

การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพในโรงเลี้ยงสุกร

Electrical Generation Use by Biogas in a Pig Farm

กฤติเดช ดวงใจบุญ*

Krittidej Duangjaiboon*

สาขาวิชาวิศวกรรมพลังงาน คณะเทคโนโลยี วิทยาลัยเทคโนโลยีสยาม

Department of Energy Engineering, Faculty of Technology, Siam Technology College

*Corresponding author, E-mail: keng_gt@yahoo.com

บทคัดย่อ

เกษตรกรได้นำก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากการบำบัดน้ำเสียจากโรงเลี้ยงสุกร มาใช้เป็นเชื้อเพลิง เครื่องยนต์สำหรับผลิตไฟฟ้าใช้ในโรงเลี้ยงสุกรขึ้น แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ที่นำมาใช้ผลิตไฟฟ้า เป็นเครื่องยนต์ที่นำมาดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงจึงมีประสิทธิภาพต่ำ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้ามีราคาสูงกว่าอัตราค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าว ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจากการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง มาผลิตไฟฟ้าเพื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง โดยมุ่งเน้นการศึกษาประสิทธิภาพ และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ จากการทดลองพบว่าการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมาผลิตไฟฟ้า จะมีประสิทธิภาพทางไฟฟ้าเท่ากับ 35.44% ที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าทดสอบแบบเต็มกำลัง และการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ดังนี้คือ มีอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน 6.925 อัตราการคืนทุนภายใน 80.45% และมีระยะเวลาคืนทุน 1.35 ปี

คำสำคัญ: ก๊าซชีวภาพ ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน อัตราการคืนทุนภายใน ระยะเวลาคืนทุน

Abstract

Nowadays, the agriculturists have been using a biogas fuel that produced electricity from waste water in the pig farm. The modified biogas engine producing low efficiency engine. Because pig farm have to pay a lot comparing getting electricity from government, so this paper is aimed to research the problem as described above. Researcher studies and compare the advantages and disadvantages of both the engine and emphasized on which engine is more efficient and economical to use. Researcher found that the biogas engine was more efficient an electrical part at the level part of full load testing that is 35.44%. In Economical point of view biogas engine used in pig farm showed the benefit to cost ratio will be 6.925 with internal rate of return will be 80.45% and payback period will be in 1.35 year.

Keywords: biogas Benefit to Cost Ratio Internal Rate of Return Payback Period

1. บทนำ

สุกรนับเป็นสัตว์เศรษฐกิจอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญสำหรับประเทศไทย โดยในปี 2541 ผลผลิตสุกรขุนรวมทั้งประเทศสูงถึง 7.4 ล้านตัว ซึ่งผลผลิตส่วนใหญ่ใช้เพื่อบริโภคภายในประเทศ การเลี้ยงสุกรของไทยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องจากในอดีตที่มีลักษณะการเลี้ยงแบบเกษตรกรรม คือ เลี้ยงโดยอาศัยปัจจัยที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ใช้ข้าวผสมรำ และพืชผักที่มีตามธรรมชาติเป็นอาหารและไม่มีการจัดการด้านสุขอนามัย และการป้องกันโรคที่ดี จนถึงปัจจุบันซึ่งรูปแบบการเลี้ยงได้เปลี่ยนมาเป็นการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม เนื่องจากความต้องการบริโภคเนื้อสุกรได้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้การเลี้ยงแบบดั้งเดิมไม่อาจสนองความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วได้ จึงมีการจัดการการเลี้ยงที่เป็นระบบและครบวงจรมีการเชื่อมโยงระหว่างธุรกิจที่เกี่ยวข้องอย่างเป็นระบบ เช่น การเพาะพันธุ์ การผลิตอาหาร และการป้องกันโรค เป็นต้น มีการตั้งขึ้นเป็นฟาร์มขนาดกลาง (มีสุกร 500 - 5,000 ตัว) และขนาดใหญ่ (มีสุกรมากกว่า 5,000 ตัว) มากขึ้น

