

**การออกแบบและทดสอบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพโดยใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ
ร่วมกับน้ำมันดีเซล**

**DESIGN AND TESTING OF FERTILIZER PELLETIZING MACHINE USING BIOGAS
DUAL FUELLED WITH DIESEL FUEL**

นัฐพงษ์ ตันกันยา¹, ธนากร วงศ์วัฒนาเสถียร^{2,*}

^{1,2} ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

123 ถ.มิตรภาพ อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002 ประเทศไทย

โทร 043-202845 โทรสาร 043-202849 , E-mail: nuth.tonk@gmail.com¹, tanakorn_w@kku.ac.th^{2*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการปรับปรุงและการทดสอบสมรรถนะเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ โดยมีวัตถุประสงค์คือปรับปรุงเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพที่มีในปัจจุบันให้สามารถใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงในเครื่องยนต์ต้นกำลังเพื่อประหยัดพลังงานและลดการปล่อยก๊าซชีวภาพที่เหลือจากการใช้งานสู่บรรยากาศ วัสดุที่ใช้ในการทดสอบคือ กากตะกอนที่เหลือจากการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกร งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนแรกเป็นการออกแบบอุปกรณ์ผสมก๊าซชีวภาพและอากาศ และปรับปรุงเกลียวอัดให้มีปริมาณการผลิตที่มากขึ้น ส่วนที่สองเป็นการทดสอบสมรรถนะเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ โดยไม่ปรับแต่งเครื่องยนต์ต้นกำลัง จากนั้นทำการทดสอบหาอัตราส่วนผสมระหว่างกากตะกอนต่อน้ำ และความเร็รรอบเกลียวอัดเม็ดปุ๋ยที่เหมาะสม ทดสอบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพโดยใช้น้ำมันดีเซล และทดสอบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพเมื่อใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล ผลการทดสอบพบว่า การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วมสามารถประหยัดน้ำมันดีเซลได้ถึง 61.02 % ที่ความเร็รรอบเกลียวอัด 102 รอบต่อนาที แต่จะมีปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ยน้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว 7.45 % ถึงแม้ว่าการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลจะทำให้ปริมาณการผลิตปุ๋ยลดลง เมื่อเทียบกับการผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง แต่เมื่อพิจารณาการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแล้ว พบว่าการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม สามารถลดอัตราการใช้น้ำมันดีเซลทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายได้มากกว่ากรณีที่ใช้ น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว ดังนั้นการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วมจึงคุ้มค่ากว่าการใช้ น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

คำสำคัญ : เครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ; เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ; อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซล; อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ

Abstract

This paper presents an improvement and testing performance of fertilizer pelletizing machine. The objective of this research was to improve the fertilizer pelletizing machine which can be currently used biogas in the power engine for saving energy and reduce emissions of methane into the atmosphere. The materials used in the experiment is sludge residue from biogas production in a pig farm. The research was divided into two parts: the first part is to design a gas mixer for mixing biogas and air, improve screw press to increase production rate. The second part is to study the performance of fertilizer pelletizing machine. The ratio of sludge and water by mass and revolution speed of screw were varied to find the option results. The fertilizer pelletizing machine were operated using diesel fuel and using biogas and diesel fuel in dual mode. The experimental results showed that using dual fuel mode can be saved diesel fuel by 61.02 % at 102 rpm. On the other hand, the production rate of fertilizer pellets is decreases by 7.45 %. However, the saving energy it much more valuable than the small decrease in quantity of fertilizer.

Keywords: Fertilizer pelletizing machine, Biogas fuel, Diesel fuel consumption, Mixer.

