การปรับปรุงเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

IMPROVEMENT OF BIOMASS PELLET MACHINE WITH WATER MIST GENERATOR

กิตติธัช ด้วงอินทร์

KITTITUD DOUANG - IN

ชูเกียรติ มั่นคง

CHUKIAT MANKHONG

ณัฐวุธ โรจนกาญจน์

NATTAWUT ROJOANAKAN

อุดมศักดิ์ รัตนมณี

AUDOMSAK RATTANAMANEE

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVEMENT OF BIOMASS PELLET MACHINE WITH WATER MIST GENERATOR

KITTITUD DOUANG - IN
CHUKIAT MANKHONG
NATTAWUT ROJOANAKAN
AUDOMSAK RATTANAMANEE

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS
2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์จังหวัดชุมพร

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

PROJECT TITLE IMPROVEMENT OF BIOMASS PELLET MACHINE WITH WATER MIST GENERATOR

ชื่อนักศึกษา	นายกิตติธัช ด้วงอินทร์	**รหัสนักศึกษา** 63201219
	นายชูเกียรติ มั่นคง	**รหัสนักศึกษา** 63201224
	นายณัฐวุธ โรจนกาญจน์	**รหัสนักศึกษา** 63201228
	นายอุดมศักดิ์ รัตนมณี	**รหัสนักศึกษา** 63201261
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.วรรษชล วัฒนะ	

ปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			**ลายมือชื่อ**
รศ.ดร. ศิระ	สายศร	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.อดิเรก	สุริยะวงศ์	กรรมการสอบ	
รศ.วชร	กาลาสี	กรรมการสอบ	
ดร.ศักรินทร์	ชินกุลพิทักษ์	กรรมการสอบ	
ผศ. วรรษชล	วัฒนะ	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 13 มิถุนายน พ.ศ. 2566 เวลา 09.00 – 16.00 น.

สถานที่สอบ ณ ห้อง A309

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 16 มิถุนายน พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ
ชื่อนักศึกษา นายกิตติธัช ด้วงอินทร์ **รหัสนักศึกษา** 63201219
นายชูเกียรติ มั่นคง **รหัสนักศึกษา** 63201224
นายณัฐวุธ โรจนกาญจน์ **รหัสนักศึกษา** 63201228
นายอุดมศักดิ์ รัตนมณี **รหัสนักศึกษา** 63201261
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.วรรษชล วัฒนะ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการปรับปรุงเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลโดยการติดตั้งชุดกำเนิดละอองน้ำเข้าไป เพื่อลดขั้นตอนการผลิตชีวมวลอัดเม็ดเดิม ที่ต้องนำชีวมวลที่แห้งไปบ่มน้ำเพื่อให้ได้ความชื้นที่เหมาะสมก่อนนำมาเข้าเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล โดยชุดกำเนิดไอน้ำจะติดตั้งไว้ด้านล่างของชุดบดชีวมวล ในการทดลองนี้ใช้ใบยางพาราแห้งป่นให้แก่เครื่องบด จากนั้นใบยางที่ลดขนาดแล้วจะถูกเพิ่มความชื้นโดยชุดกำเนิดละอองน้ำซึ่งทำหน้าที่ฉีดละอองน้ำให้แก่ใบยางพาราที่ผ่านการบดและคลุกเคล้าให้ความชื้นเท่ากันด้วยใบกวน จากนั้นจึงส่งไปยังชุดอัดเม็ดต่อไป ในการศึกษานี้ได้ทำการทดลองอัดเม็ดชีวมวลโดยกำหนดให้ความชื้นเริ่มต้นของใบยางพาราเท่ากับ 35 40 และ 45 %(w.b.) และมีความเร็วรอบของการอัดเม็ดเท่ากับ 45 60 75 และ 80 rpm จากนั้นจึงทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเม็ดชีวมวล ได้แก่ ความหนาแน่น ความยาวของเม็ดชีวมวล ค่าความต้านทานแรงกด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง อัตราการขยายตัว และทดสอบความสามารถของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลจากค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด ประสิทธิภาพของเครื่อง และพลังงานที่ใช้ จากผลการทดลองพบว่าเงื่อนไขที่ดีที่สุดคือ ความชื้นเริ่มต้นที่ 35 % ความเร็วรอบในการอัดเม็ดในช่วง 75 – 90 rpm จะได้ความยาวของเม็ดชีวมวล 36.7 mm เส้นผ่านศูนย์กลาง 8.54 mm ความต้านทานแรงกด 0.082 MPa อัตราการขยายตัวอยู่ที่ 1.14 % เปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด 81 % ประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลเฉลี่ยอยู่ที่ 80 %

