

การพัฒนาเครื่องบดมูลสัตว์สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง
อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี

The Development of Animal Manure Grinder for Ban Sai Nong
Fertilizer Product Community Enterprise Group,
Tha Mai District, Chanthaburi Province

อนุวัฒน์ เนืองน้อย, ชัชวาลย์ เชื้อมาก*, ปัญญ์ณัฐ แสนสุภา, วรินทร์ เล็กกำพูช,
เดชา วงศ์แก้ว และโพธิ์ทอง ปราณีตพลกรัง

Anuwat Nueangnoi, Chatchawan Chuemark*, Punnut Sensupa, Warantorn Lekkamphut,
Decha Wongkaew and Phothong Praneetpolkrang

สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม(ต่อเนื่อง) คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
Department of Industrial Technology (Continuing Program), Faculty of Industrial Technology,
Rambhai Barni Rajabhat University
*Email: Chatchawan.chw@gmail.com

Received: February 07, 2022; Revised: April 08, 2022; Accepted: May 09, 2022

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี โดยการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์เครื่องเดิม หลังจากนั้นทำการทดสอบการทำงานของเครื่องบดละเอียดแล้วเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพการบดของเครื่องก่อนและหลังการพัฒนาเครื่อง พบว่าปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 14.07 วินาที มีปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 3.053 กิโลกรัมต่อ 14.07 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 4.554 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที คิดเป็น 49.16 % และมีปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลงจาก 1.947 กิโลกรัมต่อ 14.07 วินาที เป็น 0.446 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที คิดเป็น 77.09 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 10 กิโลกรัม มีปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 6.114 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 9.305 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที คิดเป็น 52.19 % และมีปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลงจาก 3.886 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที เป็น 0.695 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที คิดเป็น 82.12 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 15 กิโลกรัม มีปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 9.667 กิโลกรัมต่อ 17.07 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 14.099 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที คิดเป็น 45.85 % และมีปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลงจาก 5.333 กิโลกรัมต่อ 17.07 วินาที เป็น 0.901 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที คิดเป็น 83.11 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 20 กิโลกรัม มีปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 12.041 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 18.622 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที คิดเป็น 54.65 % และมีปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลงจาก 7.959 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที เป็น 1.378 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที คิดเป็น 82.69 % จากผลการทดลอง เครื่องบดละเอียดหลังการพัฒนาสามารถบดมูลสัตว์ได้ความละเอียดตรงตามความต้องการ

คำสำคัญ : เครื่องบดมูลสัตว์, การทดสอบ

Abstract

This study presented design and development of animal manure grinder to be more efficient that needs of the Ban Sai Nong Fertilizer Community Enterprise Group, Tha Mai District, Chanthaburi Province. This study will improving and developing the model of animal manure grinder to comparison new one, The improve such as changed the position of belt unit and motor for increase the blade rotation, expand the gap between the blades. After that testing the grinder and compare before and after experiments.

It was found that the amount of test manure 5 kg took 14.07 seconds that the average particle size increased from 3.053kg per 14.07 seconds increased to 4.554 kg per 6.31 seconds, was considered to be 49.16%, and the amount of coarse manure decreased from 1.947 kg per 14.07 seconds to 0.446 kg per 6.31 seconds, was considered to be 77.09%. The amount of manure tested 10 kg, the amount of fine manure increased from 6.114 kg per 20.32 seconds, an increase of 9.305 kg per 13.70 second, was considered to be 52.19% and the amount of coarse manure decreased from 3.886 kg per 20.32 seconds to 0.695 kg per 13.70 seconds, was considered to be 82.12%. The amount of manure tested 15 kg, with the amount of fine manure increased from 9.667 kg per 17.07 seconds, an increase of 14.099 kg per 8.21 seconds, was considered to be 45.85%. and the amount of coarse manure decreased from 5.333 kg per 17.07 seconds to 0.901 kg per 8.21 seconds, was considered to be 83.11 %. The amount of manure tested was 20 kg. The amount of fine manure increased from 12.041 kg per 16.59 seconds, an increase of 18.622 kg per 9.27 seconds, was considered to be 54.65% and the amount of coarse manure decreased from 7.959 kg per 16.59 seconds to 1.378 kg per 9.27 seconds, was considered to be 82.69 %. The results of the experiment, the animal manure grinder after development can grind the manure to the fineness that meets the requirements.