1. บทนำ

ปัจจุบันฟาร์มปศุสัตว์ได้นำมูลสัตว์มาผลิตก๊าซชีวภาพกันมากขึ้น โดยเฉพาะฟาร์มสุกรซึ่งมีระบบผลิตก๊าซชีวภาพและนำก๊าซที่ผลิตได้มาใช้ประโยชน์ แต่พบว่า ยังใช้ในปริมาณน้อยกว่าที่ผลิตได้ ทำให้ต้องปล่อยก๊าซที่เหลือทิ้ง 3 ถึง 4 ลบ.ม.ต่อวัน [1] ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาภาวะเรือนกระจก และส่งผลต่อภาวะโลกร้อนได้ นอกจากนี้การผลิตก๊าซชีวภาพยังมีกากตะกอนในบ่อหมัก ซึ่งมีธาตุอาหารสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ทางการเกษตรได้ แต่การใช้กากตะกอนยังใช้ประโยชน์ไม่เต็มที่ ควรนำมาเพิ่มมูลค่าของกากตะกอน โดยเฉพาะการนำมาทำปุ๋ยอัดเม็ดจะมีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น และใช้ได้สะดวกขึ้น อีกทั้งเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดสามารถดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้เองในฟาร์มมาเป็นพลังงาน ซึ่งจะทำให้ประหยัดต้นทุนและเป็นการใช้ก๊าซชีวภาพอย่างเต็มโดยที่ไม่ต้องปล่อยทิ้ง

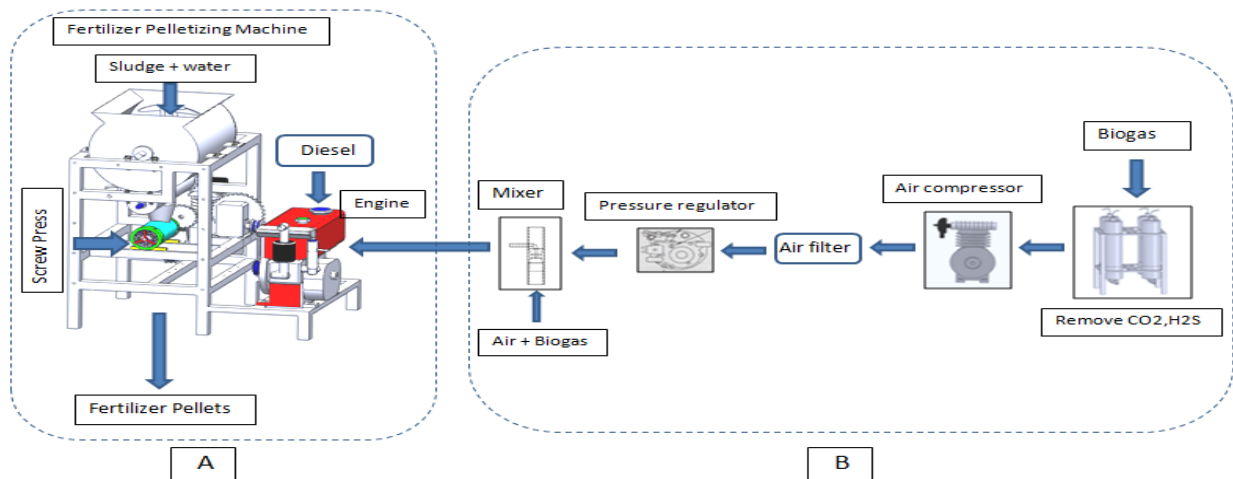
เครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ดในปัจจุบันส่วนใหญ่ใช้พลังงานต้นกำลังเป็นพลังงานไฟฟ้าเช่น งานวิจัยการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อการผลิตพืช [2] ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าแต่บางครั้งก็ใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องยนต์เป็นต้นกำลังแต่ยัง

