละ 20 น้ำร้อยละ 80

โดย จากสูตรการหาความชื้น MC (%wb) = [(w-d)/w]

เมื่อ MC คือ ความชื้นมาตรฐานเปียก, ทศนิยม

w คือ น้ำหนักของวัตถุดิบ, กิโลกรัม

d คือ มวลแห้งขแงวัตถุดิบ หรือของแข็งในวัตถุดิบ, กิโลกรัม

มูลวัวสดมีน้ำหนัก 100 กิโลกรัม โดยกำหนด ของแข็งร้อยละ 20 และ น้ำร้อยละ 80 จะได้ w = 100 kg และ d = 20 kg จะได้

$$MC = (100-20)/100$$

$$= 0.80$$

นั่นคือ มูลวัวสดมีความชื้นร้อยละ 80 แสดงว่า มีของแข็งร้อยละ 20 โดยต้องการสารขั้นเหลวที่มีของแข็งร้อยละ 8 (ความชื้นร้อยละ 92) ซึ่งหมายความว่า ต้องเติมน้ำให้กับระบบ ดังนั้นดังนั้นน้ำหนักของสารขั้นเหลวทั้งหมด คือ 250 kg โดยที่ปริมาณของแข็งไม่เปลี่ยนแปลงคือ 20 กิโลกรัมสามารถแทนค่าในสูตรได้ดังนี้

$$0.92 = (w-20)/w$$

$$W = 250 \text{ kg}$$

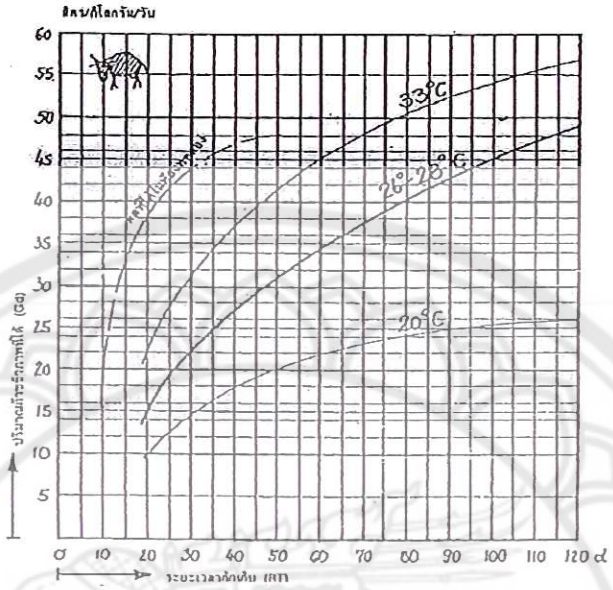
แสดงว่าต้องเติมน้ำให้กับระบบอีก 250 -100 =150 กิโลกรัม หรือนำมูลวัวสดความชื้นร้อยละ 80 ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 1.5 เพื่อให้ได้สารขั้นเหลวที่มีของแข็งร้อยละ 8

ปริมาตรถังย่อยสลาย 2000 ลิตร มีปริมาณสารขั้นเหลว 40 ลิตร ซึ่งเป็นการป้อนเศษอาหารทุกวัน ระยะเวลาการกักเก็บสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$RT \text{ (วัน)} = Vd \text{ (ลิตร)} / Sd \text{ (ลิตรต่อวัน)}$$

กรณีที่มีการป้อนสารขั้นเหลวทุกวัน Sd = S = 40 ลิตร ดังนั้น ระยะเวลากักเก็บเท่ากับ 2000 ลิตร / 40 ลิตร ต่อวัน = 50 วัน

อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ มูลวัว ปริมาณก๊าซ 0.036 m^3 ต่อ กิโลกรัม ส่วนประกอบของแก๊สมีเทนที่ผลิตได้จากหญ้า 70% และขยะจากครัว 50% (ก๊าซชีวภาพ 1 ลบ.ม. เทียบเท่า LPG 0.46 กิโลกรัม)



รูปที่ 5 ปริมาณก๊าซที่ผลิตได้จากมูลวัวที่สภาวะต่างๆ [12]

จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมูลสัตว์จะใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักตอนเริ่มแรกและเน้นเศษอาหารที่คาดว่าจะมีเหลือในแต่ละวันอย่างเพียงพอจากการสำรวจพบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันจะถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำกลับบ้านเพื่อให้สุนัข และมีผู้รับเหมามารับเพื่อเป็นอาหารหมู เป็นต้น ทำให้พิจารณาโดยภาพรวมไม่มีเศษอาหารเหลือในแต่ละวันเพราะถูกบริหารจัดการไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การบริหารจัดการ และนำมาผลิตเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวันจะถูกนำไปบริหารจัดการในรูปแบบอื่น ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การบริหารจัดการ และนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนทุนวิจัยจากเงินกองทุนวิจัยงบประมาณรายได้ประจำปี 2555 ขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทน ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่ติดตั้งระบบฯ และอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] คู่มือการเดินระบบและใช้งานถังหมักก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์. (2550). กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[2] Training Material of Biogas Technology, "Biochemistry and Microbiology of Biogas Fermentation", International Training Workshop on Biogas Technology for Developing Countries, Yunnan Nomal University, China, 2010.

[3] กัลยา ศรีสุวรรณ, วีระศักดิ์ ทองลิมปี, เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[4] ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[5] ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[6] ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์.การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[7] นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และ สุมิตรา จรสโรจน์กุลไ (2554). การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[8] ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล. (2554). การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[9] กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ. (2554). การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[10] ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง. (2554). การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[11] ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[12] ศิรินุช จินดารักษ์. (2551). การเปลี่ยนรูปชีวมวลเป็นพลังงาน. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

การใช้เศษอาหาร มูลสัตว์ และเศษหญ้าสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร.สหัถยา ทองสาร
นายบงกช ประสิทธิ์
นักวิจัย

28-29 กรกฎาคม 2556

วิทยาลัยพลังงานทดแทน
มหาวิทยาลัยนเรศวร

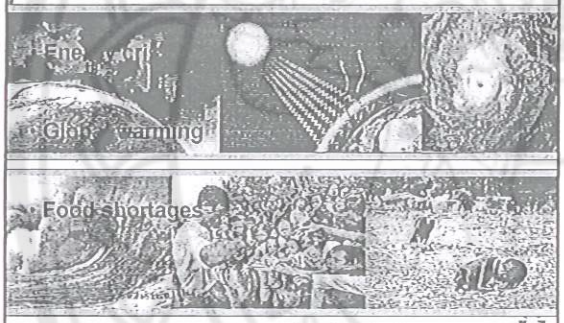
http://www.sert.nu.ac.th

หัวข้อการนำเสนอ

- ความสำคัญและที่มาของการวิจัย
- วัตถุประสงค์
- ขอบเขตการวิจัย
- วิธีการดำเนินการวิจัย
- ผลการวิจัย
- สรุปผลการวิจัย

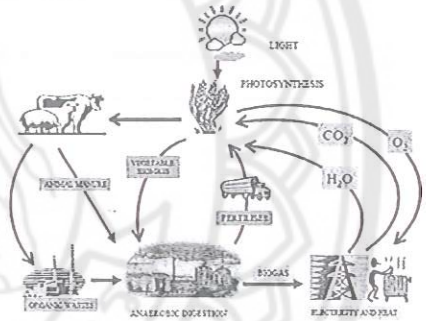
School of Renewable Energy Technology, Naresuan University SERT

Problems on Using Fossil Fuel

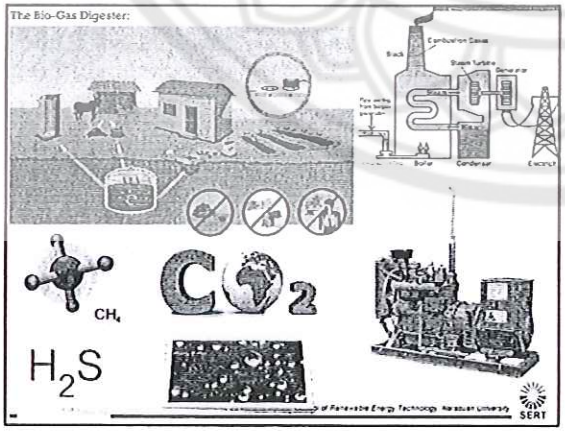


School of Renewable Energy Technology, Naresuan University SERT

Biogas in the natural cycle

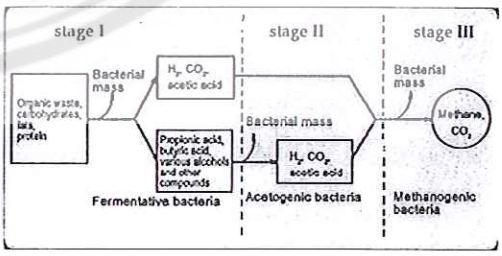


The Bio-Gas Digester:



School of Renewable Energy Technology, Naresuan University SERT

กระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ



School of Renewable Energy Technology, Naresuan University SERT

กระบวนการเกิดก๊าซมีเทน

1. ขั้นตอนไฮโดรไลซิส $n(C_6H_{10}O_5) + H_2O \longrightarrow n(C_6H_{12}O_6)$
(glucose, cellulose → glucose)

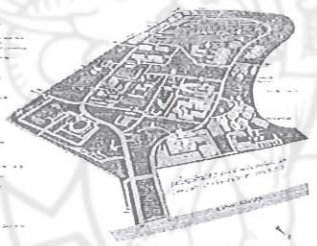
2. ขั้นตอนการเกิดกรด ($C_6H_{12}O_6$) → $CH_3CH(OH)COOH$
(fatty acids, alcohols, glucose → lactic acid)

3. ขั้นตอนการเกิดมีเทน
$4H_2 + CO_2 \longrightarrow 2H_2O + CH_4$
$CH_3CH_2OH + CO_2 \longrightarrow CH_3COOH + CH_4$
$CH_3COOH \longrightarrow CO_2 + CH_4$
$CH_3CH_2CH_2COOH + H_2O + CO_2 \longrightarrow CH_3COOH + CH_4$

สิ่งที่ได้จากกระบวนการหมักย่อยสลาย

ชนิดของก๊าซ	ปริมาณ
มีเทน	50-60%
คาร์บอนไดออกไซด์	25-35%
ไนโตรเจน	2-7%
ไฮโดรเจน	1-5%
คาร์บอนมอนอกไซด์	เล็กน้อย
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	เล็กน้อย
ก๊าซอื่นๆ	เล็กน้อย

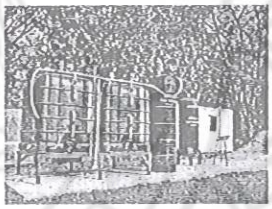
พื้นที่ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร



มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 1,300 ไร่
ประชากรนิสิตนักศึกษามากกว่า 30,000 คน

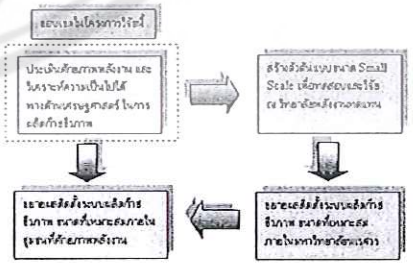
วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร



ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

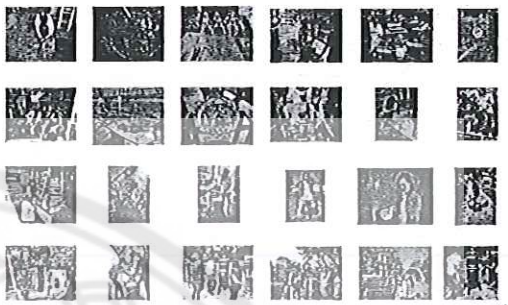
ขอบเขตการวิจัย



วิธีการดำเนินการวิจัย

วิธีการทดลองการหมักเป็นการหมักแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) และปัจจัยที่ควบคุม คืออุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าไปในระบบผลิตก๊าซชีวภาพ และชนิดของสารอาหาร

ภาพกิจกรรมการทดลอง



ภาพกิจกรรมการดำเนินการวิจัย

- การติดตั้งระบบ
- การสำรวจและหาวัตถุดิบ มูลสัตว์ เศษอาหาร เศษหญ้า
- การจัดการวัตถุดิบ
  - มูลสัตว์ นำมาผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1: 1.5 เพื่อเป็นเชื้อในการช่วยย่อยสลายเริ่มต้นในถังหมัก
  - เศษอาหาร นำเศษอาหารมาจากโรงอาหารต่าง ภายในมหาวิทยาลัยฯ ที่ทำการสำรวจ
  - นำมาบด
  - ผสมกับน้ำในอัตราส่วน 1 : 1 นำเติมในระบบฯ
- เศษหญ้าทดลองกับ Lab small scale เพื่อดูแนวโน้มการผลิตก๊าซชีวภาพ

ภาพกิจกรรมการดำเนินการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

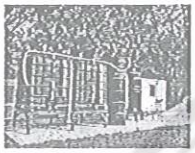
จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยมูลสัตว์จะใช้เป็นวัตถุดิบในการหมักตอนเริ่มแรกและเน้นเศษอาหารที่คาดว่าจะมีเหลือในแต่ละวันอย่างเพียงพอ จากการสำรวจพบว่า วัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพ ขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือโดยภาพรวมประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน จะถูกนำไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่น นำกลับบ้านเพื่อให้สุนัข และมีผู้รับเหมามารับเพื่อเป็นอาหารหมู เป็นต้น ทำให้พิจารณาโดยภาพรวมไม่มีเศษอาหารเหลือในแต่ละวันเพราะถูกบริหารจัดการไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริหารจัดการ และนำมาผลิตเป็นพลังงานก๊าซชีวภาพได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี และผลการศึกษาองค์ประกอบก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีเทนต่อคาร์บอนไดออกไซด์ เท่ากับ 50.8% : 44.3% ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.89