Keywords: Animal Manure Grinder, Testing

1. บทนำ

พื้นที่ชุมชนไทรนอง ตำบลสองพี่น้อง อำเภอบางบาล จังหวัดจันทบุรี ประชากรในพื้นที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกร ทำสวนยางพารา สวนผลไม้ การทำการเกษตรในอดีตนั้นเกษตรกรนิยมใช้ปุ๋ยเคมีในการปลูกพืชเนื่องจากหาซื้อได้ง่าย พืชเจริญเติบโตได้เร็ว แต่มีผลเสีย คือ ต้องใช้ต้นทุนสูงในการซื้อปุ๋ยเคมี ทั้งยังมีสารตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรอีกด้วย [1] เกษตรกรชุมชนไทรนองได้มีแนวคิดในการเปลี่ยนวิธีการทำการเกษตรโดยเปลี่ยนมาใช้ปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพทดแทนการใช้ปุ๋ยเคมี เนื่องจากราคาไม่สูง มีแร่ธาตุที่สำคัญครบถ้วนตามที่พืชต้องการ และไม่มีสารตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรโดยในกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพนั้นมีส่วนผสมวัตถุดิบที่ต้องใช้ คือ มูลสัตว์

เช่น มูลวัว มูลไก่ มูลค่างควา มูลนกกกระทา และต้องใช้เครื่องจักรในการผลิต คือ เครื่องบดละเอียดใช้สำหรับบดมูลสัตว์และวัตถุดิบต่างๆ เครื่องผสมปุ๋ย เครื่องผลิตเม็ดปุ๋ย และเครื่องสายพานลำเลียงปุ๋ย ซึ่งในปัจจุบันกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง ได้ผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพเพื่อจำหน่ายให้กับสมาชิก และยังจำหน่ายให้กับผู้ที่สนใจนำไปใช้ทางการเกษตร ปัจจุบันมีกำลังการผลิตประมาณ 2,400 ตัน/ปี

ด้วยความร่วมมือระหว่างคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง ได้เปิดโอกาสให้นักศึกษาลงพื้นที่เพื่อศึกษาดูงานกระบวนการผลิตปุ๋ยอินทรีย์ชีวภาพและนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการเรียน และได้รับทราบปัญหาของกระบวนการผลิตคือ เครื่องบดละเอียดมูลสัตว์ที่ใช้สำหรับบดมูลสัตว์และวัตถุดิบ ทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพ

กล่าวคือ เมื่อนำมูลสัตว์เข้าเครื่องบดละเอียดแล้ว พบว่ามูลสัตว์ที่ได้จากการบดมีอัตราส่วนของมูลสัตว์ละเอียด 60% และเป็นมูลสัตว์หยาบ 40% ส่งผลให้กระบวนการผลิตเกิดความล่าช้าเนื่องจากต้องทำการบดซ้ำจนกว่าจะละเอียดทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องบดละเอียดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานให้ดีขึ้น โดยการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์ให้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้นตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนองฯ จากนั้นทำการทดสอบสมรรถนะของเครื่องบดละเอียดหลังการปรับปรุงและพัฒนาโดยใช้มูลสัตว์ของกลุ่มผลิตปุ๋ยในการทดสอบ เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียด ซึ่งผลการทดสอบจะออกมาในรูปแบบของ อัตราส่วน มูลสัตว์ละเอียด / มูลสัตว์หยาบ ซึ่งปริมาณมูลสัตว์ทดสอบที่ใช้คือ 5, 10, 15 และ 20 กิโลกรัม แล้วทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียด ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนา

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การลดขนาด (Size reduction)

การลดขนาด หมายถึง การแตกตัวของสารที่เป็นของแข็ง โดยไม่ทำให้สถานะของสารนั้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งรวมถึงการแบ่งของเหลวออกเป็นหยดหรือก๊าซเป็นฟอง อย่างไรก็ตามสภาพทางกายภาพและทางเคมีของวัสดุที่สลายตัวอาจเปลี่ยนแปลงได้โดยเฉพาะเมื่อสารไม่เป็นเนื้อเดียวกัน [2] และ คชินท์ สายอินทวงศ์ [3] กล่าวว่า การบดละเอียด เป็นการบดวัตถุที่ผ่านการบดหยาบมาแล้ว ให้มีขนาดของอนุภาคเล็กลงจนถึงขั้นละเอียดมาก (Pulverization) โดยใช้การกระทบ, กระทบ และการเสียดสีกันระหว่างวัตถุกับ ตัวลูกบด (Grinding Media) และตัวบุผนังของหม้อบด (Lining)

2.2 กระบวนการที่ใช้ในการลดขนาด

ของแข็งอาจถูกทำให้มีขนาดเล็กลงโดยกระบวนการ [4]

1. การอัดหรือบีบ (Compression)
2. การทุบหรือกระทบ (Impact)
3. การไม่หรือขัด (Attrition or rubbing)
4. การตัด (Cutting)

2.3 เทคโนโลยีการลดขนาดอนุภาค

อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่นิยมใช้ลดขนาดมีอยู่หลากหลาย มีการประยุกต์ใช้ทั้งอย่างง่ายและแบบซับซ้อน แต่ในที่นี้จะยกมาในรูปแบบหลักๆ ได้แก่ [4]