ขาดความรู้ทางวิชาการและการวิจัยอย่างจริงจัง ในต่างประเทศเองก็มีการทำปุ๋ยอัดเม็ดจากปุ๋ยหมักในฟาร์มปศุสัตว์[3] แต่ใช้พลังงานต้นกำลังจากพลังงานไฟฟ้าเช่นกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำก๊าซชีวภาพมาเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ต้นกำลัง และวัตถุดิบที่ใช้ผลิตเม็ดปุ๋ยคือกากตะกอนในการผลิตก๊าซชีวภาพ เนื่องจากมีแร่ธาตุที่สามารถนำมาผลิตปุ๋ยได้ [1] โดยงานวิจัยนี้แบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นการปรับปรุงเครื่องยนต์ดีเซลเพื่อให้เครื่องยนต์สามารถใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วม ส่วนที่สองเป็นการวิเคราะห์สมรรถนะของเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพทั้งกรณีที่ใช้ น้ำมันดีเซลและใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิง

2. อุปกรณ์ในการทดสอบ

2.1 เครื่องยนต์ระบบเชื้อเพลิงร่วม

เครื่องยนต์ที่ใช้ดัดแปลงให้เป็นระบบเชื้อเพลิงร่วมในงานวิจัยนี้เป็นเครื่องยนต์ดีเซล 4 จังหวะ 1 สูบ ยี่ห้อ KUBOTA รุ่น RT 90 ปริมาตรกระบอกสูบ 487 cc. กำลังม้าสูงสุด 6.6 kW ที่ความเร็วรอบ 2400 รอบต่อนาที มีอัตราส่วนการอัด 23 ต่อ 1 การใช้ก๊าซชีวภาพในเครื่องยนต์ ต้องมีอุปกรณ์ผสมก๊าซ



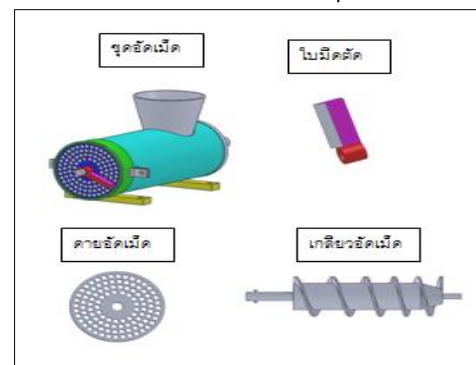
รูปที่ 1 การติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบ โดยใช้น้ำมันดีเซล (A) และทดสอบโดยใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล (A+B)

กับอากาศ เพื่อให้อากาศเกิดการผสมกับก๊าซก่อนที่จะเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ทำให้การเผาไหม้ได้ดีขึ้น ก๊าซชีวภาพที่ออกจากบ่อหมักก๊าซมีความดันต่ำ เมื่อนำก๊าซชีวภาพมาผ่านอุปกรณ์ทำความสะอาดก๊าซเพื่อลดก๊าซที่ไม่จำเป็นต่อการเผาไหม้ของเครื่องยนต์เช่น ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ยิ่งทำให้ความดันของก๊าซชีวภาพลดลงอีก ดังนั้นในการทดลองจึงได้ติดตั้งเครื่องอัดอากาศเพื่อช่วยในการดึงก๊าซชีวภาพออกจากบ่อหมักก๊าซ การติดตั้งเครื่องอัดอากาศจะทำให้ความดันของก๊าซชีวภาพสูงขึ้น และความดันที่ผ่านเครื่องอัดอากาศจะมีค่าไม่คงที่ ความดันที่สูงขึ้นจะทำให้ก๊าซชีวภาพไหลเข้าไปยังห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์มากเกินไป อาจทำให้เครื่องยนต์เกิดการน็อกได้ ดังนั้นจึงติดตั้งวาล์วปรับความดัน (Pressure regulator) เพื่อควบคุมความดันและปริมาณก๊าซชีวภาพก่อนเข้าเครื่องยนต์ดังแสดงในรูปที่ 1(A) และ 1(B)

2.2 ชุดอัดเม็ดปุ๋ย

ชุดอัดเม็ดปุ๋ยประกอบด้วย เกลียวอัดเม็ดปุ๋ย ขนาดความยาว 31.6 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางเกลียว 8.0 เซนติเมตร ดายอัดเม็ดปุ๋ยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12.5 เซนติเมตร และมีรูขนาดเส้น