ข้อมูลจากการทดสอบ

- ปริมาตรก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในแต่ละประมาณ 0.05-0.06 m^3/day
- 1 week จึงเริ่มการเกิดการผลิตก๊าซชีวภาพ
- CH_4 50.4-51.2%
- Pressure 1.06 Bar
- pH 6.89
- Mass flow rate 0.0004875 m^3/s
- ค่าความชื้นในเนื้อก๊าซชีวภาพ 81.60%; 70.30%; 65.4% โดยค่าความชื้นสามารถลดลงเมื่อผ่านระบบ Cleaning 22.58%
- สามารถเผาไหม้ได้นาน 20 นาที ที่ อัตราการไหลของก๊าซชีวภาพ 4.8×10^{-5} m^3/s

สรุปผลการวิจัย

จากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าจังหวัดจึงมีปริมาณที่เพียงต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร แต่เนื่องจากเศษอาหารที่เหลือใช้จากภาชนะประมาณ 500 กิโลกรัมต่อวัน จะถูกนำไปบริหารจัดการในรูปแบบอื่น ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริหารจัดการ และนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ล้านบาทต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี



School of Renewable Energy Technology, Naresuan University

SERT

Thank You

อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ

เชื้อเพลิงที่ใช้	ปริมาณก๊าซ / kg (m³)	ปริมาณก๊าซ / ตัวต่อวัน (m³)
มูลวัว / ควาย	0.036	0.384
อุจจาระ (Night soils)	0.070	0.028
มูลสุกร (หนัก 45 kg)	0.748	0.176
มูลสัตว์ปีก (หนัก 2 kg)	0.062	0.011

ส่วนประกอบของมีเทนที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ

วัสดุดิบ	ส่วนประกอบมีเทน (%)
หญ้า	70
มูลสุกร	67
มูลวัว มูลควาย	65
ลาหร้าย	63

ส่วนประกอบของมีเทนที่ผลิตได้จากวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ (ต่อ)

วัสดุดิบ	ส่วนประกอบมีเทน (%)
มูลสัตว์ปีก (เป็ด ไก่ ห่าน)	60
ฟาง	59
โปโล้	58
มูลจากฟาร์มทั่วไป	**55**
ผักตบชวา	**52**
ขยะจากครัว	**50**

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สำนักงานอธิการบดี กองบริหารการวิจัย งานการจัดการผลผลิตการวิจัย โทร.๘๖๔๑

ที่ ศธ ๐๕๒๗.๐๑.๓๓(๔)/ว๑๒๖๔ **วันที่** ๑๘ เมษายน ๒๕๕๖

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอผลงานทางวิชาการและการตีพิมพ์ผลงาน การประชุมทางวิชาการนเรศวรวิจัย ครั้งที่ ๙

เรียน นายบงกช ประสิทธิ์

ตามที่ท่านสมัครเข้าร่วมนำเสนอผลงาน ในการประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๙ **"ความรู้สู่เชิงพาณิชย์ นำเศรษฐกิจไทยก้าวไกลอาเซียน"** ในระหว่างวันอาทิตย์ที่ ๒๘ – วันจันทร์ที่ ๒๙ กรกฎาคม ๒๕๕๖ ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ ๗๒ พรรษาฯ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก โดยส่งผลงาน งานวิจัย เรื่องการประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร เข้าร่วมนำเสนอประเภท Oral Presentation

ในการนี้ คณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาผลงานของท่านเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งให้ท่านทราบว่าผลงานวิจัยของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอผลงานและตีพิมพ์ลงใน Proceedings การประชุมทางวิชาการ "นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ ๙

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ ทั้งนี้ ท่านสามารถตรวจสอบกำหนดการนำเสนอและรายละเอียดการเตรียมข้อมูลการนำเสนอได้ทางเว็บไซต์ http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภูพงษ์ พงษ์เจริญ)
รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย

แบบแสดงข้อมูลการเข้าร่วมการประชุมทางวิชาการ
"นเรศวรวิจัย" ครั้งที่ 9: "ความรู้สู่เชิงพาณิชย์ นำเศรษฐกิจไทยก้าวไกลอาเซียน"
วันที่ 28 - 29 กรกฎาคม 2556 ณ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

****

คำชี้แจง ขอให้ท่านตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลในส่วนที่ 1-3 หากไม่ถูกต้องหรือต้องการแก้ไข ขอให้ติดต่อกลับมาที่กอง บริหารการวิจัย ภายในวันที่ 30 มิถุนายน 2556

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐาน

ชื่อ-สกุล	นายบงกช ประสิทธิ์
สังกัดหน่วยงาน	วิทยาลัยพลังงานทดแทน
โทรศัพท์(มือถือ)	0836259396
E-mail	micky_sert@hotmail.com

ส่วนที่ 2 การเข้าร่วมงานเลี้ยง (28 ก.ค. 56 เวลา 17.30 น.)

ไม่เข้าร่วม

ส่วนที่ 3 นำเสนอผลงาน

ประเภทผลงาน	งานวิจัย
ประเภทการนำเสนอ	Oral
ชื่อเรื่อง	การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร
กลุ่มสาขา	กลุ่มเกษตรศาสตร์และชีววิทยา
การตีพิมพ์	Proceedings
ภาค	ภาคภาษาไทย

รายละเอียดอื่น ๆ

การชำระเงิน	การนำเสนอผลงาน Oral	การนำเสนอผลงาน Poster
ชำระเงินในอัตราปกติ นักวิจัย 2,000 บาท นิสิต/นักศึกษา 1,000 บาท ได้ตั้งแต่วันนี้ ถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2556 *หากไม่ชำระเงินภายในวันที่กำหนดจะถูกตัดสิทธิ์การตีพิมพ์ลง Proceeding* *รายละเอียดการชำระค่าลงทะเบียน* ชื่อบัญชี : Naresuan Research Conference หมายเลขบัญชี : 346-1-55713-5 ประเภทบัญชี : ออมทรัพย์ ธนาคาร : กรุงศรีอยุธยา สาขา : มหาวิทยาลัยนเรศวร * นักวิจัยภายในสามารถมาชำระที่กองบริหารการวิจัยได้	- ระยะเวลาในการนำเสนอเรื่องละ 15 นาที นำเสนอ 10 นาที ซักถาม 5 นาที	- ติดตั้ง Poster ได้ตั้งแต่วันที่ 28 ก.ค. 56 เวลา 8.00 – 12.00 น. - Present วันที่ 29 ก.ค. 56 เวลา 10.30 -12.30 น. - จัดเก็บ Poster วันที่ 29 กรกฎาคม 2556 เวลา 15.00 น. เป็นต้นไป * ขนาดของ Board สำหรับติดตั้ง Poster สูง 200 * กว้าง 80 CM ** สามารถ Download Template Poster ได้ที่เว็บไซต์ http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

กองบริหารการวิจัย มหาวิทยาลัยนเรศวร ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
โทรศัพท์ 0 55 968 8641 Fax 055 968636 :email : nuresearch9@gmail.com เว็บไซต์ : http://dra.research.nu.ac.th/nurc9/

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

บงกช ประสิทธิ์ และสหัถยา ทองสาร

Feasibility of economic evaluation of biogas production in Naresuan University area

Bongkot Prasit and Sahataya Thongsan

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000
School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
*Corresponding author, E-mail address: micky_sert@hotmail.com (B. Prasit)

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ซึ่งวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรโดยระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ทำการติดตั้งอยู่ที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

Abstract

Biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University which is to manage the waste properly and systematically. To encourage the production of energy within the university community and also as a model for the collection. Including the management of food waste and other organic waste. That can be used to produce energy to continue. The objective was to analyze the economic feasibility of biogas in the Naresuan University area. The biogas system power size 2000 litters was installated at School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok,Thailand. The result of this research were shown that the economic feasibility of biogas in the Naresuan University area are well worth the investment, with a payback period of 2.6 years.

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

บงกช ประสิทธิ์ และ สหัถยา ทองสาร

Feasibility of economic evaluation of biogas production in Naresuan University area

Bongkot Prasit and Sahataya Thongsan

วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 65000

School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand

* Corresponding author, E-mail address: micky_sert@hotmail.com (B. Prasit)

บทคัดย่อ

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้ซึ่งวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร โดยระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ทำการติดตั้งอยู่ที่วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

Abstract

Biogas production from food waste with animal dung and organic waste in Naresuan University which is to manage the waste properly and systematically. To encourage the production of energy within the university community and also as a model for the collection. Including the management of food waste and other organic waste. That can be used to produce energy to continue. The objective was to analyze the economic feasibility of biogas in the Naresuan University area. The biogas system power size 2000 litters was installated at School of Renewable Energy Technology (SERT), Naresuan University, Phitsanulok,Thailand. The result of this research were shown that the economic feasibility of biogas in the Naresuan University area are well worth the investment, with a payback period of 2.6 years.

บทนำ

จากปัญหาวิกฤตการณ์ทางด้านพลังงานส่งผลกระทบต่อประชากรทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยที่กำลังเผชิญกับปัญหาในด้านพลังงานอย่างหลีกเลี่ยงมิได้เช่นกันโดยมีความจำเป็นต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศ ทำให้สูญเสียเงินตราออกนอกประเทศเป็นจำนวนมาก ดังนั้นเพื่อลดการนำเข้าพลังงานทางหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐ และเอกชนจึงมีการศึกษาแหล่งพลังงานทดแทน (Renewable Energy) อื่นที่ได้จากทรัพยากรที่มีในพื้นที่ และก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงทดแทนชนิดหนึ่งที่มีการผลิตและใช้งานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตก๊าซชีวภาพมีอยู่เป็นจำนวนมาก และจำเป็นต้องกำจัดเพื่อลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม เช่น เศษอาหาร และ ขยะอินทรีย์ เป็นต้น ดังนั้นสถานประกอบการที่มีปริมาณ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่นจำนวนมากจึงเหมาะแก่การผลิตก๊าซชีวภาพเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน

มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 1,300 ไร่ ซึ่งภายในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยประกอบด้วยคณะและหน่วยงานต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก และมีประชากรมากกว่า 30,000 คน อาศัยอยู่ภายในเขตพื้นที่ของมหาวิทยาลัย ซึ่งการดำเนินชีวิตของผู้คนในหลาย ๆ กิจกรรมก่อให้เกิดขยะจำพวกเศษอาหารขึ้นจำนวนมาก อีกทั้งในพื้นที่ของมหาวิทยาลัยฯ มีโรงอาหาร และร้านอาหารบริเวณรอบมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งในแต่ละวันมีปริมาณเศษอาหารดังกล่าวเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก เศษอาหารดังกล่าวหากไม่มีการจัดการกำกัดอย่างถูกวิธี จะก่อให้เกิดก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซเรือนกระจกทำให้มีผลกระทบในเรื่องภาวะโลกร้อนได้ และส่งปัญหาเรื่องกลิ่น ดังนั้นเพื่อให้เกิดการใช้ประโยชน์จากของเสียในการผลิตพลังงาน คณะทีมวิจัยมีความสนใจในเรื่องของการจัดการเศษอาหาร และขยะอินทรีย์ที่มีในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญที่สุดในการนำของเสียมาใช้ประโยชน์ คือแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ เพื่อสามารถนำของเสียมาใช้ได้อย่างคุ้มค่าซึ่งจะต้องทำการศึกษาแนวทางที่เหมาะสมในการรวบรวมขยะภายในมหาวิทยาลัย และเมื่อได้ปริมาณที่รวบรวมได้ทั้งหมดจะนำไปศึกษาความเป็นไปได้ในการก่อสร้างสถานที่ผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นใช้ภายในมหาวิทยาลัยฯ ซึ่งนับว่าเป็นการจัดการขยะที่มีอยู่ในชุมชนบริเวณรายรอบมหาวิทยาลัยฯ ให้มีมูลค่ามากขึ้น เป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

วัตถุประสงค์งานวิจัย

- เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ขอบเขตของงานวิจัย

วิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ทฤษฎี และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

การเกิดก๊าซชีวภาพ

ก๊าซชีวภาพจะเกิดในสภาวะการหมักสารอินทรีย์ที่ไร้ออกซิเจน (Anaerobic Environment) จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) จะเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายให้กลายเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) ประมาณ 60-70% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ประมาณ 28-38% และก๊าซอื่น ๆ ประมาณ 2% ซึ่งกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) [1] ดังนั้นการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์จึงอาศัยหลักการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังกล่าว โดยเป็นระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในถังปิดสนิทที่มีแบคทีเรียชนิดที่ไม่ใช้ก๊าซออกซิเจนในการย่อยสลายขยะอินทรีย์ ทำให้ได้ก๊าซชีวภาพซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญ

คือ ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนั้นยังได้สารปรับสภาพดิน (Soil Conditioner) หรือปุ๋ยอินทรีย์ ซึ่งเป็นกากตะกอนที่เกิดขึ้นภายหลังจากกระบวนการหมักอีกด้วย

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพ

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพมีความสลับซับซ้อนและเกิดจากการทำงานของ จุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งสามารถสรุปได้ 4 ขั้นตอน [2] ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ (Hydrolysis) สารอินทรีย์ เช่น เศษผักและเนื้อสัตว์ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน แบคทีเรียจะปล่อยเอ็นไซค์เอกซ์ตราเซลลูลาร์ (Extra cellular enzyme) มาช่วยละลายโครงสร้างโมเลกุลอันซับซ้อนให้แตกลงเป็นโมเลกุลเชิงเดี่ยว (Monomer) เช่นการย่อยสลายแป้งเป็นน้ำตาลกลูโคส การย่อยสลายไขมันเป็นกรดไขมันและการย่อยโปรตีนเป็นกรดอะมิโน