อย่างไรก็ตามแม้ว่าการเลี้ยงสุกรแบบอุตสาหกรรมให้ผลผลิตดีกว่า และสามารถควบคุมการผลิตทั้งในเชิงปริมาณและคุณภาพได้ดีกว่าการเลี้ยงแบบดั้งเดิม แต่ก็ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆ หลายประการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาสิ่งแวดล้อม เรื่องน้ำเสีย กลิ่นเหม็น และแมลงวัน ซึ่งมีผลกระทบโดยตรงต่อฟาร์มเองและชุมชน ใกล้เคียง ซึ่งกำลังเป็นปัญหาที่ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรม และปัญหานี้นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น ก๊าซชีวภาพจึงเป็นเทคโนโลยีรูปแบบหนึ่งซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ ได้นำมาใช้ในการบำบัดปัญหาสิ่งแวดล้อมเหล่านี้ โดยได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานราชการหลายแห่ง ปัจจุบันจึงได้มีการประยุกต์เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพไปใช้ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ [1], โดยเน้นการบำบัดของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์และการรักษาสภาพแวดล้อม โดยมีผลพลอยได้จากการใช้ประโยชน์ของของเสียและก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ โดยก๊าซชีวภาพที่ได้จะนำไปขับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าใช้สำหรับภายในโรงเลี้ยงสุกร ซึ่งที่ผ่านมาจะใช้เครื่องยนต์ดัดแปลงที่ใช้ก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้า แต่ผลจากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า [2] เครื่องยนต์ดังกล่าวข้างต้นนี้ยังมีประสิทธิภาพต่ำ มีความสึกหรอและค่าบำรุงรักษาสูง เนื่องจากเครื่องยนต์ที่นำมาใช้เป็นเครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้กับก๊าซชีวภาพทำให้ต้นทุนการผลิตไฟฟ้าจากการใช้ก๊าซชีวภาพสูงกว่าราคาค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ส่งผลให้การผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพด้วยเครื่องยนต์ดัดแปลงยังไม่คุ้มค่าเท่าที่ควร ดังนั้นการใช้เครื่องยนต์ที่ออกแบบสำหรับก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ [3] น่าจะสร้างความคุ้มค่าในการใช้ก๊าซชีวภาพมาผลิตไฟฟ้าให้สูงขึ้นได้

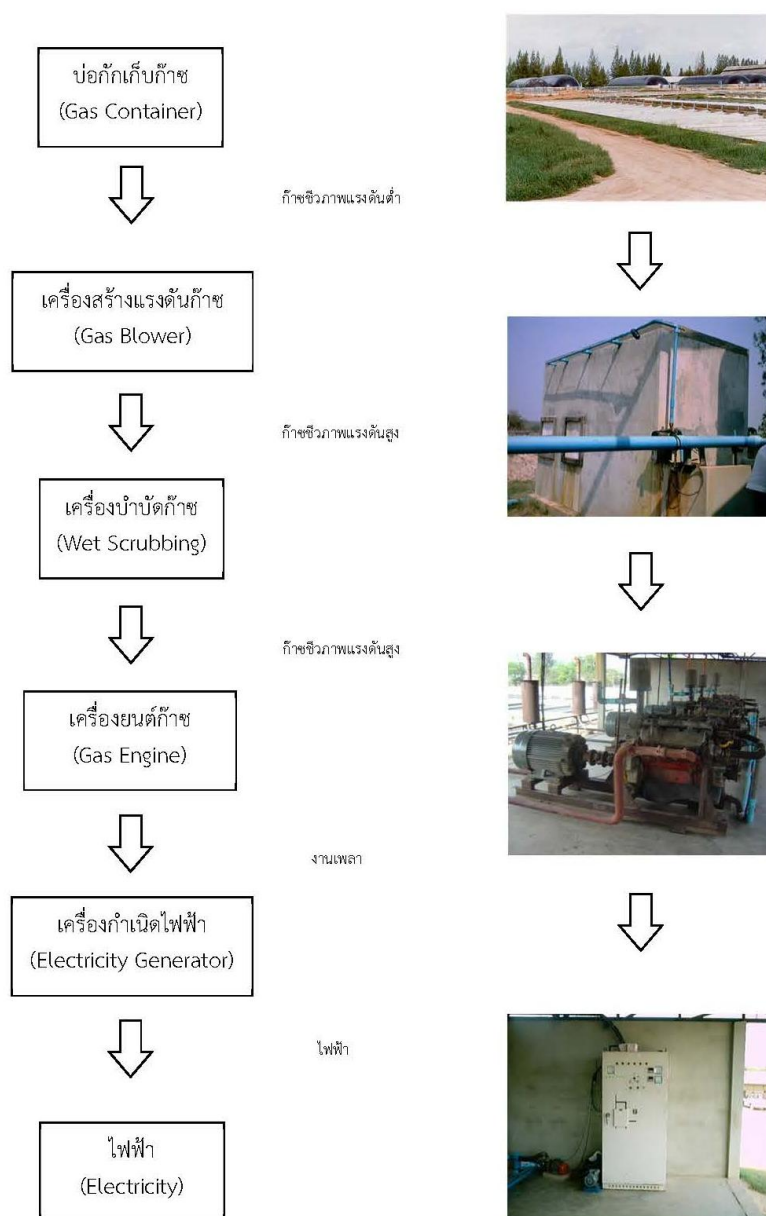
สำหรับเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าที่ใช้ในโรงเลี้ยงสุกร เดิมเป็นเครื่องยนต์ดีเซลใช้แล้วที่ได้รับการดัดแปลงมาให้ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับเครื่องผลิตไฟฟ้าดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 เครื่องยนต์ดัดแปลงเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในโรงเลี้ยงสุกร [4]