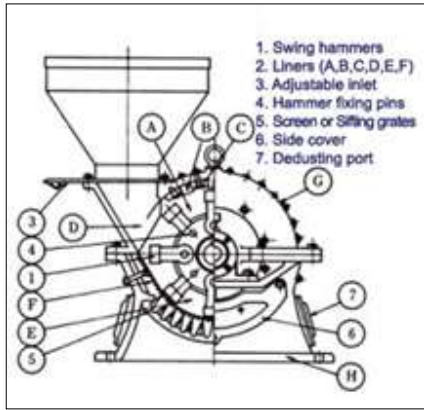
1. เครื่องมืออัดหรือบีบ (Crusher) มักจะใช้ในการลดขนาดขั้นต้นกับวัตถุชิ้นใหญ่ จึงจัดเป็นการลดขนาดแบบหยาบ
2. เครื่องบด (Grinder) มักใช้ในการลดขนาดวัตถุขนาดเล็ก จัดเป็นการลดขนาดแบบละเอียด
3. Ultra-fine grinder มักใช้ลดขนาดวัตถุในระดับที่ละเอียดมากตั้งแต่ 44 ไมครอน ลงไป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผงละเอียดในขนาดที่เล็กลง
4. เครื่องตัด (Cutting machines) มักใช้กับวัตถุขนาดใหญ่เช่นเดียวกับเครื่องอัด แต่ต่างตรงที่สามารถใช้กับวัตถุดิบที่มีความเหนียว ซึ่งไม่เหมาะต่อการบีบอัด

2.4 รายละเอียดของเครื่องมือที่ใช้ในการบดแบบค้อนเหวี่ยง (Hammer mill)

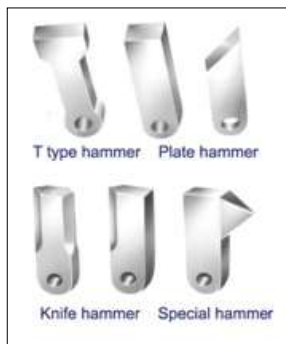
Hammer mill จะถูกใช้ในการลดขนาดต่างๆ หรือบดละเอียดวัสดุที่ต้องการหรือใช้ในการผลิตส่วนผสมของปุ๋ยหรืองานในโรงงานต่าง ๆ มากมาย [5]

Hammer mill ประกอบด้วย

1. ตะแกรงคัดขนาด (Perforate Screen)
2. อุปกรณ์สำหรับตีวัสดุเมื่อหมุน (Rotating Beater) หรือชุดของค้อน (Series of Hammers) ที่หมุน [6] ด้วยความเร็วรอบ 1500-4000 rpm. ทำการตีและคลุกเคล้าผลผลิตจนกว่าจะได้ขนาดที่เล็กลงตามความต้องการแล้วลอดผ่านตะแกรงลงสู่ส่วนล่างของตัวเครื่องสิ่งสำคัญคือขนาดรูของตะแกรง ซึ่งจะเป็นตัวบังคับขนาดโดยเฉลี่ยผลผลิตให้ได้ตามความต้องการ ถึงแม้อัตราการหมุนของ Rotor ต่อหน้าที่และอัตราการป้อนผลผลิตจะมีผลก็ตาม



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของเครื่องบด Hammer mill [7]



รูปที่ 2 แสดงลักษณะค้อน (Hammer Type) [7]



รูปที่ 3 แสดงการวัดขนาดของช่องตะแกรงคัดขนาด
ละเอียด 4.40 มิลลิเมตร

3. วิธีดำเนินงานวิจัย

การดำเนินการวิจัยการพัฒนาเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์ สำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี ผู้วิจัยทำการลงพื้นที่ ณ กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิต

ปุ๋ยบ้านไทรนอง ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2563 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2563 เพื่อเก็บข้อมูลสภาพเครื่องบดละเอียดก่อนจากนั้นตรวจสอบสภาพเครื่องบดละเอียดและแล้วจึงทำการทดสอบการทำงานของเครื่องบดละเอียดและเครื่องบดละเอียดต้นแบบ พร้อมทั้งหาจุดที่ต้องทำการแก้ไขปรับปรุง หลังจากที่ได้ข้อมูลเบื้องต้นแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปปรึกษาหารือกับอาจารย์ที่ปรึกษาด้วยการทดสอบการทำงานเครื่องบดละเอียดเพื่อเก็บข้อมูล จากการทดสอบนั้น เมื่อป้อนมูลสัตว์เข้าเครื่องบดละเอียดเครื่องต้นแบบโดยใช้ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 4 ค่า คือ 5 กิโลกรัม 10 กิโลกรัม 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม พบว่าที่มูลสัตว์ทดสอบน้ำหนัก 20 กิโลกรัม ได้มูลสัตว์ละเอียด 16 กิโลกรัม คิดเป็น 80% และได้มูลสัตว์หยาบ 4 กิโลกรัม คิดเป็น 20 %