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรด (Acidification/Acidogenesis) การย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวเป็นกรดระเหยง่าย (Volatile fatty acid) กรดคาร์บอน แอลกอฮอลล์ คาร์บอนไดออกไซค์ แอมโมเนีย และไฮโดรเจน

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างกรดอะซิติก (Acetogenesis) เปลี่ยนกรดระเหยง่ายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทต ซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตก๊าซมีเทน

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างก๊าซมีเทน (Methanization) กรดอะซิติก และอื่นๆ รวมถึงคาร์บอนไดออกไซค์และไฮโดรเจนบางส่วน

ปัจจัยและสภาวะแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ

1. อุณหภูมิ

โดยทั่วไปแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซชีวภาพจะทำงานได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 2 ระดับ [1] คือช่วงอุณหภูมิระดับกลางประมาณ 25-40 องศาเซลเซียส และช่วงอุณหภูมิสูงประมาณ 50-60 องศาเซลเซียส ซึ่งโดยทั่วไปอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง หรือค่าพีเอชที่มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับแบคทีเรียในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะอยู่ในช่วง 7.0 - 7.2 ในกรณีที่มีปริมาณมารอินทรีย์มากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ทำให้ค่าพีเอชของระบบลดลงได้

3. ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบจะต้องควบคุมให้เหมาะสมเนื่องจากปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไปจะก่อให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ซึ่งทำให้ค่าพีเอชลดลงและยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย โดยหากพบว่าค่าพีเอชของน้ำหมักมีค่าต่ำกว่า 6.8 ต้องหยุดป้อนสารอินทรีย์เข้าระบบ จนกว่าค่าพีเอชของน้ำหมักจะมีค่าเท่ากับ 6.8 จึงจะป้อนสารอินทรีย์เข้าไปอีกครั้ง [1]

4. ชนิดของสารอาหาร

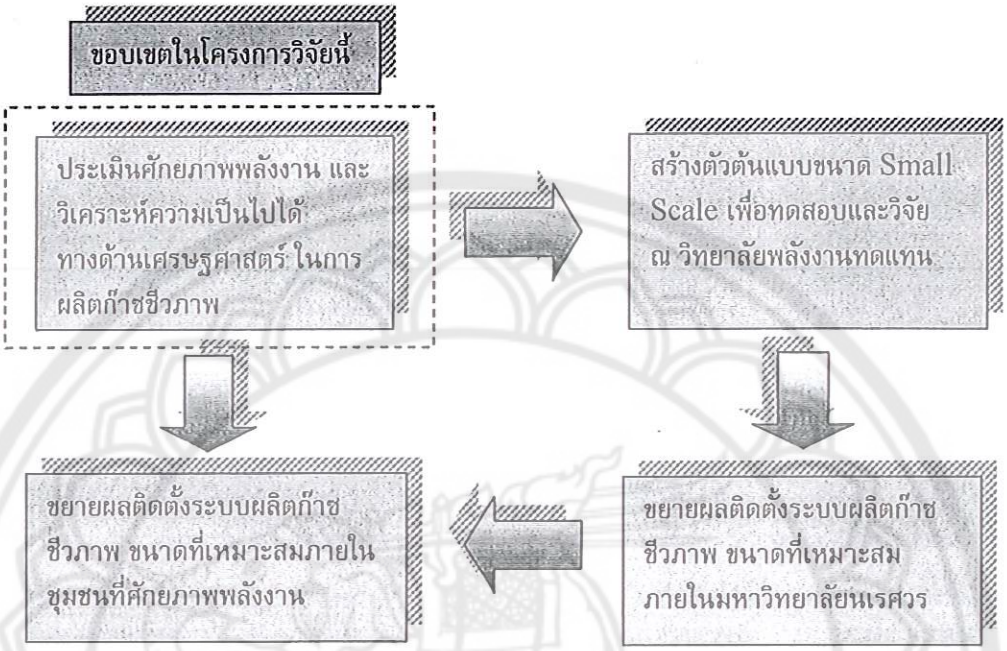
แบคทีเรียต้องการสารอาหารในการเจริญเติบโตที่นอกจากคาร์บอนและไฮโดรเจน ได้แก่ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ ฟอสฟอรัส โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และธาตุอื่นๆ ที่จำเป็นในปริมาณน้อย เช่น เหล็ก แมกานีส และนิกเกิล เป็นต้น ซึ่งในสารอินทรีย์โดยทั่วไปจะมีปริมาณธาตุอาหารเหล่านี้สมดุลและเพียงพออยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องเติมสารอาหารใดๆ ลงในสารอินทรีย์เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

5. สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ได้แก่ โลหะหนัก สารพิษ และสารปฏิชีวนะต่างๆ รวมทั้งสารทำความสะอาดซึ่งสามารถยับยั้งกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของแบคทีเรียได้

6. การคลุกเคล้า

การคลุกเคล้าสารอินทรีย์ภายในระบบผลิตก๊าซชีวภาพมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากจะทำให้สารอินทรีย์ที่อยู่ในระบบผลิตได้สัมผัสกับแบคทีเรียอย่างทั่วถึง ซึ่งเป็นการกระตุ้นการเกิดก๊าซชีวภาพและยังช่วยลดขนาดของสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ให้เล็กลงได้ด้วย



รูปที่ 1 กรอบแนวคิดโครงการวิจัย

กัลยา ศรีสุวรรณ วีระศักดิ์ ทองลิมป์ เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์ [3] การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี ซึ่งงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธพลของตัวแปร คือ อัตราภาระบรรทุกสารอินทรีย์ (Organic Loading Rate, OLR) และ ความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบที่มีซัลเฟสในระบบถังปฏิกรณ์แบบอีจีเอสบีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เมตร สูง 8 เมตร ปริมาตร 13 m^3 ในการทดลองใช้น้ำเสียเจือจางของโรงงานน้ำยางข้นเป็นน้ำที่ป้อนเข้าระบบ โดยมีค่าซีโอดีและซัลเฟต อยู่ในช่วง 4,000 ถึง 4,400 mg/L และ 1,000 ถึง 1,500 mg/L ตามลำดับ จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นแบบแกรนูลจากระบบบำบัดน้ำเสียแบบยูเอเอสบีของโรงงานอาหารทะเล OLR ที่ใช้ในการทดลอง 3 ค่า คือ 6,8 และ 12 kg COD/m^3.day และความเร็วในการป้อนน้ำเสียเข้าระบบใช้ค่าเช่นเดียวกัน คือ 0.4, 0.6 และ 0.8 m/hr ผลการทดลองที่ OLR 3 ค่า โดยการควบคุม พีเอช ของน้ำเสียที่ป้อนเข้าสู่ระบบให้อยู่ในช่วง 6.8 ถึง 7.2 จากผลการทดลองพบว่าได้อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุด 5.5 m^3/day ที่ OLR 12 kg COD/m^3.day และ 2.7 และ 3.8 m^3/day ที่ OLR 8 และ 6 kg COD/m^3.day ตามลำดับ โดยมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีมีค่าใกล้เคียงกันประมาณ 65% ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) เท่ากับ 422, 625, และ 810 mg/L ไฮโดรเจนซัลไฟด์ในก๊าซเท่ากับ 198,321 262,482 และ 518,025 ppm ตามลำดับ ผลการศึกษาอิทธิพลของความเร็วที่ค่า OLR คงที่ เท่ากับ 6 kg COD/m^3.day พบว่าอัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงสุดคือ 4.7 m^3/day ที่ความเร็ว 0.8 m/hr และเท่ากับ 3.4 และ 2.6 m^3/day ที่ 0.6 และ 0.4 m/hr ตามลำดับ ประสิทธิภาพในการกำจัด ซีโอดี เท่ากับ 74%, 67% และ 53% ตามลำดับ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ (Dissolve sulfide) และไฮโดรเจนซัลไฟด์ในแก๊สอยู่ในช่วง 410 ถึง 450 mg/L และ 200,000 ถึง 250,000 ppm อัตราการผลิตก๊าซชีวภาพสูงขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของ OLR และความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบ

ประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีเพิ่มขึ้นตามความเร็วของน้ำเสียป้อนเข้าระบบเท่านั้น และความเข้มข้นของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในไบโอก๊าซที่ทำให้คุณภาพของก๊าซชีวภาพลดลงนั้นจะสูงขึ้นตาม OLR เท่านั้น

ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร [4] การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหาร และมูลสัตว์ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นโดยได้ทำการศึกษารวบรวมข้อมูลปริมาณเศษอาหารและมูลสัตว์และวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น จากการศึกษาพบว่า มหาวิทยาลัยขอนแก่นมีปริมาณเศษอาหารและมูลสัตว์โดยเฉลี่ยวันละ 989.88 และ 1,716.57 กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาขนาดบ่อหมักที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจะได้บ่อหมักขนาด 500 ลูกบาศ์กเมตร จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่า จะต้องใช้เงินลงทุนในการสร้างระบบผลิตก๊าซชีวภาพ 1,598,800 บาท มีระยะเวลาคืนทุน 2 ปี 3 เดือน มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) มีค่าเท่ากับ 8,605.81 บาท ค่าอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (B/C ratio) มีค่าเท่ากับ 1 และค่าอัตราผลตอบแทนของโครงการ (IRR) เท่ากับ 16.42% ซึ่งพบว่าโครงการนี้มีความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์และคุ้มค่าต่อการลงทุน

ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. [5] ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งพลังงานทดแทนจากก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อประเทศไทยทั้งในปัจจุบันและอนาคต เพราะนอกจากจะสามารถใช้ทดแทนพลังงานที่นำเข้าสู่ประเทศไทยได้แล้วยังสามารถลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้โดยการเปลี่ยนของเสียไปเป็นก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพด้วยกระบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากกระบวนการผลิตน้ำผลไม้ของโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งได้แก่ ร้อยละของปริมาณของแข็งทั้งหมด (% TS) ในชีวมวล การใช้สารปรับสภาพ รวมทั้งวิธีที่ใช้ในการปรับสภาพชีวมวลก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก ซึ่งดำเนินการภายในชุดการทดลองแบบกะขนาด 1 ลิตร จากผลการทดลอง พบว่าในกรณีที่ไม่มีการปรับสภาพชีวมวลนั้น การใช้ค่าปริมาณของแข็งในใบประดู่เป็น 10% TS ทำให้ปริมาณก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อมีการใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ที่มีความเข้มข้น 2 wt% เป็นสารปรับสภาพใบประดู่ก่อนเข้าสู่กระบวนการหมัก กลับพบว่าการใช้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของใบประดู่ที่ 5% TS ทำให้มีก๊าซชีวภาพเกิดขึ้นมากที่สุด ซึ่งมีปริมาณเกิดขึ้นมากกว่ากรณีที่ไม่มีการปรับสภาพ (ที่ 5% TS) ถึง 10 เท่า และเมื่อพิจารณาถึงสภาวะที่ใช้ในการปรัสภาพชีวมวลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับปริมาณของประดู่ที่ 5% TS พบว่าการผสมใบประดู่ที่ไม่ผ่านการปรับสภาพร่วมกับน้ำเสียและเอนไซม์เซลลูเลสนั้นให้ก๊าซชีวภาพในปริมาณมากที่สุด

ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร [6] การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาศักยภาพการผลิต และใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งในฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยทำการศึกษา รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์และใช้แบบสอบถามส่งไปถามไปยังฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือจำนวน 104 แห่ง และทำการทดสอบอัดก๊าซชีวภาพลงถังเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน จากการศึกษาข้อมูลพบว่าฟาร์มสุกรทั้งหมด มีปริมาณการผลิตก๊าซชีวภาพ 3,637.11 m^3/day คิดเป็นพลังงาน 1.8 ตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ/วัน ซึ่งในปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ทั้งหมดมีการนำไปใช้ประโยชน์ด้านพลังงาน 3,091.51 m^3/day และคงเหลือไม่ได้ใช้ประโยชน์ 545.60 m^3/day คิดเป็นร้อยละ 85 และร้อยละ 15 ของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ ตามลำดับ และเมื่อนำก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งมาอัดลงถังบรรจุขนาด 4 และ 15 กิโลกรัม ที่ความดันเกจ 15 บาร์ ซึ่งได้ปริมาณก๊าซชีวภาพที่บรรจุในถังเท่ากับ 0.2 และ 0.54 กิโลกรัม คิดเป็นพลังงานในการอัด 0.25 และ 0.26 kW h/kg ตามลำดับ จากนั้นได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เมื่อผ่านระบบอัดก๊าซชีวภาพแล้ว ซึ่งพบว่ามีการลดลงก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ 15.63% จาก 325 ppm เป็น 297 ppm และทำการทดสอบรถจักรยานยนต์โดยใช้เชื้อเพลิง 2 ชนิด จากการเปรียบเทียบอัตราสิ้นเปลือง