คำสำคัญ : ใบยางพารา , เครื่องบดย่อยและอัดเม็ดชีวมวล , เพิ่มความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Improvement of biomass pellet machine with water mist generator	
Student	Mr. KITTITUD DOUANG - IN	**Student ID** 63201219
	Mr.CHUKIAT MANKHONG	**Student ID** 63201224
	Mr. NATTAWUT ROJOANAKAN	**Student ID** 63201228
	Mr. AUDOMSAK RATTANAMANEE	**Student ID** 63201261
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Mechanical Engineering	
Project Advisor	Asst. Prof. Wassachol Wattana	

ABSTRACT

This study aimed to enhance the grinding and pelletizing process of biomass by installing a water mist generator to reduce the conventional step of soaking dry biomass to achieve suitable moisture content before grinding and pelletizing. The mist generator was installed beneath the biomass grinding unit. This study used dried rubber leaves as the feedstock. The reduced-size rubber leaves were then moistened using the water mist generator, which sprayed fine water droplets to evenly distribute moisture throughout the ground rubber leaves. The moistened rubber leaves were subsequently fed into the pelletizing unit. In this study, pelletization experiments were conducted with initial moisture content of rubber leaves of 35%, 40%, and 45% (w.b.), and pelletizing speeds of 45, 60, 75, and 80 rpm. The physical properties of the biomass pellets were then evaluated, including density, pellet length, compressive strength, diameter, expansion ratio, as well as the performance and energy consumption of the grinding and pelletizing machine based on pellet integrity percentage. The experimental results indicated that the optimal conditions were achieved with an initial moisture content of 35%, pelletizing speed in the range of 75-90 rpm, resulting in a pellet length of 36.7 mm, diameter of 8.54 mm, compressive strength of 0.082 MPa, expansion ratio of 1.14%, and pellet integrity percentage of 81%. The average performance of the grinding and pelletizing machine was found to be 80%."

Keywords : Para rubber leaves , Biomass granulator and pelletizer , Humidifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.วรรษชล วัฒนะ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์นี้ และ ดร.ศักรินทร์ ชินกุลพิทักษ์ ที่ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่างๆ ตลอดจนขั้นตอนละวิธีการในการทำปริญญานิพนธ์

บุคคลที่ขาดมิได้คือ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นที่เคารพรัก ที่คอยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่คณะผู้จัดทำเสมอคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง และขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ นักศึกษาที่คอยช่วยเหลือแนะนำและสนับสนุนในทุกๆด้าน รวมถึงกำลังใจซึ่งทำให้การจัดทำปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ไม่มีก็น้อยต่อผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับเครื่องบดย่อยและอัดเม็ดชีวมวล