ทำการเก็บข้อมูลเครื่องที่จะทำการพัฒนาโดยใช้ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 4 ค่า คือ 5 กิโลกรัม 10 กิโลกรัม 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม พบว่าที่น้ำหนัก 20 กิโลกรัม ได้มูลสัตว์ละเอียด 12 กิโลกรัม คิดเป็น 60% และได้มูลสัตว์หยาบ 8 กิโลกรัม คิดเป็น 40% ส่งผลให้กระบวนการผลิตล่าช้าเนื่องจากต้องนำมูลสัตว์หยาบมาทำการบดซ้ำจนกว่าจะได้รับความละเอียดตามที่ต้องการ หลังจากการทดสอบเครื่องต้นแบบ ผู้วิจัยได้นำเสนอข้อมูลที่ได้จากการทดสอบมาทำการวิเคราะห์ปัญหาพร้อมกัน แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดละเอียดดังนี้

- ช่องระหว่างชุดใบมีดตีปนกับช่องห้องเครื่องมีลักษณะแคบ มีพื้นที่ในการหมุนเหวี่ยงของชุดใบมีดสำหรับตีปนน้อย ส่งผลให้การตีปนไม่มีคุณภาพ การแก้ไขคือ ทำการขยายโครงสร้างในส่วนห้องเครื่องให้มีความกว้างมากขึ้น ทำให้การตีปนมีคุณภาพตรงตามความต้องการ

- ชุดใบมีดมีลักษณะบิดงอ ระยะของใบมีดไม่เท่ากัน ส่งผลให้เกิดการติดขัดของใบมีดช่วงที่ชุดใบมีดหมุนเหวี่ยง การแก้ไขคือ ทำการเปลี่ยนชุดใบมีดใหม่และปรับระยะของใบมีดแต่ละใบให้มีระยะเท่ากัน มีการหมุนเหวี่ยงได้อย่างอิสระไม่ติดขัด สามารถตีปนปุ๋ยได้อย่างมีคุณภาพตรงตามความต้องการ



รูปที่ 4 แสดงการปรับปรุงชุดใบมีดตีป่นปุ๋ย [7]

- ช่องระหว่างตะแกรงรองมูลสัตว์ใต้ท้องเครื่องกับชุดใบมีดมีลักษณะแคบ ส่งผลให้มูลสัตว์ที่ได้จากการตีป่นขาออกไหลลงได้ช้า ทำให้มูลสัตว์ที่ได้จากการตีป่น ติดอยู่ที่ชุดใบมีด การแก้ไขคือ ทำการขยายโครงสร้างในส่วนช่องระหว่างตะแกรงรองปุ๋ยใต้ท้องเครื่องกับชุดใบมีดให้มีความกว้างมากขึ้น ทำให้มูลสัตว์ที่ได้จากการตีป่นไหลลงสู่ตะแกรงได้สะดวกมากขึ้น



รูปที่ 5 แสดงการปรับปรุงตระแกรงรองปุ๋ย

- ช่องป้อนมูลสัตว์เข้าเครื่องบด มีลักษณะรูกว้าง ส่งผลให้มูลสัตว์ไหลเข้าปริมาณมาก ทำให้เครื่องบดละเอียดบดไม่ทัน การแก้ไขคือปรับปรับให้ช่องป้อนมูลสัตว์มีลักษณะแคบลง



รูปที่ 6 แสดงการปรับปรุงช่องทางเข้าปุ๋ย

ตามที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบการแก้ไขปรับปรุงและได้พัฒนาเครื่องบดละเอียดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงได้นำข้อมูลส่งให้อาจารย์ที่ปรึกษาทำการตรวจสอบการทำงานของเครื่อง ฯ เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาเห็นว่าเครื่องบดละเอียดสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเครื่องบดละเอียดก่อนการพัฒนาจึงนำส่งเครื่องให้แก่ชุมชนต่อไป ทั้งนี้ ทีมผู้วิจัยได้มีการติดตามการทำงานของเครื่องบดละเอียดเป็นระยะเพื่อพัฒนาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

4. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

ผลการทดสอบการทำงานเปรียบเทียบก่อน-หลังการปรับปรุงและพัฒนา

งานวิจัยนี้ทำการออกแบบและพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์ จาก การทดสอบการทำงานของเครื่องบดละเอียดเครื่องต้นแบบ โดยใช้มูลสัตว์ของโรงปุ๋ยมาทำการบดในปริมาณ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องโดยเฉลี่ย แล้วทำการเปรียบเทียบข้อมูลแสดงดังรายละเอียดดังนี้