เชื้อเพลิงระหว่างการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ก๊าซชีวภาพ พบว่าความเร็วเฉลี่ยที่รถจักรยานยนต์ประหยัดน้ำมันแก๊สโซลีนกับการใช้ ก๊าซชีวภาพ คือ 80 และ 60 km/hr โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงอยู่ที่ 0.529 และ 0.618 MJ/km ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณของก๊าซไอเสียที่ปล่อยออกมาพบว่า กรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) และก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC) น้อยกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนโดยปริมาตร 97.42% และ 31.08% ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในไอเสียกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพมีปริมาณมากกว่ากรณีที่ใช้น้ำมันแก๊สโซลีนเท่ากับ 35.51% ทั้งนี้เนื่องจากก๊าซชีวภาพมีองค์ประกอบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์ผลประหยัดจากการใช้ก๊าซชีวภาพทดแทนการใช้น้ำมันแก๊สโซลีนในรถจักรยานยนต์ พบว่า การใช้ก๊าซชีวภาพจะสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่าการใช้น้ำมันแก๊สโซลีน 0.481 baht/km หากมีการใช้รถจักรยานยนต์วันละ 50 km/day และมีต้นทุนที่ใช้ในการสร้างเครื่องอัดและดัดแปลงรถจักรยานยนต์เท่ากับ 21,000 บาท จะมีระยะเวลาคืนทุน 2.40 ปี

นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และสุมิตรา จรสโรจน์กุล [7] การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC โดยก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานทางเลือกที่สามารถนำไปใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็ง (SOFC) โดยกระบวนการผลิตเชื้อเพลิงจะต้องมีระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ระบบดูดซับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และระบบปฏิรูปมีเทน (CH_4) เป็นก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ระบบดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเป็นกระบวนการแรกของระบบ จากการศึกษาพบว่าก๊าซชีวภาพประกอบด้วยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 40 - 50% vol. และก๊าซมีเทน 50 - 60% vol. ซึ่งการออกแบบระบบเพื่อกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต้องมีการศึกษาปัจจัยต่าง ๆ โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาผลกระทบของอัตราการไหลของสารละลาย NaOH และผลกระทบของความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการทดลองพบว่าช่วงระยะเวลาประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% ไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อปรับอัตราการไหลของสารละลาย NaOH ในช่วง 5 ถึง 10 ลิตรต่อนาที และระยะเวลาประสิทธิผลในการดูดซับก๊าซก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ 100% จะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มขึ้นของความดันโดยผลการทดลองที่ได้จะเป็นส่วนหนึ่งของการพัฒนาระบบป้อนเชื้อเพลิงไฮโดรเจนสำหรับการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิงออกไซด์ของแข็งขนาด 1 kW

ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล [8] การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ในบทความนี้เป็นการอธิบายวิธีการปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร ของกรมการพลังงานทหาร ซึ่งได้รับการสนับสนุนจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มศักยภาพการใช้งานก๊าซชีวภาพให้สูงมากยิ่งขึ้น ด้วยวิธีการติดตั้งถังกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ถังดักน้ำออกจากท่อส่งก๊าซและถังเก็บก๊าซชีวภาพเพิ่มเติม โดยความดันก๊าซชีวภาพสูงสุดที่บรรจุเท่ากับ 3 บาร์ ซึ่งสูงกว่าความดันที่ถังหมักก๊าซชีวภาพประมาณ 20 เท่า ผลที่ได้จากการปรับปรุงคือ ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้มีความบริสุทธิ์มากขึ้นและสามารถบรรจุแบบสะสมลงในถังเก็บจนถึงระดับความดันสูงสุด ภายในระยะเวลา 3 วัน เมื่อนำก๊าซชีวภาพจากถังเก็บไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในการประกอบอาหาร พบว่า สามารถใช้ได้อย่างต่อเนื่องที่อัตราการไหลเฉลี่ย 16 ลิตรต่อนาที เป็นระยะเวลานาน 120 นาที หรือมีระยะเวลาการใช้เพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 6 เท่า และความดันที่สูงขึ้นยังส่งผลให้พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้สูงขึ้น นอกจากนั้นยังสามารถประกอบอาหารได้หลากหลายประเภทมากยิ่งขึ้นอีกด้วยโดยปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม LPG ได้ประมาณเดือนละ 8.83 กิโลกรัม

กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ [9] การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารที่มีความแตกต่างกันของกรณีตัวอย่างคือ ระบบ CSTR แบบแห้ง ระบบ CSTR แบบ1- ขั้นตอนและ ระบบ CSTR แบบ AMP ซึ่งทั้ง 3 ระบบมีขนาดการรองรับเศษอาหารใกล้เคียงกันคือประมาณ

200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน โดยศึกษาเทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมและมีความคุ้มค่าเพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านการเงินและการลงทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน มีเกณฑ์การตัดสินใจลงทุนคือ อัตราผลตอบแทน ค่าใช้จ่ายในการลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานและบำรุงรักษา ค่ากลิ่น อีกทั้งเป็นการอนุรักษ์พลังงานและสิ่งแวดล้อมพร้อมยังเป็นการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารในขนาด 200 กิโลกรัม เศษอาหารต่อวัน เดินระบบ 365 วัน/ปี อายุของโครงการ 15 ปี ให้แก๊สชีวภาพโดยเฉลี่ย 4,147 กิโลกรัม (แก๊ส)/ปี มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์และการลงทุน

ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง [10] การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย ในบทความนี้เป็นการศึกษาการหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยมีวัตถุประสงค์โครงการ เพื่อศึกษาออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือนและ เพื่อผลิตก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ในระดับอุตสาหกรรมครัวเรือน การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้ในการหมักดังนี้คือ น้ำ มูลโค เปลือกกล้วย มีอัตราส่วนผสมคือน้ำ 3 ส่วน เปลือกกล้วย 5 ส่วน มูลโค 2 ส่วน โดยปริมาตร ซึ่งเติมลงไปทั้งหมดรวมเป็น 1,000 ลิตร ถังที่ใช้ในการหมักมีขนาด 1,600 ลิตร ระยะเวลาในการทดลอง 49 วัน ขณะทำการทดลองได้เก็บผลการทดลองทุก ๆวัน วันละ 3 ครั้ง เพื่อสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในถังหมักก๊าซชีวภาพ และจากผลการทดลองพบว่า การหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วยจะมีอุณหภูมิภายในถัง 20-40 องศาเซลเซียส และพบว่ากระบวนการในการเกิดก๊าซภายในถังก็เป็นไปตามขั้นตอนในการเกิดก๊าซคือ ขั้นตอนที่ 1 การย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยสังเกตขนาดของเปลือกกล้วยมีขนาดเล็กลงปฏิกิริยานี้จึงทำให้สภาพในถังหมักเริ่มมีความ เป็นกรด และแบคทีเรีย เพื่อที่จะทำหน้าที่ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนที่ 2 การสร้างกรดอะซิติก จะได้จากการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยแบคทีเรียจะสร้างกรดนี้ขึ้นมาจากขั้นตอนนี้จะเกิดก๊าซไฮโดรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่จะปนอยู่ในก๊าซชีวภาพ ขั้นตอนที่ 3 การสร้างก๊าซมีเทน จะอยู่ในระหว่างกรดอะซิติกกับน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจน ปฏิกิริยานี้จะปราศจากออกซิเจน ถ้ามีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยจะทำให้แบคทีเรียหยุดการเจริญเติบโตช่วงของก๊าซที่สามารถติดไฟได้ ช่วง 36-49 วันของการหมัก

ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล [11] การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์ เนื่องจากหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่ให้ผลผลิตสูงถึง 9 ตัน/ไร่/ปี และยังสามารถทนอยู่ในสภาพที่แห้งแล้งได้อีกด้วย หญ้าเนเปียร์มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต 30.19% (น้ำหนักแห้ง) โปรตีนรวม 27.00% (น้ำหนักแห้ง) พลังงานรวม 313.45 kcal 100 g^{-1} (น้ำหนักแห้ง) และยังมีปริมาณเซลลูโลสในปริมาณที่สูง ซึ่งสามารถเปลี่ยนรูปเป็นก๊าซชีวภาพได้ดี ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพ โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้ ในขั้นแรกจะทำการปรับสภาพ (pre-treatment) หญ้าเนเปียร์ทางกายภาพ ซึ่งการปรับสภาพนั้นจะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายหญ้าเนเปียร์เป็นก๊าซชีวภาพได้ดียิ่งขึ้น การปรับสภาพทางกายภาพนั้นทำโดยการบดให้มีขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร จากนั้นนำหญ้าที่ผ่านการปรับสภาพ หมักในสภาวะไม่ใช้ออกซิเจน โดยการหมักนั้นจะกำหนดปริมาณของแข็งรวมทั้งหมดของหญ้าที่ 5% 10% และ 15% ผสมกับหัวเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งกำหนดค่า F/M ที่ 3.1 หมักที่อุณหภูมิ 37.0 ^{o}C ทำการติดตามวิเคราะห์ความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ระเหย ค่าพีเอช ปริมาณของแข็งทั้งหมด ปริมาณของแข็งระเหยได้ทั้งหมด ปริมาณก๊าซรวม ปริมาณมีเทนสะสม และเปอร์เซ็นต์ก๊าซมีเทน เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณผลผลิตก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจากกระบวนการหมักหญ้าเนเปียร์ จากผลการทดสอบการนำหญ้าเนเปียร์มาผลิตก๊าซชีวภาพนั้น พบว่า ที่ปริมาณของแข็ง 5% นั้นได้ก๊าซมีเทน 53% ปริมาณของแข็ง 10% นั้นได้ก๊าซมีเทน 43% และปริมาณของแข็ง 15% นั้นได้ก๊าซมีเทน 26.22% จากการทดสอบพบว่าหญ้าเนเปียร์นั้นเป็นพืชที่น่าสนใจและสามารถนำมาใช้เป็นพืชพลังงานอีกตัวหนึ่ง

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องซึ่งสอดคล้องและสนับสนุนการศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์ และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อทำให้ผู้วิจัยมีความเชื่อมั่นในการประเมินศักยภาพทางด้านพลังงานและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการในการผลิตก๊าซชีวภาพในชุมชนมหาวิทยาลัยนเรศวรต่อไป

ผลการวิจัย

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่นที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้

การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตก๊าซชีวภาพ

1. ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ (Capital cost of building the system)

C_C = ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ x $\left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}\right]$

2. มูลค่าซากของระบบ (Ruins value of the system)

C_S = มูลค่าซากของระบบ x $\left[\frac{i}{(i+1)^n-1}\right]$

3. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่อปี (Expense cost fuel per year)

C_F = (ราคาเชื้อเพลิง (บาท) x อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการระบบต่อปี)

4. ค่าใช้จ่ายด้านด้านไฟฟ้าต่อปี (Expenses cost of electricity per year)

C_E = (ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)) x (กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (kW)) x (ชั่วโมงการปฏิบัติการของระบบต่อปี)

5. ค่าบำรุงรักษาต่อปี (Maintenance per year)

C_M = 6% ของราคาเริ่มต้นการสร้างระบบ

6. ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี (Yearly total expenses cost)

$C_T = C_C + C_F + C_E + C_M - C_S$

7. ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ (Total expenses cost per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายรวมต่ออัตราการผลิตของระบบ = ราคาค่าใช้จ่ายรวมรายปี / อัตราการผลิตของระบบ

8. ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี (Expenses cost operating yearly)

$C_O = C_F + C_E + C_M$

9. ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ (Expenses cost operating per rate of system production)

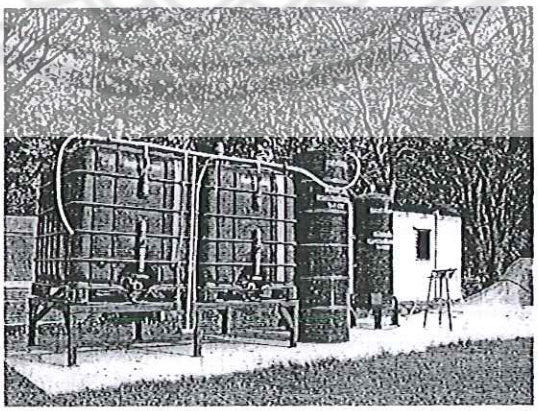
ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ = ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี / อัตราการผลิตของระบบรายปี

10. ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period)

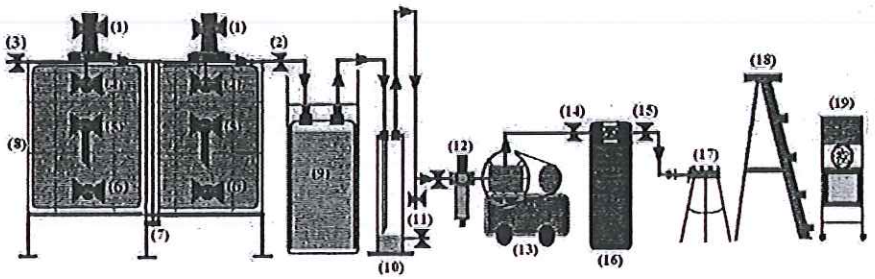
ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเริ่มต้นของระบบ / (ผลต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง) + (ผลต่างด้านการบำรุงรักษา) + (ผลต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)

ซึ่งพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

1. ราคาเริ่มต้นของระบบ
   1.1 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ = 50,000 บาท
   1.2 ระบบ LPG = 3,000 บาท
2. ราคาด้านเชื้อเพลิงของการผลิต
   2.1 ราคาเชื้อเพลิงชีวมวล = 0.4 บาทต่อกิโลกรัม
   2.2 LPG = 30 บาทต่อกิโลกรัม
3. อัตราส่วนลด (Discount Rate) = 7.5%
4. จำนวนชั่วโมงการปฏิบัติการระบบ = (365 วัน x 3 ชั่วโมง)
5. ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาระบบ (6% ของระบบฯ)
6. ราคาของไฟฟ้า = 2.5 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
7. มูลค่าซากของระบบ (10% ของระบบฯ)
8. กำไรสุทธิ ((ผลต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง) + (ผลต่างด้านการบำรุงรักษา) + (ผลต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)
9. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ = 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง



รูปที่ 2 ระบบผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ณ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร



(1) วาล์วเติมเศษอาหาร	(8) ถังหมักก๊าซชีวภาพ	(15) วาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพ
(2) วาล์วปล่อยก๊าซ	(9) ถังเก็บก๊าซชีวภาพ	(16) ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ
(3) วาล์วระบายก๊าซทิ้ง	(10) ถังดักน้ำ	(17) หัวเทาก๊าซชีวภาพ
(4) วาล์วควบคุมการปล่อยก๊าซ	(11) วาล์วน้ำทิ้ง	(18) บันไดอลูมิเนียม
(5) วาล์วน้ำล้น	(12) อุปกรณ์ดักความชื้น	(19) เครื่องบดเศษอาหาร
(6) วาล์วล้างระบบ	(13) ปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ	
(7) บาร์อมิเตอร์	(14) วาล์วอัดก๊าซชีวภาพ	

รูปที่ 3 อุปกรณ์ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

การผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารร่วมกับมูลสัตว์และเศษหญ้าในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรซึ่งเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของเสียที่ถูกต้องและเป็นระบบ จะเป็นการส่งเสริมให้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเก็บรวบรวม รวมทั้งการบริหารจัดการ เศษอาหาร และขยะอินทรีย์อื่น ที่สามารถนำมาผลิตเป็นพลังงานต่อไปได้จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปี

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีความคุ้มค่าต่อการลงทุนโดยมีระยะคืนทุน 2.6 ปีจากการประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสัตว์ และเศษอาหาร ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่าวัตถุดิบมีปริมาณที่เพียงต่อการนำมาผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 2000 ลิตร ถ้าสามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรม การบริหารจัดการ และนำมาผลิตเป็นพลังงานในรูปของก๊าซชีวภาพจะสามารถผลิตพลังงานได้มากกว่า 25 ลูกบาศก์เมตรต่อปี สามารถนำไปผลิตพลังงานในรูปของกระแสไฟฟ้าได้ประมาณ 400 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อปี พลังงานในรูปของความร้อนได้ประมาณ 525 เมกะจูลต่อปี

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนเรศวรที่สนับสนุนทุนวิจัยจากเงินกองทุนวิจัยงบประมาณรายได้ประจำปี 2555 ขอบคุณวิทยาลัยพลังงานทดแทน ที่ให้การสนับสนุนพื้นที่ติดตั้งระบบฯ และอุปกรณ์เครื่องมือสำหรับวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] คู่มือการเดินระบบและใช้งานถังหมักก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์. (2550). กรมพัฒนาพลังงานทดแทน และอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน.

[2] Training Material of Biogas Technology, "Biochemistry and Microbiology of Biogas Fermentation", International Training Workshop on Biogas Technology for Developing Countries, Yunnan Nomal University, China, 2010.

[3] กัลยา ศรีสุวรรณ, วีระศักดิ์ ทองลิมป์, เกียรติศักดิ์ พันธ์พงศ์. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากการบำบัดน้ำเสียที่มีซัลเฟสสูงโดยใช้ระบบอีจีเอสบี. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[4] ปัทมาวดี สิทธิวรเดช และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การประเมินศักยภาพพลังงานในการผลิตก๊าซชีวภาพจากเศษอาหารและมูลสัตว์ในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยขอนแก่น. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[5] ทศพร บัวดิก, โพชฌงค์ จันทรศิริ, สรวุฒิ นิจสุนกิจ, จักรพงษ์ สาละพรรดิ์ และเอกพร แจ่มกระจ่าง. (2554). ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากใบประดู่อังสนาร่วมกับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[6] ปิยะพงษ์ สิงห์บัว, สุธีระพันธ์ ภูกองชัย และ รัชพล สันติวรากร. (2554). การศึกษาศักยภาพการผลิตและใช้ก๊าซชีวภาพที่เหลือทิ้งของฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือในต้นแบบรถจักรยานยนต์.การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[7] นิตินัย ปัญญ์บุศยกุล, กฤษฎา บุญศิริ, กรรณิกา พรโสภิณ, ธีรวัฒน์ อุดตะโมท, จารุวัตร เจริญสุข และ สุมิตรา จรสโรจน์กุลใ (2554). การศึกษาอัตราการไหลสารละลาย NaOH และความดันทางเข้าของก๊าซชีวภาพต่อการดูดซับ CO_2 ของกระบวนการผลิตไฮโดรเจนสำหรับระบบ SOFC. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[8] ทรงวุฒิ นิรัญศิลป์, กฤตภาส คงคาพิสุทธิ์, และวิรงรอง มานิตยกุล. (2554). การปรับปรุงระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ขนาด 2.5 ลูกบาศก์เมตร. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[9] กฤตภาส สิงคิบุตร, วิชชากร จารุศิริ และ ปฐมทัศน์ จิระเดชะ. (2554). การศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะเศษอาหารในมหาวิทยาลัย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[10] ณรงค์ หูชัยภูมิ, พัฒนพงษ์ นนตะเสน, สมมาตร คำภูแสน และอินทนนท์ คำโฮง. (2554). การออกแบบถังหมักก๊าซชีวภาพจากเปลือกกล้วย. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[11] ณัฏฐาพันธุ์ สวัสดี, สหัถยา ทองสาร และนิพนธ์ พิสุทธิ์ไพศาล. (2554). การผลิตก๊าซชีวภาพจากหญ้าเนเปียร์. การประชุมวิชาการเครือข่ายพลังงานแห่งประเทศไทย. 3-5 พฤษภาคม 2554, โรงแรม Phuket Orchid Resort and Spa หาดกะรน จังหวัดภูเก็ต.

[12] ศิรินุช จินดารักษ์. (2551). การเปลี่ยนรูปชีวมวลเป็นพลังงาน. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

การประเมินความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการผลิตก๊าซชีวภาพในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ดร.สหัถยา ทองสาร
นายบงกช ประสิทธิ์
นักวิจัย

28-29 กรกฎาคม 2556

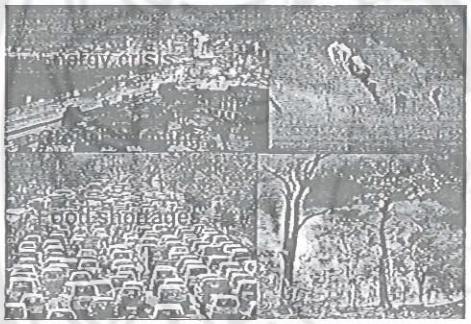
วิทยาลัยพลังงานทดแทน
มหาวิทยาลัยนเรศวร

http://www.sert.nu.ac.th

หัวข้อการนำเสนอ

- ความสำคัญและที่มาของการวิจัย
- วัตถุประสงค์
- ขอบเขตการวิจัย
- วิธีการดำเนินการวิจัย
- ผลการวิจัย
- สรุปผลการวิจัย

Problems on Using Fossil Fuel

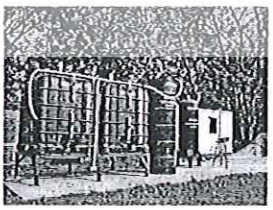


พื้นที่ในเขตมหาวิทยาลัยนเรศวร

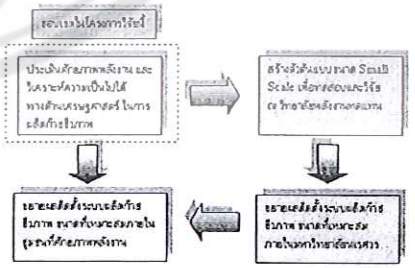
มหาวิทยาลัยนเรศวรมีพื้นที่กว่า 8,300 ไร่
ประกอบด้วยนักศึกษามากกว่า 30,000 คน

วัตถุประสงค์การวิจัย

- เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตก๊าซชีวภาพภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร



ขอบเขตการวิจัย



ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

พารามิเตอร์ในการคำนวณความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์

ปัจจัยที่ใช้ในการคำนวณความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วย

1. ราคาเริ่มต้นของระบบ
   1.1 ระบบเครื่องปรับอากาศ = 50,000 บาท
   1.2 ระบบ LPG = 3,000 บาท
2. ราคาค่าเชื้อเพลิงของการผลิต
   2.1 ราคาเชื้อเพลิงไม้ฟืน = 0.4 บาทต่อกิโลกรัม
   2.2 LPG = 33 บาทต่อกิโลกรัม
3. อัตราส่วนลด (Discount Rate) = 7.5%
4. จำนวนครั้งในการปฏิบัติการระบบ = 365 วัน x 3 ครั้งต่อวัน
5. ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติการระบบ (ต่อระบบ)
6. ราคาของไฟฟ้า = 2.5 บาทต่อกิโลวัตต์ชั่วโมง
7. มูลค่าซากของระบบ (ต่อระบบ)
8. ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (เช่น ค่าราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง + เวลาต่างด้านการบำรุงรักษา) + เวลาต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)
9. อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงชีวมวล = 1 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

การประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลแบบผสมผสาน

1. ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ (Capital cost of building the system)

$$C_c = \text{ราคาต้นทุนเริ่มต้นในการสร้างระบบ} \times \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}\right]$$

2. มูลค่าซากของระบบ (Basic value of the system)

$$C_s = \text{มูลค่าซากของระบบ} \times \left[\frac{i}{(i+1)^n - 1}\right]$$

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

3. ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิงต่อปี (Expense cost fuel per year)

C_f = ราคาเชื้อเพลิง (บาท) x อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง (กิโลกรัมต่อชั่วโมง) x ชั่วโมงการปฏิบัติการระบบต่อปี)

4. ค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าต่อปี (Expense cost of electricity per year)

C_e = ราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วย (บาท)) x (กำลังไฟฟ้าที่ใช้ (กิโลวัตต์) x ชั่วโมงการปฏิบัติการของระบบต่อปี)

5. ค่าบำรุงรักษาต่อปี (Maintenance per year)

C_m = 5% ของราคาเริ่มต้นการสร้างระบบ

6. ราคาค่าใช้จ่ายรายปี (Yearly cost expenses cost)

$C_y = C_d + C_f + C_e + C_m + C_s$

7. ค่าใช้จ่ายการอัตราการผลิตของระบบ (Total expenses cost per rate of system production)

ค่าใช้จ่ายการอัตราการผลิตของระบบ = ราคาค่าใช้จ่ายรายปี / อัตราการผลิตของระบบรายปี

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล (ต่อ)

8. ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี (Expenses cost operating yearly)

$C_o = C_d + C_m$

9. ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ (Expenses cost operating per rate of system production)

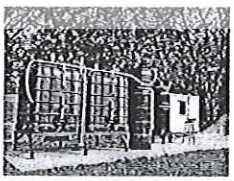
ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบต่ออัตราการผลิตของระบบ = ค่าใช้จ่ายการปฏิบัติการระบบรายปี / อัตราการผลิตของระบบรายปี

10. ระยะเวลาคืนทุน (Pay back period)

ระยะเวลาคืนทุน = ราคาเริ่มต้นของระบบ / (เวลาต่างราคาค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง + เวลาต่างด้านการบำรุงรักษา) + เวลาต่างค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้า)

สรุปผลการวิจัย

การผลิตข้าวหอมมะลิอินทรีย์ร่วมกับการใช้ระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับพลังงานชีวมวลเป็นแนวทางในการบริหารจัดการของชุมชนที่ถูกต้องและเป็นระบบ ระบบการอบแห้งนี้ได้มีการผลิตพลังงานขึ้นใช้เองภายในชุมชนมหาวิทยาลัย และยังเป็นต้นแบบในการเรียนการสอน การบริหารจัดการ เศรษฐกิจ และระบบอื่นๆที่สามารถนำพลังงานเป็นพลังงานต่อไปได้ซึ่งการศึกษาความเป็นไปได้ทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการผลิตข้าวหอมมะลิอินทรีย์ภายในเขตพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวรมีการคืนทุนไวยะระยะเวลาคืนทุน 5-6 ปี

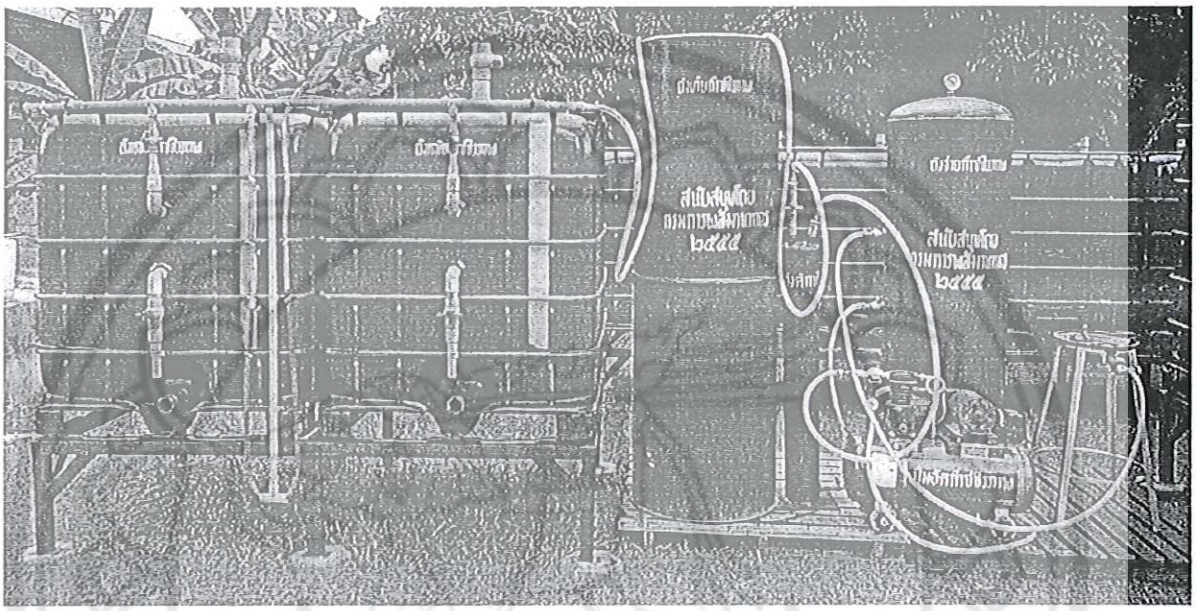


Thank You

ผลการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์

Cal	LPG Cooking	Biogas Cooking
1	741.4942	12358.24
2	516.4942	8608.236
3	16425	438
4	0	136.875
5	180	3000
6	16830	7324.875
7	92.21918	40.1363
8	696.4942	11745.11
9	3.816406	64.35677
10		2.6