นายชูเกียรติ มั่นคง
นายณัฐวุธ โรจนกาญจน์
นายอุดมศักดิ์ รัตนมณี
นายกิตติธัช ด้วงอินทร์
มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ	2
1.5 ขั้นตอนของการศึกษา	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 พลังงานทดแทน	5
2.2 เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด	5
2.3 กรรมวิธีการอัดเม็ด	8
2.4 การพัฒนาเครื่องเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ	9
2.5 Compressive Strength	15
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	16
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	18
3.1 การออกแบบชุดเพิ่มความชื้นของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล	18
3.2 ส่วนประกอบการเพิ่มความชื้นของเครื่องกำเนิดละอองน้ำ	19
3.3 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ	21
3.4 การคำนวณ	23
3.5 การทดสอบหาค่าคุณสมบัติของชีวมวล	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	30
4.1 ลักษณะทางกายภาพของเม็ดชีวมวล	30
4.2ค่าความต้านทานแรงกด	30
4.3 อัตราการขยายตัว	31
4.4 ความยาวของเม็ดชีวมวล	33
4.5 เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล	34
4.6 ความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล	35
4.7 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด	36
4.8 ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง	37
4.9 การหาประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล	38
4.10 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล	38
บทที่ 5 สรุปผลการพัฒนาและข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการพัฒนา	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก	42
ภาคผนวก ก พัฒนาเครื่องและวิธีการทดลอง	43
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	49
ภาคผนวก ค แบบชุดเพิ่มความชื้น	55
ประวัติผู้เขียน	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดละอองน้ำ	4
4.1	ลักษณะของเม็ดชีวมวล	32
ข.1	ค่าความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล (kg/m3)	50
ข.2	ค่าความต้านทานแรงกด (MPa)	50
ข.3	ความยาวของเม็ดชีวมวล (mm)	51
ข.4	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล (mm)	52
ข.5	อัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล	53
ข.6	ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด	54
ข.7	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล (%)	54
ข.8	ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังการดำเนินงานปรับปรุงเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดละอองน้ำ	3
2.1	ยางพารา	6
2.2	การเปรียบเทียบคุณสมบัติของชีวมวลแต่ละชนิด	7
2.3	ค่าความร้อนและคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งชนิดต่างๆ	8
2.4	การฉีดด้วยไอน้ำ	9
2.5	ปั๊มน้ำ	10
2.6	ท่อ PE	11
2.7	ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้า	13
2.8	ไทม์เมอร์ (TIMER)	14
2.9	Free body diagram ค่าต้านทานแรงกด	15
3.1	การออกแบบชุดเพิ่มความชื้นของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล	18
3.2	ปั๊มน้ำ	19
3.3	ถังใส่น้ำ	19
3.4	ท่อน้ำ	20
3.5	หัวฉีดน้ำ	20
3.6	ถังชีวมวล	20
3.7	มอเตอร์ใบกวนชีวมวล	21
3.8	ไทม์เมอร์ (TIMER)	21
3.9	ใช้กาวซิลิโคนอุดช่องว่าง	22
3.10	เจาะยึดชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดเสียงดัง	22
3.11	เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ติดตั้งชุดเพิ่มความชื้นแล้ว	23
3.12	ตู้อบลมร้อน	27
3.13	เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง	27
3.14	เครื่อง Texture analysis	28
4.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดอัดของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	30
4.2	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	31
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	34
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	35
4.6	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น	36
4.7	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตเม็ดชีวมวลได้ใน 1 ชั่วโมง กับ ความเร็วรอบในการอัดชีวมวล	37
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องบดแลอัดเม็ดชีวมวล กับ จำนวนการทดลอง (ครั้ง)	38
4.9	ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานในการบดย่อยกับความเร็วรอบ	39
ก.1	จัดเตรียมชีวมวล	45
ก.2	ใช้กาวซิลิโคน ปิดช่องว่าง	45
ก.3	ยึดชิ้นส่วนที่มีเสียงดังให้แน่นขึ้น	46
ก.4	ทำการขัดและปรับตำแหน่งของชุดแม่พิมพ์ใหม่	46
ก.5	ใส่ตัวควบคุมชุดเพิ่มความชื้น	47
ก.6	ถังสำหรับใส่น้ำ และจุดที่ยึด	47
ก.7	ห้องกวนชีวมวล	48
ก.8	ใบกวนชีวมวล	48
ก.9	ห้องกวนชีวมวล และมอเตอร์	48
ค.1	แบบใบกวนชีวมวล	56
ค.2	แบบถังกวนชีวมวล	57
ค.3	แบบหัวฉีดน้ำ	58
ค.4	แบบท่อน้ำ	59
ค.5	แบบปั๊มน้ำ	60
ค.6	แบบมอเตอร์กวนชีวมวล	61
ค.7	แบบถังใส่น้ำ	62
ค.8	แบบที่ติดตั้งชุดเพิ่มความชื้นลงในเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เชื้อเพลิงฟอสซิลเป็นแหล่งพลังงานหลักมาเป็นเวลานาน ปัจจุบันคิดเป็น 85% ของการใช้พลังงานหลักเลยทำให้เกิดสภาวะขาดแคลน ปัจจุบันประเทศไทยเรายังต้องนำเข้าพลังงานจากต่างประเทศอยู่มาก ไม่ว่าจะเป็นก๊าซธรรมชาติหรือน้ำมันดิบ ดังนั้น การผลิตพลังงานทางเลือกจะช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากภายนอกประเทศได้ส่วนหนึ่ง จึงได้หันความสนใจไปที่วัตถุดิบทางเลือกที่สามารถทดแทนหรือทดแทนเชื้อเพลิงฟอสซิลบางส่วนเป็นแหล่งพลังงานหลักได้ การค้นคว้าเพื่อหาพลังงานทดแทนเป็นสิ่งที่สำคัญ เนื่องจากเชื้อเพลิงมี ราคาถูก มีปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการและสามารถจัดหาได้ง่ายในท้องถิ่น พลังงานชีวภาพและพลังงานชีวมวลถือเป็นพลังงานที่มีศักยภาพสูง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลายรูปแบบ และสามารถช่วยกำจัดของเหลือจากภาคการเกษตรและภาคอุตสาหกรรมได้ดีการผลิตพลังงานทางเลือกเหล่านี้จะช่วยสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรและชุมชน อีกทั้งในกระบวนการผลิตพลังงานชีวภาพยังสามารถช่วยกำจัดขยะชีวภาพยกตัวอย่างพลังงานจากเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งหรืออัดเม็ด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ 2 แนวทาง คือ เชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้าและความร้อน โดยจะมีการติดตั้งชุดไอน้ำเข้าไปเพื่อเพิ่มความสามารถในการผลิตของเครื่องอัดเม็ด ซึ่งจะมีข้อดีคือ เพิ่มความสามารถในการจับตัวกันของวัตถุดิบ ทำให้ชีวมวลสามารถอัดเป็นเม็ดได้ดียิ่งขึ้น และลดปริมาณฝุ่นที่เกิดในกระบวนการย่อยวัตถุดิบลง

เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดคือเชื้อเพลิงที่แปรสภาพมาจากการอัดชีวมวลให้มีลักษณะเป็น แท่งกลมมีความหนาแน่นสูง ทำให้ได้เชื้อเพลิงที่มีปริมาตรต่ำลงมีปริมาณพลังงานความร้อนสูงขึ้นเชื้อเพลิงอัดเม็ดสามารถทำมาจากเศษวัสดุชีวมวลมีหลากหลายมาก เช่น แกลบ ฟางข้าว ตอ รากและกิ่งก้านไม้ยางพารา เหง้ามันสำปะหลัง ซังข้าวโพด ลำต้นข้าวโพด ใบ ทางปาล์ม ทะลายปาล์ม หรือเศษขี้เลื่อยที่ได้จากภาคเกษตร ดังนั้นการนำมาอัดมาเป็นเชื้อเพลิงอัดเม็ดทำให้มีความหนาแน่นมากขึ้นเป็นการเพิ่มมวลค่าของทรัพยากรธรรมชาติ เชื้อเพลิงอัดเม็ดให้พลังงานสูงสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆได้

จากการศึกษาพบว่าวัตถุดิบในการทำชีวมวลอัดเม็ดนั้นใบยางพาราเป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากหาได้ง่ายในชุมชนโดยเฉพาะในภาคใต้ อีกทั้งยังให้ค่าความร้อนทางพลังงานที่สูงกว่าใบไม้ชนิดอื่นการที่จะนำใบยางพาราแห้งมาบดย่อยนั้น ต้องบดย่อยให้ละเอียดก่อนการอัดเม็ดโดยผ่านเครื่องย่อยที่มีใช้อยู่แต่เนื่องจากใบยางพาราที่กรอบ ทำให้เครื่องเมื่อบดย่อยออกมาแล้วทำให้ความสามารถในการจับตัวกันเป็นเม็ดมีประสิทธิภาพน้อยลง จำเป็นต้องมีการติดตั้งชุดปรับสภาพชีวมวลด้วยละอองน้ำ จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจับตัวกันของวัตถุดิบได้ดียิ่งขึ้น ทำให้การอัดขึ้นรูปเป็นเม็ดนั้นเร็วยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและสร้างชุดปรับสภาพชีวมวลด้วยละอองน้ำเข้ากับเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล

2. เพื่อตรวจสอบคุณสมบัติของชีวมวลอัดเม็ดจากใบยางพาราที่ผ่านการปรับสภาพด้วยละอองน้ำ

3.เพื่อหาประสิทธิภาพและกำลังการผลิตของเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