4.1 การทดลองเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์(ก่อนการปรับปรุงและพัฒนา)

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	14.60	3.127	1.873
2	15.20	3.015	1.985
3	12.40	3.017	1.983
เฉลี่ย	14.07	3.053	1.947

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 10 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	20.20	6.098	3.902
2	22.12	6.167	3.833
3	18.64	6.078	3.922
เฉลี่ย	20.32	6.114	3.886

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 15 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	17.42	9.620	5.380
2	16.85	10.140	4.860
3	17.04	9.240	5.760
เฉลี่ย	17.10	9.667	5.333

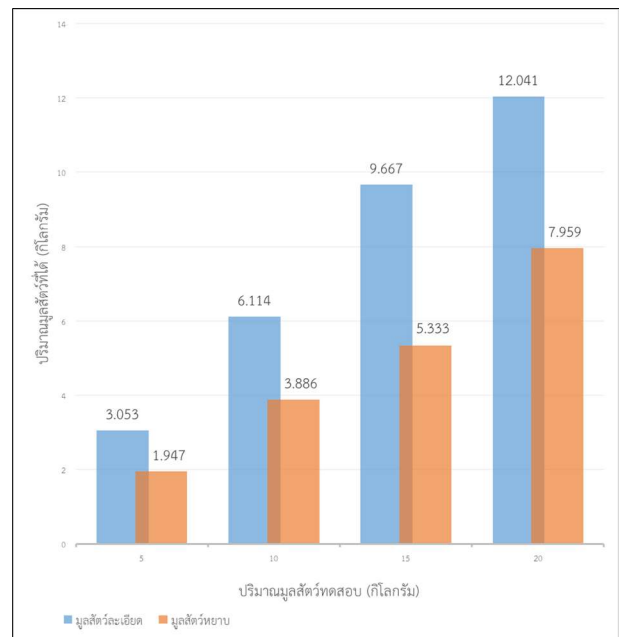
ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 20 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	16.42	12.048	7.952
2	17.56	12.021	7.979
3	16.88	12.054	7.946
เฉลี่ย	16.95	12.041	7.959

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนาปริมาณ มูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 3 ครั้งมาแสดง

ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ (กิโลกรัม)	ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		
	มูลสัตว์ละเอียด (กิโลกรัม)	มูลสัตว์หยาบ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)
5	3.503	1.947	14.07
10	6.114	3.886	20.32
15	9.667	5.333	17.07
20	12.041	7.959	16.59

จากตารางที่ 5 เป็นการแสดงข้อมูลการทดลองการ บดละเอียดมูลสัตว์ของเครื่องก่อนการปรับปรุงพัฒนา โดยใช้ ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม ทำการจับเวลาในการบด พบว่า การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 5 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 14.07 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 3.053 กิโลกรัมต่อ 14.07 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 1.947 กิโลกรัมต่อ 14.07 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 10 กิโลกรัม ใช้เวลา เฉลี่ย 20.32 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 6.114 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 3.886 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 15 กิโลกรัม ใช้ เวลาเฉลี่ย 17.07 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 9.667 กิโลกรัม ต่อ 17.07 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 5.333 กิโลกรัมต่อ 17.07 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 20 กิโลกรัม ใช้ เวลาเฉลี่ย 16.59 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 12.041 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 7.959 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที



รูปที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนการปรับปรุงและพัฒนา จากตารางที่ 1

4.2 การทดลองเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์(หลังการปรับปรุงและพัฒนา)

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	6.31	4.500	0.500
2	6.29	4.543	0.457
3	6.33	4.620	0.380
เฉลี่ย	6.31	4.554	0.446

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 10 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	6.31	4.500	0.500
2	6.29	4.543	0.457
3	6.33	4.620	0.380
เฉลี่ย	6.31	4.554	0.446

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 15 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	8.34	14.147	0.853
2	8.30	13.993	1.007
3	7.98	14.156	0.844
เฉลี่ย	8.21	14.099	0.901

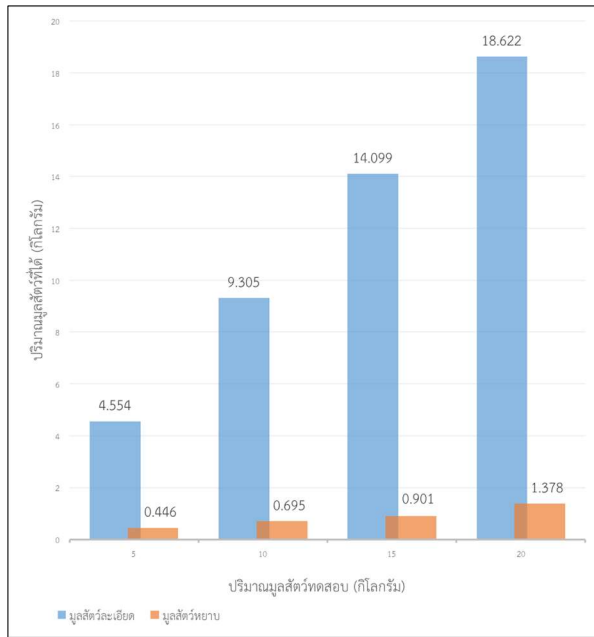
ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุงและพัฒนาและเวลาที่ใช้ในการบด ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 20 กิโลกรัม