ในการทำงานของระบบผลิตไฟฟ้านั้น [5] ก๊าซชีวภาพจากบ่อผลิตจะถูกดูดและเพิ่มแรงดันโดยใช้พัดลม (blower) แล้วให้ไหลผ่านเครื่องทำความสะอาดก๊าซ ก่อนที่จะนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 2

จากรูปที่ 2 เป็นกระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ โดยขั้นตอนแรกก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบผลิตก๊าซชีวภาพจะถูกนำมาสะสมไว้ที่บ่อกักเก็บก๊าซชีวภาพ ก๊าซชีวภาพจากบ่อกักเก็บก๊าซซึ่งมีแรงดันต่ำจะถูกเพิ่มแรงดันขึ้นด้วยพัดลมเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ ก่อนที่จะไหลผ่านเครื่องบำบัดก๊าซชีวภาพก่อน เพื่อลดปริมาณก๊าซ H_2S โดยใช้วิธีบำบัดก๊าซชีวภาพแบบ Water Scrubbing :ซึ่งใช้น้ำผสมปูนขาวเป็นตัวกำจัดก๊าซ H_2S เนื่องจาก H_2S มีผลต่อการกัดกร่อนเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง เป็นเหตุให้อายุการใช้งานสั้นลง หลังจากนั้นจึงนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตงานเพลลา โดยต่อแกนเพลลาเครื่องยนต์นั้นจะต่อกับเพลลาของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และผลิตไฟฟ้าออกมาไว้ใช้ภายในโรงเรียนเลี้ยงสุกร



รูปที่ 2 กระบวนการผลิตไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ [4]