1.3 ขอบเขตโครงการ

1.ใช้ใบยางพารามาเป็นวัตถุดิบหลักในการอัดเม็ด

1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ

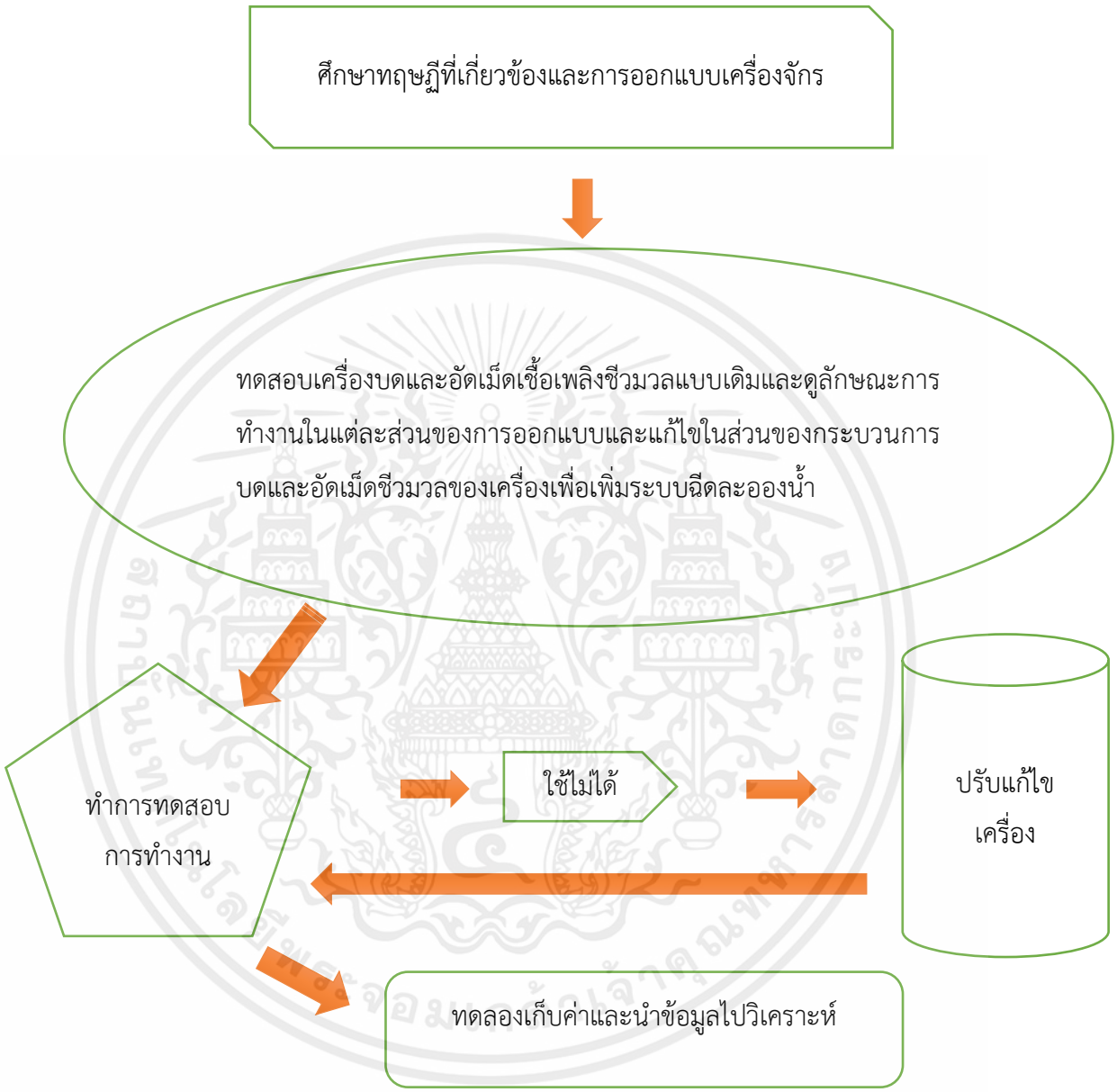
1. ได้เครื่องบดย่อยและอัดเม็ดชีวมวลที่สามารถบดและอัดเม็ดใบยางพาราได้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น

2. ได้เพิ่มมูลค่าเชื้อเพลิงชีวมวลที่ผลิตจากใบยางพาราแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

1. ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานปรับปรุงเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดละอองน้ำ