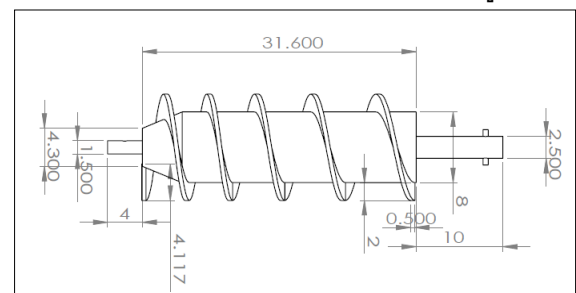
ผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร จำนวน 110 รู มีใบมีดตัด และตัวเรือนอัดเม็ดปุ๋ย ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดอัดเม็ดปุ๋ย

2.3 การออกแบบเกลียวอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ

การออกแบบเกลียวอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพใช้หลักการเอ็กซ์ทรูชัน และการประยุกต์จากทฤษฎีการขนถ่ายอนุภาคของแข็ง ซึ่งการคำนวณปริมาณการผลิตจะประยุกต์ใช้สมการของ Rauwendaal, C.[4] และสมการของ M. Gonzalez-Valadez, et al.[5] โดยเกลียวที่ได้จากการออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เกลียวอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ

2.4 ชุดดัดแปลงเครื่องยนต์ใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพ

ชุดดัดแปลงเครื่องยนต์ประกอบด้วย เครื่องอัดอากาศเพื่อเพิ่มแรงดันก๊าซชีวภาพ วาล์วลดความดัน (Pressure regulator) และอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Mixer) ดังแสดงในรูปที่ 1(B)

2.5 การออกแบบอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Mixer) [6]

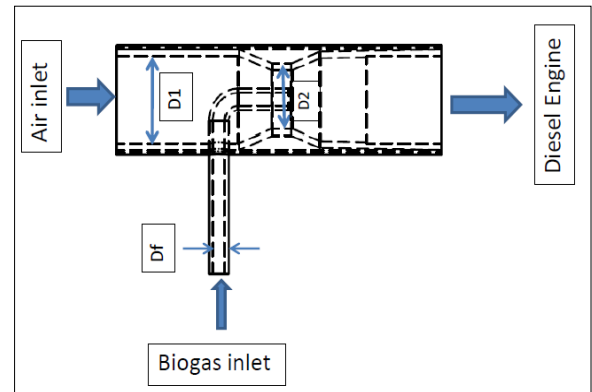
มิกเซอร์มีหลักการทำงานเหมือนกับคาร์บูเรเตอร์ มิกเซอร์ที่ใช้ในการทดลองเป็นแบบเวนจูรีมิกเซอร์เนื่องจากสามารถผสมก๊าซกับอากาศได้ดี โดยก๊าซชีวภาพจะไหลไปตามท่อส่งก๊าซเข้าไปผสมกับอากาศที่ไหลผ่านคอขวดและผ่านเข้าท่อไอดีเพื่อเข้าสู่ห้องเผาไหม้ ข้อกำหนดที่ใช้ในการหาขนาดมิกเซอร์คือ กำลังของเครื่องยนต์ 6.6 กิโลวัตต์ ประสิทธิภาพในการเปลี่ยนเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ (Fuel Conversion Efficiency) 25 % ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของเครื่องยนต์ (Volumetric Efficiency) 85 % ปริมาณก๊าซชีวภาพที่เครื่องยนต์ต้องการคือ 70 % เส้นผ่านศูนย์กลางฐานของมิกเซอร์ (D_1) ใช้ขนาดเท่ากับท่อไอดีคือ 4.0 เซนติเมตร อัตราส่วนระหว่างอากาศต่อเชื้อเพลิงในทางทฤษฎีคือ 22.24:1 และความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบคือ 1,200 รอบต่อนาที จากข้อกำหนดในการหาขนาดของมิกเซอร์สามารถหาปริมาณมีเทนที่เครื่องยนต์ต้องการซึ่งได้เท่ากับ $0.000814 \text{ m}^3/\text{s}$ ซึ่งสามารถหาได้ดังสมการที่ 1

$$\dot{m}_{f,biogas} = \frac{P - \dot{m}_{f,diesel} Q_{HV,diesel} \eta_f}{\eta_f Q_{HV,biogas}} \quad (1)$$