คู่มือแนะนำการใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์



โดย

กองพลังงานทดแทน

กรมการพลังงานทหาร

ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร

สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม

ร่วมกับ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรกฎาคม ๒๕๕๖

คู่มือแนะนำการใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

สารบัญ

	หน้า
บทที่ ๑ บทนำ	๑
๑.๑ หลักการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๑
๑.๑.๑ การเกิดก๊าซชีวภาพ	
๑.๑.๒ กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๑
๑.๑.๓ ปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๒
บทที่ ๒ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๓
๒.๑ องค์ประกอบหลักของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๔
๒.๒ การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์	๕
บทที่ ๓ การเริ่มต้นเดินระบบและการใช้งาน	๙
๓.๑ การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย	๙
๓.๒ การเตรียมขยะอินทรีย์	๑๐
๓.๓ การเติมขยะอินทรีย์ลงในถังหมักก๊าซ	๑๑
๓.๑๐ การใช้งานก๊าซชีวภาพ	๑๒

บทที่ ๑

บทนำ

คู่มือการใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ที่ออกแบบโดยกรมการพลังงานทหารร่วมกับวิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ และเพื่ออธิบายวิธีการดำเนินการผลิตและใช้งานก๊าซชีวภาพจากระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ เนื้อหาหลักประกอบด้วย ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับก๊าซชีวภาพ ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ และวิธีการเดินระบบและการใช้งานก๊าซชีวภาพ ซึ่งหน่วยงานที่มีระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ติดตั้งอยู่ สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการผลิตและใช้งานก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

๑.๑ หลักการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

๑.๑.๑ การเกิดก๊าซชีวภาพ

ในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน (Anaerobic Environment) จุลินทรีย์ที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Microorganism) จะเปลี่ยนสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายให้กลายเป็นก๊าซมีเทน (CH_4) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำซึ่งกระบวนการดังกล่าวเรียกว่า การย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์อาศัยหลักการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจนดังกล่าวโดยเป็นกระบวนการหมักขยะอินทรีย์ในถังปิดสนิทที่มีแบคทีเรีย ซึ่งไม่ใช้ออกซิเจนย่อยสลายขยะอินทรีย์ให้กลายเป็นก๊าซชีวภาพซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญคือ ก๊าซมีเทน และคาร์บอนไดออกไซด์และได้ผลผลิตสุดท้ายเป็นสารปรับสภาพดิน (Soil Conditioner) หรือปุ๋ยอินทรีย์

๑.๑.๒ กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

กระบวนการทางชีวเคมีของการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์มีความสลับซับซ้อนและเกิดจากการทำงานร่วมกันของจุลินทรีย์หลายชนิด ซึ่งสามารถสรุปได้เป็น ๔ ขั้นตอน ดังนี้

(๑) การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีโครงสร้างซับซ้อนให้กลายเป็นสารอินทรีย์เชิงเดี่ยว เช่น การย่อยสลายแป้งให้อยู่ในรูปของน้ำตาลกลูโคส การย่อยสลายไขมันให้อยู่ในรูปของกรดไขมัน และการย่อยสลายโปรตีนให้อยู่ในรูปของกรดอะมิโน เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนนี้เรียกว่า Hydrolysis

(๒) การย่อยสลายสารอินทรีย์เชิงเดี่ยวให้กลายเป็นกรดระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid) คาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจน ซึ่งขั้นตอนนี้เรียกว่า Acidogenesis

(๓) การเปลี่ยนกรดระเหยง่ายให้กลายเป็นกรดอะซิติกหรือเกลืออะซิเทต ซึ่งเป็นสารตั้งต้นหลักในการผลิตก๊าซมีเทน ขั้นตอนนี้เรียกว่า Acetogenesis

(๔) การเปลี่ยนกรดอะซิติกให้กลายเป็นก๊าซมีเทนรวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนบางส่วนก็จะถูกเปลี่ยนไปเป็นก๊าซมีเทนด้วย ขั้นตอนนี้เรียกว่า Methanogenesis

๑.๑.๓ ปัจจัยและสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

(๑) อุณหภูมิในการเดินระบบ (Temperature)

โดยทั่วไปแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซชีวภาพ หรือแบคทีเรียที่ผลิตมีเทน (Methane Bacteria) จะทำงานได้ดีที่อุณหภูมิประมาณ ๒๕-๔๐ องศาเซลเซียส ซึ่งประเทศไทยอยู่เขตร้อน จึงมีความเหมาะสมสำหรับการผลิตก๊าซชีวภาพได้ในช่วงอุณหภูมิดังกล่าว

(๒) พีเอช (pH)

การเดินระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะต้องควบคุมค่าพีเอช (ค่าความเป็นกรด-ด่าง) ให้อยู่ในช่วง ๖.๖- ๗.๘ โดยค่าพีเอชที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแบคทีเรียในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะอยู่ในช่วง ๗.๐ - ๗.๒ ในกรณีที่มีการป้อนขยะอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไป จะทำให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ซึ่งทำให้ค่าพีเอชในถังหมักลดลงได้โดยหากค่าพีเอชลดลงต่ำกว่า ๕.๕ ก็จะถือว่าถังหมักนั้นล้มเหลว ซึ่งจะต้องเริ่มเดินระบบ (Start-up) ใหม่

(๓) ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบ (Organic Loading)

ปริมาณสารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ระบบจะต้องควบคุมให้เหมาะสม เนื่องจากหากป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบน้อยเกินไปก็จะทำให้ไม่เพียงพอต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ ในขณะที่หากป้อนสารอินทรีย์เข้าสู่ระบบมากเกินไปก็จะทำให้เกิดการสะสมของกรดระเหยง่าย ทำให้ค่าพีเอชลดลง ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการทำงานของแบคทีเรีย ทำให้ก๊าซชีวภาพไม่ถูกผลิตขึ้นในถังหมักเหมือนเช่นตามปกติ ดังนั้นการป้อนขยะอินทรีย์เข้าถังหมักจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก โดยหากพบว่าค่าพีเอชต่ำกว่า ๖.๘ โดยสังเกตได้จากระบบมีการผลิตก๊าซออกมาน้อยกว่าปกติ โดยไม่ได้เกิดมาจากสาเหตุอื่น เช่น ถังหมักรั่ว หรือมีการรั่วซึมตามข้อต่อต่าง ๆ ก็ให้หยุดป้อนขยะอินทรีย์ทันที จนกว่าค่าพีเอชของตะกอนในถังหมักจะเท่ากับ ๖.๘ ขึ้นไป หรือสังเกตได้จากก๊าซชีวภาพกลับมาเกิดได้ตามปกติ จึงค่อยป้อนขยะอินทรีย์ต่อไปได้

(๔) สารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย (Inhibitory Factors)

โลหะหนัก สารพิษและสารปฏิชีวนะต่างๆ รวมทั้งผลไม้ที่มีรสเปรี้ยวเช่น มะนาว สามารถยับยั้งกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพของแบคทีเรียได้

(๕) การคลุกเคล้า (Mixing)

การคลุกเคล้าสารอินทรีย์ภายในถังหมักจะช่วยให้สารอินทรีย์ที่ป้อนเข้าสู่ถังหมักได้สัมผัสกับแบคทีเรียอย่างทั่วถึง เพื่อกระตุ้นการเกิดก๊าซชีวภาพและเพื่อลดการตกตะกอนของของแข็งบริเวณก้นถัง รวมทั้งเพื่อป้องกันการเกิดตะกอนลอย (Scum) บริเวณส่วนบนของถัง

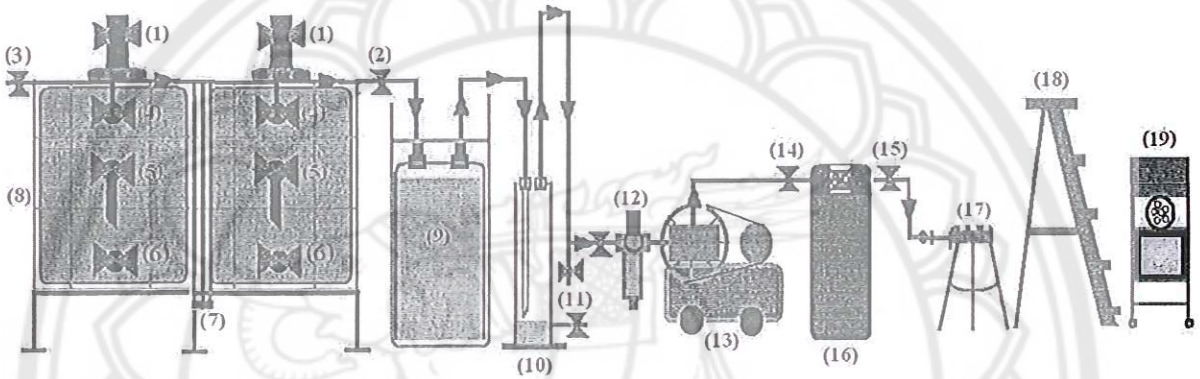
(๖) การบดขยะ (Grinding)

การบดขยะมีความจำเป็นอย่างมาก สำหรับการใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ชุดนี้ เนื่องจากสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กจะสามารถถูกย่อยสลายเพื่อทำให้เกิดก๊าซชีวภาพได้เร็วยิ่งกว่าสารอินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่ นอกจากนั้นยังเป็นการลดปริมาณตะกอนที่อุดตันในท่อทางออกได้อีกด้วย

บทที่ ๒

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

ระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ ถูกออกแบบให้มีปริมาตรความจุของถังหมักขนาด ๒,๐๐๐ ลิตร ตัวถังหมักทำจากวัสดุที่มีความเหนียวและยืดหยุ่น ทนต่อสารเคมี และมีโครงเหล็กรัดตัวถังหมักโดยรอบ สำหรับช่วยคงรูปตัวถังหมัก เมื่อมีการขยายตัวของถังขณะมีการเกิดก๊าซชีวภาพขึ้นภายใน โดยอุปกรณ์ที่ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ แสดงในรูปที่ ๒.๑



(1) วาล์วเติมเศษอาหาร	(8) ถังหมักก๊าซชีวภาพ	(15) วาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพ
(2) วาล์วปล่อยก๊าซ	(9) ถังเก็บก๊าซชีวภาพ	(16) ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ
(3) วาล์วระบายก๊าซทิ้ง	(10) ถังดักน้ำ	(17) หัวเตาก๊าซชีวภาพ
(4) วาล์วควบคุมการปล่อยก๊าซ	(11) วาล์วน้ำทิ้ง	(18) บันไดอลูมิเนียม
(5) วาล์วน้ำล้น	(12) อุปกรณ์ดักความชื้น	(19) เครื่องบดเศษอาหาร
(6) วาล์วล้างระบบ	(13) ปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ	
(7) บารอมิเตอร์	(14) วาล์วอัดก๊าซชีวภาพ	

รูปที่ ๒.๑ อุปกรณ์ประกอบในระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

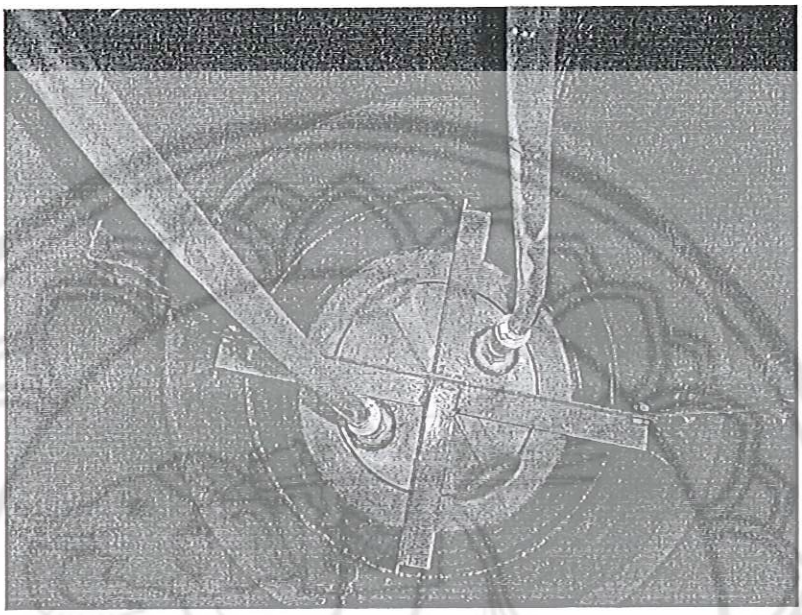
๒.๑ องค์ประกอบหลักของระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ ประกอบด้วย