2. สถานที่ดำเนินงาน

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

3. ระยะเวลาการดำเนินงาน

ดำเนินงานตามแผนการทำงานที่แสดงในตารางที่ 1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินการปรับปรุงแก้ไขเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดละอองน้ำ

หัวข้อ	ระยะเวลาการดำเนินงาน									
	ส.ค. 65	ก.ย 65	ต.ค 65	พ.ย. 65	ธ.ค. 65	ม.ค. 66	ก.พ 66	มี.ค. 66	เม.ย 66	พ.ค 65
1. ศึกษาและรวบรวมข้อมูล	←	→								
2. ออกแบบส่วนที่จะแก้ไขปรับปรุง		←	→							
3. จัดหาร้านซื้อวัสดุและอุปกรณ์			←	→						
4. ปรับปรุงแก้ไขเครื่อง				←	→					
5. จัดหาใบยางพาราแห้ง						←	→	→		
6. ทำการทดสอบเครื่อง								←	→	
7. ทำการเก็บค่าผลการทดลอง									←	→
8. จัดทำเล่ม								←	→	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เพื่อทำให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจ ที่เกี่ยวกับเชื้อเพลิงชีวมวล การผลิตเชื้อเพลิงอัดเม็ด การใช้ตัวประสานโดยการฉีดละอองน้ำ การทดสอบและวิเคราะห์ผลของคุณลักษณะทางกายภาพ โดยในบทนี้ได้ทำการรวบรวมทั้งทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 พลังงานทดแทน

พลังงานทดแทนสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ พลังงานสิ้นเปลืองเป็นแหล่งพลังงานจากใต้พื้นดิน เมื่อใช้หมดแล้วจะไม่สามารถสร้างขึ้นมาใหม่ได้ หรือ หามาทดแทนโดยธรรมชาติได้ทันตามความต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ต้องใช้เวลามากกว่าร้อยล้านปีที่จะสร้างขึ้นมาอีกได้มีปริมาณจำกัด แต่ ในทางตรงกันข้ามพลังงานทดแทนที่น่าสนใจอีกประเภทหนึ่งซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่ใช้แล้วสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีกเรียกว่า พลังงานหมุนเวียน ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาดและไม่มีผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม อีกทั้งเป็นแหล่งพลังงานที่ได้จากธรรมชาติสามารถสร้างขึ้นใหม่เพื่อทดแทนได้ใน ช่วงเวลาระยะเวลาสั้น ๆ ด้วยตัวเองตามธรรมชาติหลังจากมีการใช้ไปคือ พลังงานทดแทนหรือ พลังงานสะอาด เนื่องจากเป็นพลังงานที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอาทิเช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล เป็นต้น

2.2 เชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด

เชื้อเพลิงอัดเม็ดจัดเป็นอีกประเภทหนึ่งของเชื้อเพลิงที่ทำจากเศษวัสดุเหลือใช้ทาง การเกษตรและอุตสาหกรรมต่าง ๆ มีการผลิตในหลากหลายรูปแบบและยังมีคุณภาพสินค้าที่หลากหลาย ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้เช่น ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับโรงไฟฟ้า การให้ความร้อนกับที่อยู่อาศัย การใช้เชื้อเพลิงในการปรุงอาหารให้สุก และการใช้งานประเภทอื่น ๆ เชื้อเพลิง มีความหนาแน่นสูงมากจากกระบวนการผลิตและจากกระบวนการให้ความร้อนสูงทำให้มีความชื้นต่ำ(ต่ำกว่า 10%) ซึ่งช่วยให้เชื้อเพลิงอัดเม็ดสามารถที่จะก่อให้เกิดประสิทธิภาพการเผาไหม้ที่สูงสำหรับคุณสมบัติที่ดีของเชื้อเพลิงอัดเม็ด คือ เมื่อติดไฟแล้วจะสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ง่าย ค่าความร้อนสูงกว่าไม้ฟืนทั่วไป ความหนาแน่นสูง การขนส่งและเก็บรักษาสะดวกขึ้น อีกทั้งยังง่ายต่อการประยุกต์ใช้กับเตาใน ครัวเรือน เตาเผาอุตสาหกรรมและหม้อน้ำ เชื้อเพลิงอัดเม็ดชีวมวลถือเป็นเชื้อเพลิงทางเลือกอีกทางหนึ่ง ซึ่งตัวเชื้อเพลิงที่ได้ส่วนใหญ่มาจากเศษไม้ ขี้เลื่อย ใบยางพารา ไส้ข้าวโพด หรือ ทางปาล์ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1. ยางพารา