การทดลองครั้งที่	เวลาที่ใช้ในการบด (วินาที)	น้ำหนักหลังการบด (กิโลกรัม)	
		มูลสัตว์ละเอียด	มูลสัตว์หยาบ
1	9.20	18.557	1.443
2	9.33	18.648	1.352
3	9.27	18.660	1.340
เฉลี่ย	9.27	18.622	1.378

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียดมูลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุงและพัฒนาปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการทดสอบ 3 ครั้งมาแสดง

ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ (กิโลกรัม)	หลังการปรับปรุงพัฒนา		
	มูลสัตว์ละเอียด (กิโลกรัม)	มูลสัตว์หยาบ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)
5	4.554	0.446	6.31
10	9.305	0.695	13.7
15	14.099	0.901	8.21
20	18.622	1.378	9.27

จากตารางที่ 10 เป็นการแสดงข้อมูลบดละเอียดมูลสัตว์ของเครื่องหลังการปรับปรุงพัฒนา โดยใช้ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม ทำการจับเวลาในการบด พบว่า การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 5 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 6.31 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 4.554 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 0.446 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 10 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 13.70 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 9.305 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 0.695 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 15 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 8.21 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 14.099 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 0.901 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที การบดละเอียดมูลสัตว์ปริมาณ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาเฉลี่ย 9.27 วินาที เป็นมูลสัตว์ละเอียด 18.622 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที และเป็นมูลสัตว์หยาบ 1.378 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที

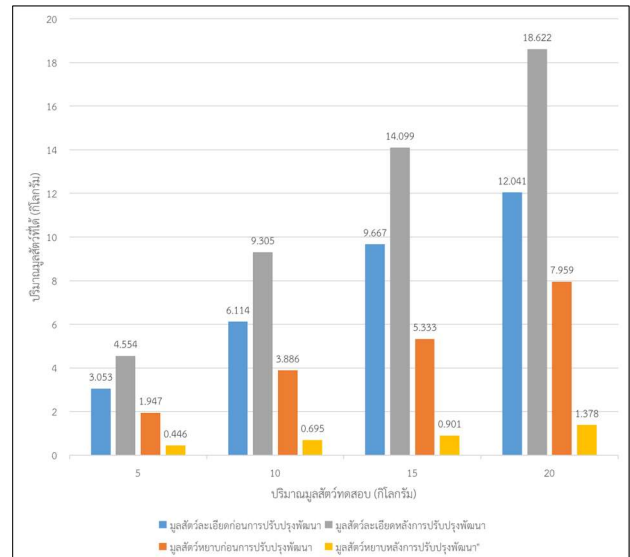


รูปที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณมุลสัตว์ละเอียด มุลสัตว์หยาบ ที่บดได้ หลังการปรับปรุง และพัฒนาจากตารางที่ 10

4.3 เปรียบเทียบปริมาณมุลสัตว์ละเอียด มุลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนา

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมุลสัตว์ละเอียด มุลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนา

ปริมาณมุล สัตว์ทดสอบ (กิโลกรัม)	ก่อนการปรับปรุงพัฒนา			ก่อนการปรับปรุงพัฒนา		
	มุลสัตว์ละเอียด (กิโลกรัม)	มุลสัตว์หยาบ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)	มุลสัตว์ละเอียด (กิโลกรัม)	มุลสัตว์หยาบ (กิโลกรัม)	เวลา (วินาที)
5	3.053	1.947	14.07	4.554	0.446	6.31
10	6.114	3.886	20.32	9.305	0.695	13.7
15	9.667	5.333	17.07	14.099	0.901	8.27
20	12.041	7.959	16.59	18.622	1.378	9.27



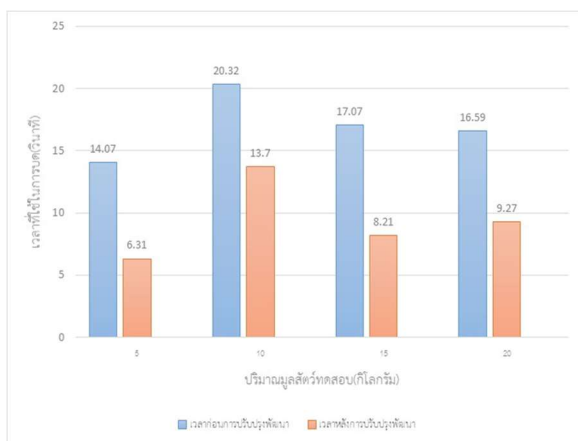
รูปที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณมุลสัตว์ละเอียด มุลสัตว์หยาบ ที่บดได้ ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนาจากตารางที่ 11