๑) **วาล์วเติมเศษอาหาร**	ทำหน้าที่	**รับเศษอาหารที่ได้ทำการบดแล้ว โดยการเติมจะใช้กรวยพลาสติกช่วยในการรองรับ หลังจากเติมเศษอาหารเสร็จ ปิดให้สนิท**
๒) **วาล์วปล่อยก๊าซชีวภาพ**	ทำหน้าที่	**ควบคุมการปล่อยก๊าซชีวภาพจากถังหมักไปยังถังเก็บก๊าซชีวภาพ ปกติจะอยู่ในตำแหน่ง** เปิดเสมอ
๓) วาล์วระบายก๊าซทิ้ง	ทำหน้าที่	ปล่อยก๊าซชีวภาพทิ้งในช่วงเดินระบบครั้งแรก เนื่องจาก ก๊าซที่เกิดขึ้นยังไม่ติดไฟ ปกติอยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ
๔) วาล์วควบคุมการปล่อยก๊าซ	ทำหน้าที่	ปล่อยก๊าซที่ผลิตในถังหมักก๊าซไปยังถังเก็บก๊าซ โดยปกติวาล์วจะปิดในตำแหน่งเปิดเสมอ นอกจากมีการซ่อมแซมถังเก็บก๊าซ ให้ปิดวาล์วเพื่อให้ก๊าซที่ผลิตในถังหมักสามารถกักเก็บไว้ในถังหมักได้
๕) วาล์วน้ำล้น	ทำหน้าที่	รักษาระดับน้ำหมักภายในถังหมักก๊าซชีวภาพให้คงที่ที่ระดับ ๕๐๐ ลิตร โดยก่อนการเติมเศษอาหารทุกครั้ง ให้ทำการเปิดวาล์วน้ำล้นเพื่อระบายน้ำหมักที่เกินระดับให้ออกมา ก่อนที่จะเติมเศษอาหารลงในถังหมักในลำดับถัดไป โดยปกติวาล์วจะถูกบิดให้อยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ
๖) วาล์วล้างระบบ	ทำหน้าที่	ระบายน้ำหมักในถังหมักทิ้ง กรณีที่กระบวนการหมักล้มเหลว หรือต้องการย้ายตำแหน่งที่ตั้งของระบบ ฯ ปกติวาล์วจะถูกบิดให้อยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ
๗) บานอมิเตอร์น้ำ	ทำหน้าที่	วัดความดันก๊าซชีวภาพภายในระบบโดยแรงดันสูงสุดที่สามารถวัดได้คือ ๑๓๐ เซนติเมตรน้ำ
๘) ถังหมักก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	หมักเศษอาหารเพื่อผลิตก๊าซชีวภาพ

๙) ถังเก็บก๊าซ	ทำหน้าที่	เก็บก๊าซชีวภาพมีปริมาตรความจุ ๑๕๐ ลิตร ทำมาจากวัสดุพีอีสีน้ำเงิน เก็บก๊าซด้วยวิธีการแทนที่น้ำ โดยปริมาณน้ำที่ เติมลงในถังแกลลอนควรให้ท่วมถังเก็บก๊าซพอดี
๑๐) ถังดักน้ำ	ทำหน้าที่	ดักน้ำที่มากับก๊าซในท่อส่งก๊าซจากถังเก็บก๊าซชีวภาพ เพื่อให้ก๊าซไหลในสายส่งก๊าซได้สะดวก
๑๑) วาล์วน้ำทิ้ง	ทำหน้าที่	ระบายน้ำที่ขังอยู่ในถังดักน้ำทิ้ง โดยก่อนการใช้งานก๊าซชีวภาพให้เปิดวาล์วระบายน้ำทิ้งก่อนเพื่อกำจัดน้ำที่อาจมีอยู่ในถังดักออกให้หมด ปกติวาล์วจะถูกบิดให้อยู่ในตำแหน่งที่ปิดเสมอ
๑๒) อุปกรณ์ดักความชื้น	ทำหน้าที่	ดักละอองน้ำที่ติดมากับก๊าซชีวภาพ
๑๓) ปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	อัดก๊าซชีวภาพเก็บไว้ในถังอัดหรือถังจ่ายก๊าซชีวภาพ
๑๔) วาล์วอัดก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	ควบคุมการอัดก๊าซชีวภาพ ปกติอยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ ยกเว้นเมื่อต้องการอัดก๊าซชีวภาพจะอยู่ในตำแหน่งเปิด
๑๕) วาล์วจ่ายก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	ควบคุมการจ่ายก๊าซชีวภาพ ปกติอยู่ในตำแหน่งปิดเสมอ ยกเว้นเมื่อต้องการใช้ก๊าซชีวภาพจะอยู่ในตำแหน่งเปิด
๑๖) ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	เก็บก๊าซภายใต้แรงดันสูงจากปั๊มอัดก๊าซ
๑๗) หัวเตาก๊าซชีวภาพ	ทำหน้าที่	นำก๊าซชีวภาพไปใช้งานในการหุงต้ม
๑๘) บันได	ทำหน้าที่	เป็นอุปกรณ์ช่วยสำหรับการเติมเศษอาหารและการดูแลระบบ ฯ
๑๙) เครื่องบดขยะอินทรีย์	ทำหน้าที่	บดเศษอาหารก่อนจะนำไปเติมในถังหมัก

๒.๒ การติดตั้งระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ มีลำดับดังต่อไปนี้

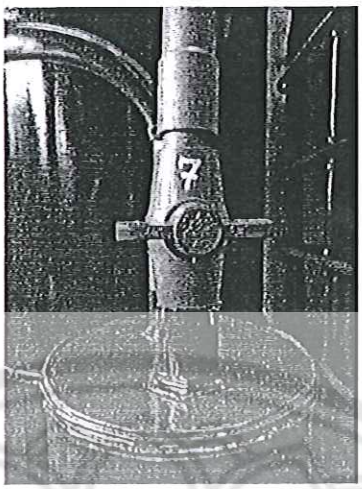
๒.๓.๑ การเชื่อมต่อสายส่งก๊าซจากถังหมักก๊าซชีวภาพไปยังถังเก็บก๊าซชีวภาพ โดยใช้เข็มขัดรัดสายยึดสายส่งก๊าซเข้ากับข้อต่อโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้ก๊าซรั่วไหลออกจากระบบฯ ก๊าซชีวภาพจะถูกกักเก็บในถังเก็บก๊าซด้วยวิธีการแทนที่น้ำ โดยถังเก็บก๊าซจะถูกกดให้จมอยู่ในน้ำด้วยเหล็กกากบาท ดังแสดงในรูปที่ ๒.๒



รูปที่ ๒.๒ ถังเก็บก๊าซชีวภาพขนาด ๑๕๐ ลิตร ด้วยวิธีการแทนที่น้ำ

การใช้งานถังเก็บก๊าซชีวภาพต้องเติมน้ำเข้าไปในถังแกลลอนที่ครอบอยู่รอบนอกถังเก็บก๊าซ โดยให้ระดับน้ำสูงจากก้นถังแกลลอนประมาณ ๙๐ – ๙๕ เซนติเมตร หรือท่วมถังพอดี ระดับน้ำที่อยู่ในถังแกลลอนมีผลต่อระดับแรงดันก๊าซในระบบฯ โดยถ้ามีน้อยเกินไปก๊าซที่เกิดในถังหมักก็จะถูกกักเก็บได้ที่ความดันต่ำกว่าขีดความสามารถของระบบฯ แต่ถ้ามีมากจนเกินไปจะทำให้แรงดันที่ถังเก็บสูงกว่าระดับแรงดันของบารอมิเตอร์น้ำ ทำให้น้ำที่บรรจุอยู่ในบารอมิเตอร์ถูกดันออกไป ดังนั้นก๊าซที่กักเก็บอยู่ในระบบฯ จะถูกปล่อยออกทางท่อสายยางของบารอมิเตอร์น้ำทั้งหมด นอกจากนั้นการมีปริมาณน้ำมากเกินไปยังส่งผลให้มีน้ำไหลเข้าไปในท่อส่งก๊าซได้ง่ายในขณะที่มีการเปิดก๊าซชีวภาพเพื่อใช้งาน

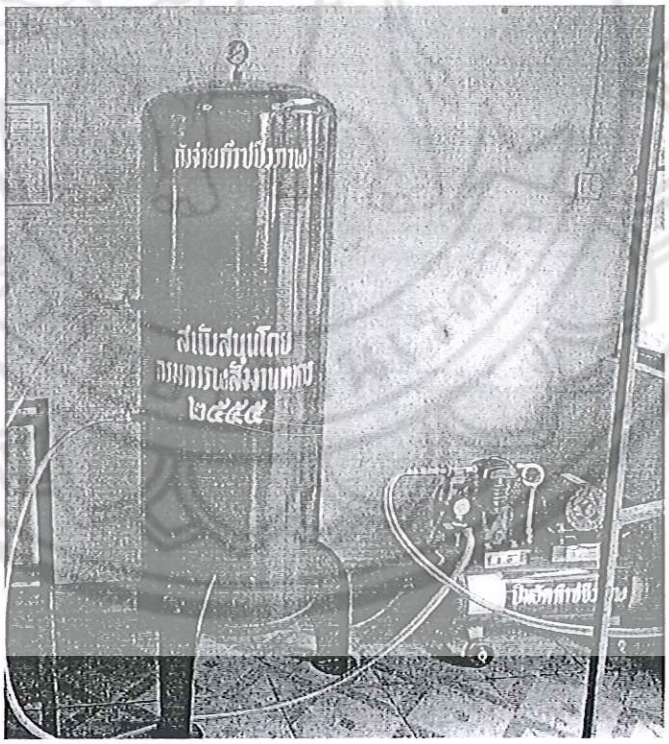
๒.๓.๒ การเชื่อมต่อสายส่งก๊าซระหว่างถังเก็บก๊าซและถังดักน้ำโดยยึดสายส่งก๊าซเข้ากับข้อต่อโลหะที่มีวาล์วพีวีซี ติดตั้งอยู่ ดังแสดงในรูปที่ ๒.๓ เพื่อกำจัดน้ำที่อาจติดมากับก๊าซชีวภาพในขณะที่มีการเปิดวาล์วเพื่อใช้งานก๊าซชีวภาพ



รูปที่ ๒.๓ วาล์วถังดักน้ำ

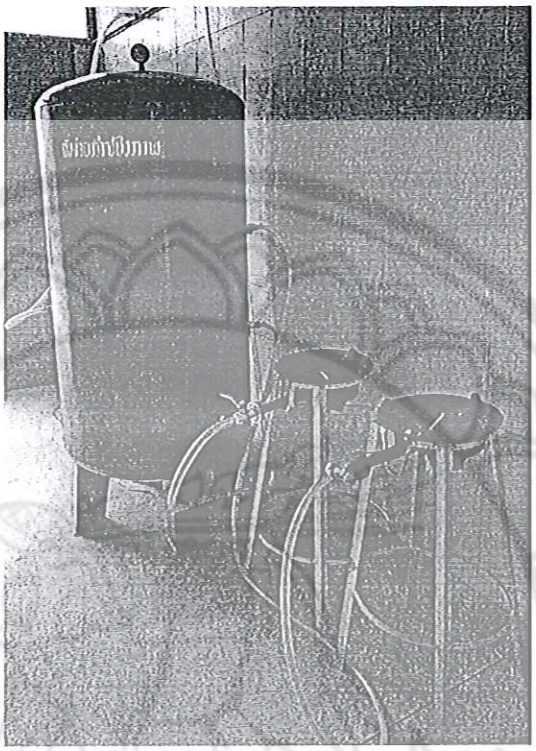
๒.๓.๓ การเชื่อมต่อสายส่งก๊าซจากถังดักน้ำไปยังปั๊มอัดก๊าซชีวภาพ

๒.๓.๔ เชื่อมต่อปั๊มอัดก๊าซเข้ากับถังจ่ายก๊าซชีวภาพ ด้วยสายพีวีซีถักขนาด ๓ หุน ที่วาล์วทองเหลือง ของอัดก๊าซชีวภาพและวาล์วอัดก๊าซที่ถังจ่ายก๊าซชีวภาพ เพื่อกักเก็บก๊าซชีวภาพก่อนที่จะจ่ายเพื่อใช้งานต่อไป



รูปที่ ๒.๔ การเชื่อมต่อระหว่างถังจ่ายก๊าซกับปั๊มลม

๒.๓.๕ เชื่อมต่อถังจ่ายก๊าซเข้ากับหัวเตาก๊าซชีวภาพ ที่ตำแหน่งวาล์วจ่ายก๊าซบนถังจ่ายก๊าซชีวภาพ เพื่อนำก๊าซชีวภาพไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม โดยการใช้งานให้เปิดวาล์วจ่ายก๊าซ แล้วค่อยๆ ปรับวาล์วที่หัวเตาเพื่อปล่อยก๊าซชีวภาพออกมา โดยความแรงของเปลวไฟขึ้นอยู่กับการปรับปริมาณก๊าซชีวภาพที่หัวเตา เมื่อใช้งานเสร็จควรปิดวาล์วที่หัวเตาก๊าซชีวภาพ และปิดวาล์วจ่ายก๊าซด้วย