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ศึกษาประสิทธิภาพและความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบใหม่ที่ใช้เครื่องยนต์ที่ออกแบบสำหรับก๊าซชีวภาพโดยเฉพาะ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิสาชล ไชยสุวรรณ [1] ได้ศึกษาวิเคราะห์ต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพและไฟฟ้าที่ผลิตได้ในฟาร์มเลี้ยงสุกร (ฟาร์ม เอส.พี.เอ็ม.) การศึกษาแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ส่วนที่หนึ่งศึกษา ห่วงศ์ประกอบทางเคมีและค่าความร้อนของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากฟาร์มสุกร ส่วนที่สองหาต้นทุนราคาของก๊าซชีวภาพจากฟาร์มสุกร โดยพิจารณาตัวชี้วัดคือมูลค่าปัจจุบัน สุทธิ ณ ระดับอัตราคิดลดร้อยละ 8 และ 10 และส่วนที่สามหาประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ ผลิตไฟฟ้าและต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ การศึกษาในส่วนที่หนึ่งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษารายงานที่ผ่านมา แล้ว ส่วนที่สองเป็นการตรวจวัดข้อมูลเพิ่มเติม วิธีการศึกษาในส่วนที่สองแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษาข้อมูลค่าใช้จ่ายในการลงทุนด้านต่างๆ ส่วนที่สองเป็นการตรวจสอบ ความถูกต้องของข้อมูลที่ได้อีก ส่วนที่สามเป็นการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางการเงินโดยใช้ ตัวชี้วัดคือ NPV ส่วนที่สี่ เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพ (บาท/m(3), บาท/GJ) และส่วนที่ห้าเป็นการเปรียบเทียบราคา บาท/GJ กับเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ และวิธีการศึกษา ในส่วนที่สามแบ่งออกเป็น 3 ส่วนที่หนึ่งเป็นการศึกษา งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ส่วนที่สองเป็น การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและนำข้อมูลดังกล่าวมาหาประสิทธิภาพของ เครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้า และส่วนที่สาม เป็นการศึกษาต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้ ผลของการศึกษา ในส่วนที่หนึ่งองค์ประกอบ ทางเคมีของก๊าซชีวภาพประกอบด้วย มีเทน (CH_4) 60-70% คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) 20-30% และ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) 53-56 ppm และค่าความร้อนต่ำเฉลี่ยของก๊าซชีวภาพเท่ากับ 24,616 kJ/m(3) ในส่วนที่สอง โดยการใช้ตัวชี้วัด NPV สำหรับการวิเคราะห์รายรับรายจ่ายเกี่ยวกับการผลิตก๊าซ ณ ระดับ อัตราคิดลดร้อยละ 8 และ 10 โดยต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพพบว่ามีอยู่ในช่วง 1.56-2.43 บาท/m(3) และ 58.09-90.48 บาท/GJ ในการนำก๊าซมาใช้เป็น เชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ผลิต ไฟฟ้า ผลการศึกษาทดสอบได้ว่าประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ผลิตไฟฟ้าอยู่ในช่วง 12.7-15% ส่งผลให้ต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ผลิตได้มีค่าอยู่ในช่วง 3.24-3.76 บาท/kWh

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

4.1 ศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ศึกษาและวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ของเครื่องยนต์ยี่ห้อ DEUTZ รุ่น TCG 2015 V8 [6] โดยมุ่งเน้นกำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงผลิตได้

การศึกษากำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง โดยตรงผลิตได้ของโรงเลี้ยงสุกร จะทำการ ทดสอบความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง โดยตรงด้วยการใช้โหลด เทียมในการทดสอบ [7] โหลดที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือโหลดน้ำเกลือ (Dummy Load) เนื่องจากโหลดน้ำเกลือที่ใช้ ทดสอบมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์เท่ากับ 1 ($\text{PF} = 1$) ทำให้สามารถทดสอบการจ่ายกำลังไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซ ชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงได้เต็มพิกัดของเครื่อง ข้อดีสำหรับโหลดน้ำเกลือนี้คือสามารถหาได้ง่ายและราคาไม่สูง แต่โหลดน้ำเกลือนี้มีข้อเสียคือกระแสไฟฟ้าที่จ่ายโหลดจะแกว่งตามการกระเพื่อมของระดับน้ำ (ในขณะน้ำเดือดกระแส ไฟฟ้าจะไม่คงที่) สำหรับขั้นตอนการทดสอบเริ่มจากการเติมน้ำลงในถังทดสอบ จากนั้น จึงทำการเติมเกลือลงในถัง เพื่อเพิ่มความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า จากนั้นจึงหย่อนแท่งตัวนำ (Electrode) ลงในถังทดสอบโดยการทดสอบ นี้จะเริ่มทดสอบที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าจาก 25 %, 50 %, 75 % จนถึงที่ระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าเป็น 100 %

ตารางที่ 1 รายละเอียดด้านเทคนิคของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

รายละเอียดเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง	
Brand.	DEUTZ
Model.	TCG 2015 V8
Dealer	MSN Machinery
Heating Value (MJ/m ³)	18
Engine Power (kW)	240
Electrical Efficiency (%)	34.6
Electrical Power (kW)	230
Engine Cost (Baht)	4,200,000
Fuel Consumption (kW)	649
ชุดผลิตไฟฟ้า	Generator
ระบบหล่อเย็น	Cooling Tower
อายุการใช้งาน (ปี)	15