จากการทดลองการบดละเอียดมุลสัตว์ ปริมาณ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม แล้วทำการเปรียบเทียบปริมาณมุลสัตว์ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนา พบว่า ปริมาณมุลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม มีปริมาณมุลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 3.053 กิโลกรัมต่อ 14.7 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 4.554 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที คิดเป็น 49.16 % และมีปริมาณมุลสัตว์หยาบลดลงจาก 1.947 กิโลกรัมต่อ 14.70 วินาที เป็น 0.446 กิโลกรัมต่อ 6.31 วินาที คิดเป็น 77.09 % ปริมาณมุลสัตว์ทดสอบ 10 กิโลกรัม มีปริมาณมุลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 6.114 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 9.305 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที คิดเป็น 52.19 % และมีปริมาณมุลสัตว์หยาบลดลงจาก 3.886 กิโลกรัมต่อ 20.32 วินาที เป็น 0.695 กิโลกรัมต่อ 13.70 วินาที คิดเป็น 82.12 % ปริมาณมุลสัตว์ทดสอบ 15 กิโลกรัม มีปริมาณมุลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 9.667 กิโลกรัมต่อ 17.07 วินาที เพิ่มขึ้นเป็น 14.099 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที คิดเป็น 45.85 % และมีปริมาณมุลสัตว์หยาบลดลงจาก 5.333 กิโลกรัมต่อ 17.07 วินาที เป็น 0.901 กิโลกรัมต่อ 8.21 วินาที คิดเป็น 83.11 % ปริมาณมุลสัตว์ทดสอบ 20 กิโลกรัม มีปริมาณมุลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้นจาก 12.041 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที

เพิ่มขึ้นเป็น 18.622 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที คิดเป็น 54.65 % และมีปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลงจาก 7.959 กิโลกรัมต่อ 16.59 วินาที เป็น 1.378 กิโลกรัมต่อ 9.27 วินาที คิดเป็น 82.69 %

4.4 เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการทดสอบการบด

จากตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณมูลสัตว์ละเอียด-มูลสัตว์หยาบที่บดได้ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนาสามารถนำเวลาที่ใช้ในการบดมาเขียนกราฟได้



รูปที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบดมูลสัตว์ละเอียด มูลสัตว์หยาบ ก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนาจากตารางที่ 11

จากการทดลองการบดมูลสัตว์ ปริมาณ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม แล้วทำการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการบดมูลสัตว์ก่อน หลัง การปรับปรุงและพัฒนา พบว่า เวลาที่ใช้ก่อนการปรับปรุงพัฒนาเฉลี่ยที่ 17 วินาที เวลาที่ใช้หลังการปรับปรุงพัฒนาเฉลี่ยที่ 9 วินาที เวลาที่ใช้ก่อนการปรับปรุงพัฒนาใช้เวลามากกว่าเวลาที่ใช้หลังการปรับปรุงพัฒนา

5. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์จำนวน 3 เครื่อง ประกอบด้วย

1. เครื่องบดละเอียดที่เป็นเครื่องต้นแบบ
2. เครื่องบดละเอียดก่อนการปรับปรุงและพัฒนา
3. เครื่องบดละเอียดหลังการปรับปรุงและพัฒนา

ในการทดสอบ ผู้วิจัยเลือกใช้มูลสัตว์ของโรงปุ๋ยมาทำการบดในปริมาณ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม และ 20 กิโลกรัม เงื่อนไขในการทดสอบของทั้ง 3 เครื่อง จะกำหนดให้ใช้น้ำหนักมูลสัตว์ที่เท่ากัน โดยทำการชั่งน้ำหนักมูลสัตว์ก่อนการบด ทำการจับเวลาในการบด และนำมูลสัตว์ที่ได้จากการบด ทั้งที่เป็นมูลสัตว์ละเอียดและมูลสัตว์หยาบมาทำการชั่งน้ำหนัก แล้วบันทึกผลการทดลอง ทำการทดสอบการบดซ้ำ 3 ครั้ง จากการทดสอบสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จากการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องบดละเอียด ผู้วิจัยได้ดำเนินการขยายช่องเครื่องให้กว้างมากขึ้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการตีป่นมูลสัตว์ ทำการกลึงแก้ไขชุดใบมีดที่มีลักษณะโค้งให้เรียบและตรง เพื่อให้สามารถตีป่นได้ดีขึ้น ทำการขยายพื้นที่ตะแกรงใต้ชุดใบมีด เพื่อให้มูลสัตว์ที่ผ่านการตีป่นไหลลงได้สะดวกมากขึ้น ทำการติดตั้งล้อเลื่อนและตัวล้อคล้อเพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้ายเครื่อง