รูปที่ ๒.๕ การเชื่อมต่อถังจ่ายก๊าซกับหัวเตาก๊าซชีวภาพ

บทที่ ๓

การเริ่มต้นเดินระบบและการใช้งาน

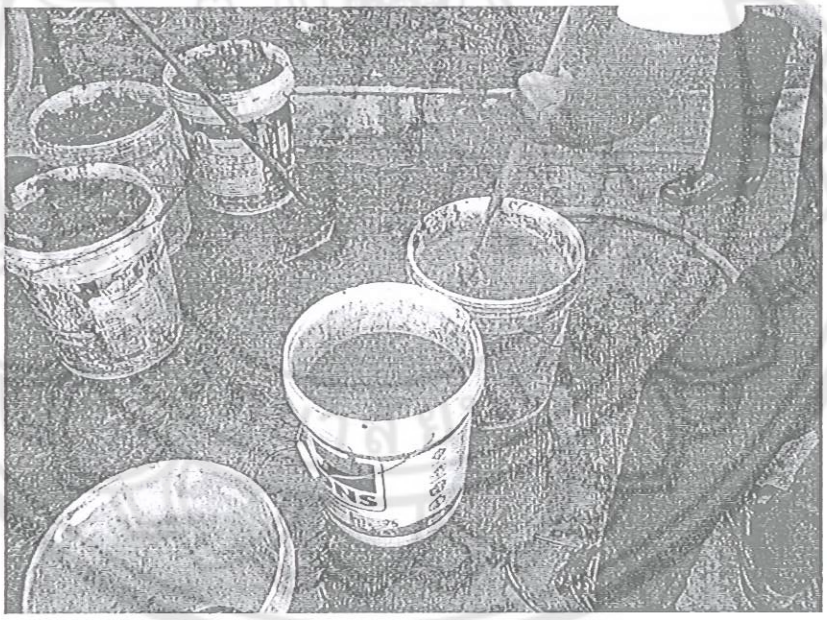
การผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์ จำเป็นต้องมีแบคทีเรียที่ช่วยในการย่อยสารอินทรีย์ที่อยู่ในถังหมักก๊าซ เพื่อเปลี่ยนสภาพของสารอินทรีย์ที่อยู่ในรูปของแข็งและของเหลว ให้อยู่ในรูปของก๊าซ ภายใต้สภาวะไร้อากาศ ดังนั้น การเริ่มต้นเดินระบบ จึงเป็นการเติมเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ถังหมักก๊าซและทิ้งระยะไว้ประมาณ ๑ เดือน เพื่อให้เข้าสู่สภาวะสมดุล โดยสังเกตได้จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้สามารถจุดไฟติดได้ หลังจากนั้น **จะเป็น**การป้อนขยะอินทรีย์เข้าสู่ถังหมักก๊าซชีวภาพในปริมาณที่เหมาะสมต่อไป

๓.๑ การเตรียมเชื้อแบคทีเรีย

เชื้อแบคทีเรียสามารถเตรียมได้จากมูลสัตว์ต่างๆ เช่น หมู วัว ควาย และไก่ เป็นต้น สำหรับ**ในคู่มือ**ฉบับนี้จะนำเชื้อแบคทีเรียมาจากมูลวัว โดยขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

๑) นำมูลวัวสดปริมาณ ๒๐๐ กิโลกรัมต่อถังหมัก ๑ ใบ มาคัดแยกเอาเศษหญ้าที่ปนมาออก

๒) แยกมูลวัวใส่ในถังหรือภาชนะ เติมน้ำในสัดส่วนที่เท่ากัน แล้วคนผสมให้เข้ากันดังแส**ดงใน**รูปที่ ๓.๑



รูปที่ ๓.๑ การผสมมูลวัวกับน้ำในสัดส่วนที่เท่ากัน

๓) ค่อย ๆ เทมูลวัวที่ผสมกับน้ำเรียบร้อยแล้วลงในถังหมักก๊าซ และทำซ้ำวิธีเดิมจนกระทั่งเติมขี้วัวลงในถังหมักก๊าซทั้งหมด

๔) เติมน้ำใสในถังหมักก๊าซเพิ่มเติม จนของเหลวในถังหมักก๊าซมีปริมาตรอยู่ที่ ๔๐๐ – ๕๐๐ ลิตร สังเกตได้จากมาตรวัดปริมาตรที่ด้านหน้าถังหมักก๊าซ

๕) ปรับหรือบิดวาล์วให้อยู่ในตำแหน่งปกติตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ ๒.๒ ข้างต้น

๖) ทิ้งระยะให้เชื้อแบคทีเรียภายในถังหมักเข้าสู่สภาวะสมดุล ประมาณ ๓ – ๔ สัปดาห์ โดยในระหว่างช่วงเวลาดังกล่าวจะมีก๊าซเกิดขึ้นภายในระบบ ฯ ให้ทำการเปิดวาล์วระบายก๊าซทิ้ง เพื่อปล่อยก๊าซทิ้ง เนื่องจากก๊าซที่ได้ยังมีปริมาณความเข้มข้นของมีเทนต่ำจึงไม่สามารถติดไฟได้ หลังจากปล่อยก๊าซทิ้งเป็นครั้งที่ ๔ ในครั้งที่ ๕ ให้เปิด วาล์วถังดักน้ำ และเปิดวาล์วที่หัวเตา เพื่อทดลองจุดไฟ ปกติเปลวไฟจากก๊าซชีวภาพจะมีสีฟ้าใสจึงสังเกตได้ยากในตอนกลางวัน จะออกมาในรูปของเปลวความร้อน ให้ทดลองเอากระดาษหรือใบไม้แห้งมาเผา จะเกิดการลุกไหม้ขึ้น แต่ถ้ายังจุดไฟไม่ติด ให้เปิดก๊าซทิ้งและรอให้เกิดก๊าซในรอบถัดไปแล้วจึงทดสอบการติดไฟในลำดับถัดไป จนกระทั่งก๊าซที่ได้สามารถจุดไฟติด

๓.๒ การเตรียมขยะอินทรีย์

ขยะอินทรีย์ที่นำมาใส่ในถังหมักก๊าซชีวภาพประกอบด้วย เศษอาหาร เศษผักและผลไม้ ที่เหลือทิ้งจากในครัวเรือน หรือจากในชุมชน สามารถนำมาเป็นอาหารให้กับแบคทีเรียเพื่อผลิตเป็นก๊าซชีวภาพได้ โดยขั้นตอนการเตรียมมีดังนี้

๑) นำขยะอินทรีย์ที่รวบรวมมาได้มาคัดแยกสิ่งที่ไม่สามารถเข้าเครื่องบดได้ออก เช่น เศษไม้ เศษพลาสติก กระดูกหมู และเปลือกผลไม้ที่แข็ง เช่น ทุเรียนหรือขนุน เป็นต้น

๒) นำขยะอินทรีย์ที่คัดแยกแล้วประมาณ ๑๐ – ๒๐ กิโลกรัม มาเข้าเครื่องบดขยะ เพื่อทำให้ขยะอินทรีย์มีขนาดเล็กลง

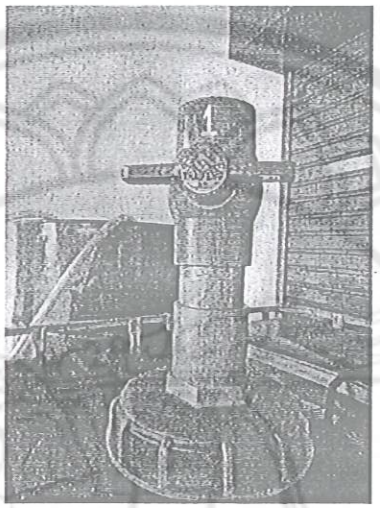
๓) นำขยะอินทรีย์ที่บดย่อยแล้วมาเติมน้ำในสัดส่วนที่เท่ากัน พร้อมกับคนให้เข้ากัน เพื่อเตรียมนำไปใส่ในถังหมักก๊าซชีวภาพในลำดับต่อไป

๔) ทำความสะอาดเครื่องบดขยะอินทรีย์ โดยถอดฝาครอบออกและ แกะเอาฝาปิดรังผึ้งและมีดบดออก จากนั้นใช้ไม้เสียบลูกชิ้นหรือตะปูแคะเศษอาหารที่ติดค้างอยู่ในฝาปิดรังผึ้ง พร้อมกับนำเกลียวหมุนมาล้างทำความสะอาด และใช้น้ำล้างภายในตัวบดให้สะอาด หลังจากทำความสะอาดส่วนประกอบทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ให้นำไปตากแดดให้แห้ง ก่อนจะประกอบกลับสู่สภาพการใช้งานปกติ

หมายเหตุ : ปริมาณเศษอาหารที่น้อยกว่าที่ระบุข้างต้น สามารถบดเติมลงในถังหมักก๊าซชีวภาพได้เช่นกัน แต่ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นก็จะมีปริมาณน้อยลงตามไปด้วย แต่สำหรับปริมาณเศษอาหารที่มากเกินไป ควรแบ่งเติมในวันถัดไป เพราะถ้าเติมในปริมาณมากจะทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ จนเกินขีดความสามารถในการย่อยของแบคทีเรีย ทำให้เกิดสภาพความเป็นกรด และน้ำหมักอยู่ในสภาวะไม่สมดุล

๓.๓ การเติมขยะอินทรีย์ลงในถังหมักก๊าซ

๑) เปิดวาล์วเติมเศษอาหาร ดังแสดงในรูปที่ ๓.๒



รูปที่ ๓.๒ วาล์วเติมเศษอาหาร

๒) เปิดวาล์วน้ำล้น ดังแสดงในรูปที่ ๓.๓ พร้อมกับเตรียมถังมารองรับน้ำหมักที่ล้นออกมาจากวาล์วน้ำล้น ซึ่งสามารถนำไปรดพืชผัดสวนครัวได้เลยทันทีโดยไม่ต้องผสมน้ำก่อน จากนั้นเมื่อเสร็จขั้นตอนให้ปิดวาล์วน้ำล้นให้สนิท

รูปที่ ๓.๓ วาล์วน้ำล้น

๓) นำกรวยพลาสติกไปใส่ในวาล์วเติมเศษอาหาร เพื่อความสะดวกยิ่งขึ้น

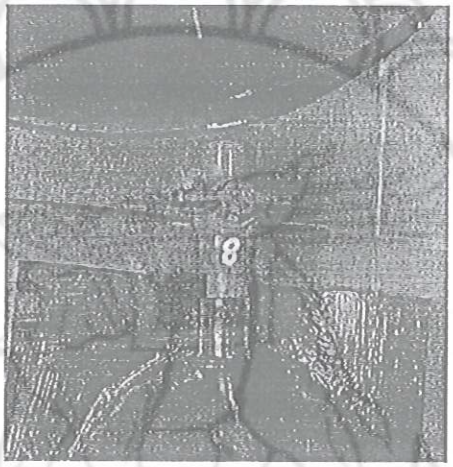
๔) ค่อย ๆ เทเศษอาหารลงในกรวยจนหมด จากนั้นปิดวาล์วเติมเศษอาหาร

๕) ตรวจสอบวาล์วให้บิดไปอยู่ในตำแหน่งปกติตามที่ได้กล่าวในหัวข้อ ๒.๑

๓.๔ การใช้งานก๊าซชีวภาพ

เมื่อน้ำหมักอยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ก๊าซชีวภาพที่ได้จากการหมักขยะอินทรีย์จะสามารถจุดติดไฟได้ตามปกติ ทั้งนี้ผู้ที่ดูแลระบบผลิตก๊าซชีวภาพต้องปฏิบัติบำรุงอย่างสม่ำเสมอ ตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะทำให้มีก๊าซชีวภาพไว้ใช้งานทุกวันอย่างต่อเนื่อง การใช้ก๊าซชีวภาพสำหรับการหุงต้ม มีวิธีการดังต่อไปนี้

๑) เปิดวาล์วน้ำทิ้ง ดังแสดงในรูปที่ ๓.๔ เพื่อระบายน้ำที่ขังอยู่ในถังดักน้ำออกก่อนที่จะรองรับน้ำที่มากับก๊าซชีวภาพในการใช้งานรอบถัดไป หลังจากนั้นปิดให้สนิท



รูปที่ ๓.๔ วาล์วระบายน้ำทิ้งติดตั้งอยู่ที่ด้านล่างของถังดักน้ำ

๒) เปิดวาล์วถังดักน้ำ เพื่อให้ก๊าซชีวภาพในระบบฯ ไหลผ่านถังดักน้ำก่อนที่จะไปยังหัวเตาก๊าซชีวภาพ

๓) จุดไฟจ่อที่หัวเตาก๊าซชีวภาพแล้วค่อย ๆ เปิดวาล์วที่หัวเตาทีละน้อย เมื่อไฟติดสามารถปรับความแรงของเปลวไฟด้วยการปรับให้วาล์วที่หัวเตาเปิดมากยิ่งขึ้น ทั้งนี้ไม่ควรเปิดวาล์วที่หัวเตามากเกินไป เพราะจะทำให้ก๊าซชีวภาพพุ่งออกมาอย่างรวดเร็ว ซึ่งเปลวไฟที่ลุกไหม้อย่างรวดเร็วและรุนแรงอาจก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ใช้งานได้

๔) เมื่อเลิกใช้งานหรือก๊าซชีวภาพเริ่มมีกำลังอ่อนลงจนไม่สามารถใช้งานได้แล้ว ให้ปิดวาล์วที่หัวเตาให้สนิท พร้อมกับปิดวาล์วถังดักน้ำเพื่อรอให้มีการผลิตก๊าซชีวภาพในระบบ ฯ สำหรับการใช้งานในรอบถัดไป

คู่มือแนะนำการใช้งานระบบผลิตก๊าซชีวภาพจากขยะอินทรีย์

โดย

กองพลังงานทดแทน
กรมการพลังงานทหาร
ศูนย์การอุตสาหกรรมป้องกันประเทศและพลังงานทหาร
สำนักงานปลัดกระทรวงกลาโหม
ร่วมกับ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร

กรกฎาคม ๒๕๕๖