โดยที่ $\dot{m}_{f,biogas}$ คืออัตราการไหลมวลของก๊าซชีวภาพ(kg/s) P คือกำลังใช้งานของเครื่องยนต์(kW) $\dot{m}_{f,diesel}$ คืออัตราการไหลมวลของดีเซล(kg/s) Q_{HV} คือค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (kJ/kg)

ขนาดของคอขวด (D_2) เท่ากับ 0.588-0.667 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางฐานของมิกเซอร์(D_1)[7] ดังนั้นขนาดของคอขวดจึงเท่ากับ 2.7 เซนติเมตร และ

ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเชื้อเพลิง(D_f) ที่ใช้ในการทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.6 เซนติเมตร อุปกรณ์ผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศดังที่ได้ออกแบบแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 อุปกรณ์ผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศแบบเวนจูรี

3. การทดสอบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพ

วัสดุที่ใช้ในการทดสอบคือกากตะกอนจากบ่อหมักก๊าซชีวภาพในฟาร์มสุกร โดยนำกากตะกอนที่ตากแห้งแล้วมาทำการบดให้ละเอียดก่อนเพราะกากตะกอนที่ตากแห้งแล้วจะมีลักษณะเป็นก้อนแข็งไม่สามารถนำมาอัดเม็ดได้จึงต้องบดให้ละเอียดก่อนลักษณะของกากตะกอนที่ได้จากการตากแห้งก่อนนำไปบดและหลังการบดดังแสดงในรูปที่ 5



(ก)



(ข)

รูปที่ 5 กากตะกอนก่อนบด (ก) และกากตะกอนหลังบด (ข)

โดยงานวิจัยจะแบ่งการทดสอบเป็นสองส่วน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลอย่างเดียว

โดยทดสอบหาอัตราส่วนผสมกากตะกอนต่อน้ำที่เหมาะสมซึ่งได้ทำการทดสอบหาอัตราส่วนผสมที่สามารถอัดเม็ดได้ปรากฏว่าอัตราส่วนผสมกากตะกอนต่อน้ำที่สามารถใช้อัดเม็ดปุ๋ยได้มีค่าอยู่

ระหว่าง 1.8:1 ถึง 2.0:1 เนื่องจากอัตราส่วนผสมภาค
ตะกอนต่อน้ำที่น้อยกว่า 1.8:1 จะทำให้ภาคตะกอน
เหนียวมากเกินไปอัดเป็นเม็ดได้ยาก และอัตราส่วน
ภาคตะกอนต่อน้ำที่มากกว่า 2.0:1 จะทำให้ภาค
ตะกอนแห้งมากเกินไปทำให้อัดเป็นเม็ดได้ยากและ
ยังทำให้ภาคตะกอนอัดแน่นที่ตายอัดอีกด้วย ดังนั้น
จึงทำการทดสอบโดยใช้อัตราส่วนผสมภาคตะกอน
ต่อน้ำ 3 ค่าคือ 1.8:1 1.9:1 และ 2.0:1 โดยมวล เพื่อ
หาอัตราส่วนที่เหมาะสมที่สุด จากการทดสอบพบว่า
อัตราส่วนภาคตะกอนต่อน้ำที่ให้ผลดีที่สุดคือ 1.8:1
โดยมวล ดังนั้นจึงใช้ค่าอัตราส่วนภาคตะกอนต่อน้ำนี้
ในการทดสอบต่อไป โดยทดสอบความเร็วรอบของ
เกลียวอัดเม็ดปุ๋ยชีวภาพที่เหมาะสมซึ่งใช้ความเร็ว
รอบเกลียวอัด 3 ค่าคือ 70 82 และ 102 รอบต่อนาที
ความเร็วรอบของเครื่องยนต์ที่ใช้ทดสอบคือ 1,200
รอบต่อนาที จากนั้นหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง
และอัตราการผลิตเม็ดปุ๋ย ซึ่งวิธีการทดสอบโดยใช้
น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียวแสดงในรูปที่ 1 (A) เริ่ม
ด้วยการสตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซล จากนั้น
ผสมภาคตะกอนและน้ำโดยเทภาคตะกอนและน้ำลง
ในถังผสมเมื่อผสมได้ที่แล้ว ภาคตะกอนจะถูกลำเลียง
โดยเกลียวลำเลียงไปยังเกลียวอัดเม็ดปุ๋ยและถูกอัด
เป็นเม็ดปุ๋ยออกมาซึ่งที่ตายอัดด้านหน้าจะมีใบมีดทำ
หน้าที่คอยตัดเม็ดปุ๋ยให้เป็นเม็ดยาวตามต้องการ