2. การทดสอบการบดละเอียดของเครื่องหลังการปรับปรุงและพัฒนา โดยใช้ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม, 10 กิโลกรัม, 15 กิโลกรัม, และ 20 กิโลกรัม ทำการจับเวลาในการบด และนำมูลสัตว์ที่ได้จากการบดมาทำการชั่งน้ำหนักแล้วเปรียบเทียบผลการทดลอง พบว่า ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 5 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 14.07 วินาที ได้ปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้น 49.16 % และได้ปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลง 77.09 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 10 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 20.32 วินาที ได้ปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้น 52.19 % และได้ปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลง 82.12 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 15 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 17.10 วินาที ได้ปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้น 45.85 % และได้ปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลง 83.11 % ปริมาณมูลสัตว์ทดสอบ 20 กิโลกรัม ใช้เวลาในการบดเฉลี่ย 16.95 วินาที ได้ปริมาณมูลสัตว์ละเอียดเพิ่มขึ้น 54.65 % และปริมาณมูลสัตว์หยาบลดลง 82.69 %

3. จากการปรับปรุงและพัฒนาเครื่องบดละเอียดมูลสัตว์แล้วทำการทดสอบการทำงานของเครื่องบดละเอียด และทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานก่อนและหลังการปรับปรุงและพัฒนา พบว่าเครื่องที่ได้รับการพัฒนามีประสิทธิภาพการทำงานเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือสามารถบดมูล

สัตว์ได้ละเอียดและใช้เวลาในการบดลดลงตรงตามความต้องการของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตปุ๋ยบ้านไทรนอง

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] P. Suthiwattana, D. Wongkaew, V. Udomphot, S. Chitpatanakul, K. Putthamee and S. Siricharoen. "Creating a blending process between technology and folk wisdom Integrated bio-organic fertilizer production community enterprise group at Ban Sai Nong Song Phi Nong Subdistrict, Khung Kraben Integrated Oyster Group, Khlong Khut Sub-district and Community Rice Group, Tapon Sub-District, in Chanthaburi Province" , Faculty of Industrial Technology Rambhai Bami Rajabhat University (2013) , Chanthaburi Province [Online]. (2021). [Cited November 18, 2021]. Available: <https://www.eresearch.rbru.ac.th/showthesis.php?theid=1415&depid=7> (in Thai)
- [2] P. Tiwari. Size reduction. [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <https://www.ramauniversity.ac.in/online-study-material/Pharmacy/BPharma/IIIsemester/PharmaceuticalEngineering/Lecture-2.pdf>
- [3] K. Saiinthewong. Grinding or Milling. [Online]. [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: http://www.thaiceramicsociety.com/pc_pre_grindmore.php (in Thai)
- [4] Fine powder production technology. [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: https://www.opsmoac.go.th/km-km_org_center-files-391691791802 (in Thai)
- [5] M. T. Krishna. *Conceptual design and development of shredding machine for agricultural Waste.*(2017), page 8. [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: https://www.researchgate.net/profile/Sreenivas-H-T/publication/350037749_Conceptual_design_and_development_of_shredding_machine_for_agricultural_waste/links/604c7d3292851c2b23c5fa21/Conceptual-design-and-development-of-shredding-machine-for-agricultural-waste.pdf
- [6] C. Areechitnusorn. *Textbook of scientific instruments. Chapter 5 Centrifuge. Faculty of Medical Technology Khon Kaen University* [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <https://home.kku.ac.th/chuare/12/centrifuge.pdf> (in Thai)
- [7] Hosokawa micron corporation. Grinding Hammer mill H, Hammer Breaker HB [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <https://www.hosokawamicron.co.jp/en/machines/111>
- [8] Logistic basic. Deming Cycle PDCA (Deming Cycle). [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <https://logisticbasic.blogspot.com/> (in Thai)
- [9] Definition of PDCA. [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <https://sites.google.com/site/pumpkin2555/khwampdca> (in Thai)
- [10] D. Subso. *Teaching Documents Machine Tool Transmission System, Code 2102- 110, Unit 2 Calculation of Belt Transmission System (2013)* [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <http://www.tl.ac.th/document/damrong/1.pdf> (in Thai)
- [11] S. Temram. *Rotating a Brushless DC Motor.* [Online]. (2021) [Cited November 18, 2021]. Available: <http://www.repository.rmutt.ac.th/dspace/bitstream/123456789/2427/1/RMUTT-106550.pdf> (in Thai)