รูปที่ 3 การศึกษากำลังไฟฟ้าที่เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง [4]

ทำการบันทึกค่าต่างๆ ขณะทดสอบดังนี้คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าต่อเฟส ค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างเฟส ค่ากระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และอุณหภูมิน้ำเกลือ ส่วนค่าประสิทธิภาพทางไฟฟ้าสามารถคำนวณได้จากสมการ [4]

$$\eta_e = \frac{\text{กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (kW)}}{\text{Gas Volume Flow Rate} \times \text{LHV}} \quad (1)$$

โดยที่

η_e คือ ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเครื่องยนต์ (%)
 LHV คือ ค่าความร้อนต่ำของก๊าซชีวภาพ (MJ/m³)

ซึ่งมีสมมติฐานในการคำนวณดังนี้

- กำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ (η_e) ใช้ค่าอ้างอิงจากผลการทดสอบระดับการจ่ายไฟฟ้า(kW)
- ค่าความร้อนเชื้อเพลิงของก๊าซชีวภาพ (LHV) ของโรงเลี้ยงสุกร [1] มีค่าเท่ากับ 24.62 MJ/m^3
- อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของ เครื่องยนต์ ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงอ้างอิงจากการคำนวณหา อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพของเครื่องยนต์จาก Specification ของ DEUTZ TCG 2015 V8 [5] เท่ากับ $0.026 \text{ m}^3/\text{s}$ [1]

4.2 ศึกษาความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

- 4.2.1 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit to Cost Ratio; B/C) [8] เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน ซึ่งวิธีการวิเคราะห์จะหาได้จาก สมการ

$$(B/C) = \frac{\text{ผลกำไรจากการดำเนินการ}}{\text{ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ}} \quad (2)$$

- 4.2.2 การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์โดยวิธีการหาอัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate Of Return ; IRR) [8] เป็นการพิจารณาจากค่าอัตราดอกเบี้ยที่ทำให้มูลค่าของผลตอบแทนที่อัตราดอกเบี้ยนั้นมีมูลค่าเท่ากับมูลค่าของการลงทุนพอดี เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุน

- 4.2.3 การวิเคราะห์วิธีการประเมินระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) [8] วิธีนี้จะเป็นการคำนวณจำนวนปีที่คุ้มทุน (Break Even) ของการดำเนินการติดตั้งเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร วิธีนี้จะรวมอัตราดอกเบี้ยในการคำนวณ เพื่อให้การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้น ซึ่งในหัวข้อ 2.2 และหัวข้อ 2.3 จะใช้สมการรวมกับคือ

$$\begin{aligned} 0 &= PW_R - PW_D & (3) \\ \text{โดยที่} & \\ PW_R &\text{ คือ } \text{มูลค่าปัจจุบันของรายรับ} \\ PW_D &\text{ คือ } \text{มูลค่าปัจจุบันของรายจ่าย} \end{aligned}$$

5. ผลการทดลอง

5.1 สมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ผลการทดสอบการจ่ายกำลังไฟฟ้า ที่ผลิตได้จากเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร ด้วยโหลดน้ำเกลือ (Dummy Load) โดยแบ่งระดับการจ่ายกำลังไฟฟ้าออกเป็น 4 ระดับ คือ 25 % , 50 % , 75 % และ 100 % และดำเนินการทดสอบทั้งหมด 4 ครั้งๆ ละ 20 นาที สำหรับระดับ 25 % , 50 % และ 75 % ส่วนการทดสอบระดับการจ่ายไฟฟ้า 100 % จะใช้เวลา 60 นาที การทดสอบจะทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า รวมทั้งอุณหภูมิของน้ำเกลือ เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ รวมทั้งประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง ผลจากการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2 พบว่าเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้ารวมทั้งประสิทธิภาพทางไฟฟ้าได้ตามพิกัดของเครื่องยนต์ คือที่ระดับการจ่าย

กำลังไฟฟ้า 100 % เครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้า 230 kW และมีประสิทธิภาพในการผลิตไฟฟ้า 35.44 % ซึ่งเท่ากับพิกัดของเครื่องยนต์ที่ระบุตาม Specification ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

ผลการทดสอบสมรรถนะของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง											
เวลาการทดสอบ (นาที)	ระดับจ่ายกำลังไฟฟ้า (%)	อุณหภูมิ น้ำเกลือ (°C)	แรงดันไฟฟ้า (V)				กระแสไฟฟ้า (A)			กำลังไฟ (kW)	ประสิทธิภาพ (%)
			R-S	S-T	T-R	R-N	R	S	T		
20	25	79.9	381	381	380	220	88	89	87	58	8.9
20	50	81.3	380	381	380	220	178	179	178	115	17.72
20	75	83.2	380	380	380	220	265	267	265	173	26.66
60	100	84.6	380	380	381	220	352	351	351	230	35.44

5.2 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรง

การวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงของโรงเลี้ยงสุกร จะทำการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของโครงการเพื่อหาความคุ้มค่าของการลงทุน ซึ่งการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงจะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีการประเมิน 3 รูปแบบด้วยกัน คือ การหาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit to Cost Ratio ; B/C) การหาอัตราการคืนทุนภายใน (Internal Rate Of Return ; IRR) และการประเมินระยะเวลาคืนทุน (Payback Period) โดยมีสมมุติฐานในการวิเคราะห์ดังนี้

เงินลงทุนเบื้องต้นทั้งระบบ	7,500,000	บาท
กำลังไฟฟ้าที่เครื่องผลิตได้	230	kW
ชั่วโมงการทำงาน	7,665	ชั่วโมง/ปี
พลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้	1,762,950	kWh/ปี
อัตราค่าไฟฟ้าอัตราปกติประเภทที่ 2.1.1	3.423	บาท /kWhจำนวนเงินจากพลังงาน
ไฟฟ้าที่ผลิตได้	6,034,577.85	บาท/ปี
ค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา 5%จากเงินลงทุน	260,000	บาท/ปี
อัตราดอกเบี้ย MRR เดือน ธันวาคม 2556	7.875	%
มูลค่าซาก	50,000	บาท
อายุโครงการ	15	ปี

6. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์หาอัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน พบว่ามีค่า B/C เท่ากับ 6.925 > 1 สรุปได้ว่าโครงการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงนี้ได้กำไรแน่นอนเมื่อสิ้นปีที่ 15 ในส่วนอัตราการคืนทุนภายในของโครงการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมีค่า IRR เท่ากับ 80.45% และพบว่าระยะเวลาคืนทุนของการนำเครื่องยนต์ที่ใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงโดยตรงมาใช้ในโรงเลี้ยงสุกรมีค่าประมาณ 1.35 ปี

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] นิสาชล ไชยสุวรรณ, 2544, ต้นทุนราคาก๊าซชีวภาพและไฟฟ้าที่ผลิตได้ในฟาร์มเลี้ยงสุกร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 87 หน้า
- [2] มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545, รายงานการศึกษาวิจัยโครงการใช้ก๊าซชีวภาพผลิตไฟฟ้าและทำความเย็นในโรงเลี้ยงสุกร ระยะที่ 1, กรุงเทพมหานคร
- [3] วีระชัย สุรวิทย์, 2546, การปรับปรุงระบบทำความเย็นและการผลิตไฟฟ้าในฟาร์มเลี้ยงสุกร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 163 หน้า
- [4] กิตติ ดวงใจบุญ, 2549, การผลิตไฟฟ้าโดยใช้ก๊าซชีวภาพและกา รทำความเย็นแบบระเหยในโรงเลี้ยงสุกร, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 170 หน้า
- [5] หน่วยบริการก๊าซชีวภาพ สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เอกสารการตรวจวัดเครื่องยนต์, โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์
- [6] ข้อมูลเครื่องยนต์ก๊าซจาก บริษัท มุนเซนแมชีนเอนรี จำกัด
- [7] สมหมาย เสนาปิน, บริษัท เมโทรแมชีนเอนรี จำกัด, พฤษภาคม 2529, การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าโดยใช้โหลดเทียม, เทคนิคเครื่องกลไฟฟ้า อุตสาหการ, หน้า 91-92
- [8] ไพบูลย์ แย้มเพื่อน, 2542, เศรษฐศาสตร์วิศวกรรม : Engineering Economy, สำนักพิมพ์ซีเอ็ดยูเคชั่น, 312 หน้า