3.2 การทดสอบสมรรถนะของเครื่องอัดเม็ดปุ๋ย ในกรณีที่ใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล

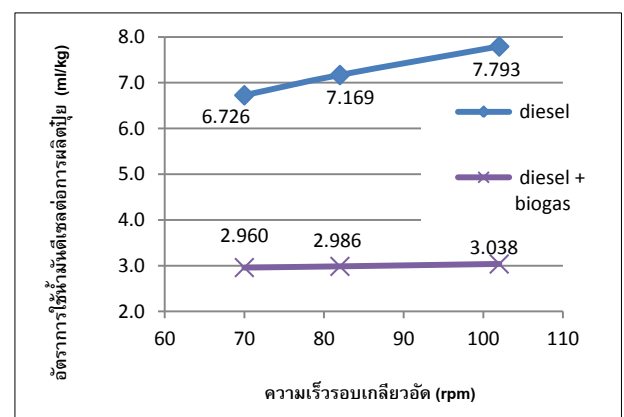
ซึ่งทดสอบโดยใช้อัตราส่วนผสมภาคตะกอนต่อ
น้ำ 1.8:1 โดยมวล ใช้ความเร็วรอบของเกลียวอัดเม็ด
ปุ๋ยชีวภาพ 3 ค่าคือ 70 82 และ 102 รอบต่อนาที
เพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง และอัตราการ
ผลิตเม็ดปุ๋ยโดยการทดสอบเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยมี
ขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 1(A) และ 1(B) จากรูปเมื่อ
สตาร์ทเครื่องยนต์ด้วยน้ำมันดีเซลเครื่องอัดอากาศก็
จะดูดก๊าซชีวภาพจากบ่อ ก๊าซชีวภาพจะไหลมาตาม
ท่อผ่านเข้าไปในอุปกรณ์กำจัดก๊าซ CO₂ และ H₂S
เพื่อลดก๊าซที่ไม่จำเป็นต่อการเผาไหม้และก๊าซที่เป็น
อันตรายต่อเครื่องยนต์ ก๊าซชีวภาพจะไหลผ่าน

เครื่องกรองอากาศเพื่อกำจัดน้ำออก จากนั้นก๊าซ
ชีวภาพจะถูกส่งไปยังวาล์วปรับความดัน (Pressure
regulator) เพื่อควบคุมแรงดันก๊าซชีวภาพให้เท่ากับ
ความต้องการของเครื่องยนต์ ก๊าซชีวภาพจะถูก
ส่งไปยังอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Mixer) เพื่อ
ผสมก๊าซชีวภาพกับอากาศให้เข้ากันก่อนส่งไปยัง
ห้องเผาไหม้ จากนั้นทำการเทภาคตะกอนและน้ำไป
ยังถังผสมเพื่อผสมภาคตะกอนกับน้ำก่อนอัดเม็ด เมื่อ
ผสมได้ที่ภาคตะกอนจะถูกลำเลียงไปยังเกลียว
ลำเลียงแล้วส่งไปที่เกลียวอัดเม็ดเพื่อทำการอัดเม็ด
ปุ๋ย จากนั้นนำค่าที่ได้ในการทดสอบโดยใช้น้ำมัน
ดีเซลเปรียบเทียบกับค่าที่ได้ในการทดสอบโดยใช้
ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล

4. ผลการทดสอบ

4.1 ผลทดสอบอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซล

จากการทดสอบอัตราการใช้น้ำมันดีเซลต่อการ
ผลิตปุ๋ยได้ผลดังแสดงในรูปที่ 6 เมื่อทดสอบโดยใช้
น้ำมันดีเซล อัตราการใช้น้ำมันดีเซลต่อการผลิตปุ๋ยมี
ค่าเพิ่มเมื่อความเร็วรอบเกลียวอัดเพิ่มขึ้น เมื่อ
ทดสอบโดยใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล อัตรา
การใช้น้ำมันดีเซลมีค่าใกล้เคียงกันในทุกความเร็ว
รอบเกลียวอัด และการใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมัน
ดีเซลจะมีอัตราการใช้น้ำมันดีเซลต่อการผลิตเม็ดปุ๋ย
น้อยกว่าการใช้น้ำมันดีเซล

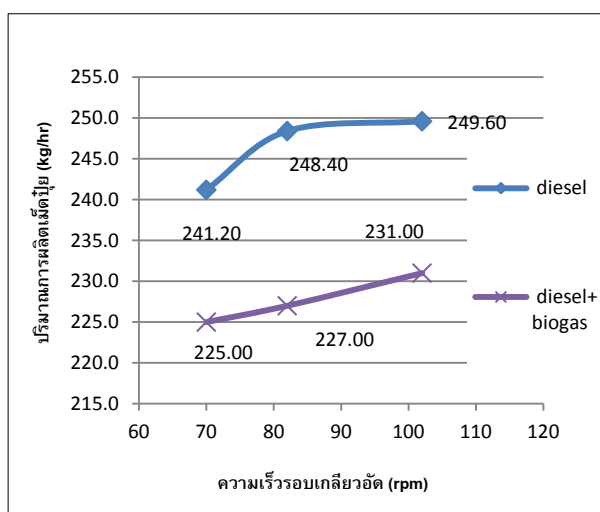


รูปที่ 6 เปรียบเทียบอัตราการใช้น้ำมันดีเซลต่อการ
ผลิตปุ๋ยเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับ
น้ำมันดีเซล (อัตราส่วนผสมภาคตะกอนต่อน้ำ 1.8:1)

ซึ่งสามารถลดปริมาณการใช้ น้ำมันดีเซลได้มากถึง 61.02 % ที่ความเร็วรอบเกิลยวอต 102 รอบต่อนาที

4.2 ผลทดสอบปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ย

จากการทดสอบปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ยได้ผล ดังแสดงในรูปที่ 7 พบว่า ปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเร็วรอบเกิลยวอต ในกรณีทดสอบโดยใช้ น้ำมันดีเซลที่ความเร็วรอบเกิลยวอต 102 รอบต่อนาที จะมีความสามารถในการผลิตเม็ดปุ๋ย 249.6 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และเมื่อทดสอบโดยใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล จะมีปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ย 231.0 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งปริมาณการผลิตเม็ดปุ๋ยลดลง 7.45 % เนื่องจากประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานรวมเบรก (Brake Total Energy Conversion Efficiency) ที่ภาระโหลดสูงสุดของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซลจะน้อยกว่าเมื่อใช้เชื้อเพลิงดีเซลเพียงอย่างเดียว ซึ่งจากงานวิจัย Phan Minh Duc and Kanit [8] เมื่อทดสอบที่ 1200 รอบต่อนาที ประสิทธิภาพการเปลี่ยนพลังงานเชื้อเพลิงเบรกของเครื่องยนต์ในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลคือ 27.1 % และในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซชีวภาพ คือ 26.7% ซึ่งลดลง 0.4 % ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยคือ



รูปที่ 7 เปรียบเทียบอัตราการผลิตเม็ดปุ๋ยเมื่อใช้น้ำมันดีเซลและใช้ก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซล (อัตราส่วนผสมกากตะกอนต่อน้ำ 1.8:1)

ในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียว มีค่าพลังงาน 277.2 kJ/kg ปุ๋ย และในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซชีวภาพมีค่าพลังงาน 308.4 kJ/kg ปุ๋ย เพิ่มขึ้น 10 % จึงทำให้อัตราการผลิตลดลงด้วย

5. สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่าเครื่องอัดเม็ดปุ๋ยสามารถใช้เชื้อเพลิงก๊าซชีวภาพร่วมกับน้ำมันดีเซลได้โดยที่เครื่องยนต์เดินได้ปกติไม่เกิดการน็อก การใช้เชื้อเพลิงในระบบร่วมนี้อาจมีต้นทุนในการลงทุนน้อยกว่าการดัดแปลงให้ใช้ก๊าซชีวภาพ 100 % และหากเมื่อไม่มีก๊าซชีวภาพยังสามารถหันกลับมาใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงได้ การใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซลจะทำให้ประหยัดเชื้อเพลิงดีเซลได้มากกว่า เนื่องจากใช้เชื้อเพลิงส่วนหนึ่งจากก๊าซชีวภาพ โดยอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซลเมื่อใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงคือ 7.793 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมปุ๋ยและเมื่อใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงคือ 3.038 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมปุ๋ย ซึ่งการใช้น้ำมันดีเซลร่วมกับก๊าซชีวภาพสามารถลดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันดีเซลได้ถึง 4.755 มิลลิลิตรต่อกิโลกรัมปุ๋ย หรือคิดเป็นการลดค่าใช้จ่ายน้ำมันดีเซล 0.143 บาทต่อกิโลกรัมปุ๋ย เมื่อคิดราคาน้ำมันดีเซล 30 บาทต่อลิตร ดังนั้นการใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิงร่วมจึงคุ้มค่ากว่าการใช้น้ำมันดีเซลเพียงอย่างเดียว

6. กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้ ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน. (2551). **โครงการศึกษาการใช้ก๊าซชีวภาพ เป็นพลังงาน ในเครื่องผลิตปุ๋ยชีวภาพอัดเม็ด.** รายงานการวิจัย ; กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน ร่วมกับมหาวิทยาลัยขอนแก่น .

[2] มงคล ต๊ะอูน, สันติภาพ ปัญจพรรค์, กิตติไชย ไตรรัตนศิริชัย, วุฒิสักดิ์ สิมโฮง และ พัชรี ชีรจินดา ขจร. (2546). เทคโนโลยีการผลิตปุ๋ยอินทรีย์อัดเม็ดเพื่อการผลิตพืช. รายงานการวิจัย; คณะเกษตรศาสตร์ และคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[3] Hara,M.(2001). **Fertilizer pellets made from composted livestock.** Agriculture Research Division, Mie Prefectural Science and Technology Promotion Center Kawasakita.

[4] Rauwendaal,C.(1994). **Polymer Extrusion.** 3rd edition. Hanser Publishers, New York, USA.

[5] M. Gonzalez-Valadez, G. Munoz-Hernandez and R. Sanchez-Lopez. (2008). **Design and evaluation of an extruder to convert crop residues to animal feed.** Journal of Agricultural Engineering Research. 66 – 78.

[6] John B. Heywood. (1988). **Internal combustion engine fundamentals.** McGraw-Hill Series in Mechanical Engineering. United States.

[7] MitZalff, Klaus von. (1988). **Engine for biogas.** theory, modification, econom, operation ,Federal Republic of Germa.

[8] Phan Minh Duc and Kanit Wattanavichien. (2007). **Study on biogas premixed charge diesel dual fuelled engine.** Energy Conversion and Management 48:2286–2308.