เป็นไม้ยืนต้น มีถิ่นเดิมมาจากบริเวณลุ่มน้ำแอมะซอน ประเทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ โดยชาวพื้นเมืองเรียกว่า "เกาชู" (cao tchu) ยางพาราเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยอีกชนิดหนึ่ง พบว่ามีเกษตรกรตลอดจนผู้ที่ทำธุรกิจเกี่ยวข้องกับยางพาราประมาณ 1 ล้านครอบครัว จำนวนไม่น้อยกว่า 6 ล้านคน ประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกยางพาราและผลิตภัณฑ์ยางพาราเป็นอันดับ 1 ของโลก นับตั้งแต่ พ.ศ. 2534 เป็นต้นมา โดยใน พ.ศ. 2552 ประเทศไทยมีการผลิตยางพารา จำนวน 3.16 ล้านตัน มีการส่งออก จำนวน 2.73 ล้านตัน (ร้อยละ 86 ของผลผลิตทั้งหมด) ผลิตเพื่อใช้ในประเทศ จำนวน 399,415 ตัน (ร้อยละ 12 ของผลผลิตทั้งหมด) ซึ่งสามารถทำรายได้เข้าประเทศได้ปีละกว่า 400,000 ล้านบาท แต่การส่งออกยางพาราส่วนใหญ่อยู่ในรูปวัตถุดิบแปรรูปขั้นต้น ซึ่งมีมูลค่าเพิ่มต่ำ เช่น ยางแผ่นรมควัน ยางแท่ง และน้ำยางข้น ทำให้มีผลต่อการสร้างรายได้เข้าสู่ประเทศและการยกระดับรายได้ของเกษตรกรไม่มากเท่าที่ควร และหากเรื่องนี้ได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ก็จะส่งผลดีต่อประเทศและเกษตรกรชาวสวนยางพาราอย่างมหาศาล ดังนั้นยางพาราก็ยังคงเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่มีความจำเป็นในการส่งเสริมอาชีพและมีโอกาสในการพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น แสดงในรูปที่ 2.1 (ที่มา : https://th.wikipedia.org/wiki)

รูปที่ 2.1 ยางพารา
(ที่มา : https://www.allbiothailand.com)

2.2.1.1. ความสำคัญทางเศรษฐกิจ

ยางพารามีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทยใน 3 ด้าน คือ

1. การฟื้นฟูเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากยางพาราเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับประเทศเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2553 มีมูลค่าการส่งออกยางธรรมชาติ จำนวน 94,508 ล้านบาท (เดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553) ซึ่งมีจำนวนเพิ่มขึ้นร้อยละ 91.45 เมื่อเทียบกับช่วงเวลาเดียวกันในปี พ.ศ. 2552 โดยมีมูลค่าการส่งออกมากเป็นอันดับหนึ่งของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การกระจายรายได้ของเกษตรกรที่ประกอบอาชีพทำสวนยางพารา จำนวนมากกว่า 6 ล้านคนทั่วประเทศ

3. เกษตรกรมีรายได้ที่แน่นอนและมีจำนวนเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากสถิติยางพาราตั้งแต่ปี พ.ศ. 2509 ซึ่งผลผลิตเฉลี่ย 60 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปีเมื่อมีการปลูกทดแทนด้วยยางพันธุ์ดี จนถึงปัจจุบันในปี พ.ศ. 2552 มีการผลิตเฉลี่ยเพิ่มขึ้นถึง 276 กิโลกรัมต่อไร่ต่อปี ทำให้เกษตรกรชาวสวนยางพารามีรายได้จากการทำสวนยางพาราเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยางพารายังเป็นพืชที่ปลูกแล้วส่งผลให้มีรายได้สม่ำเสมอเกือบตลอดทั้งปี ราคาผันผวนไม่มากนัก จึงสร้างรายได้ที่แน่นอนให้แก่เกษตรกรผู้ปลูกยางมากกว่าปลูกพืชชนิดอื่นๆ แสดงในรูปที่ 2.2 (ที่มา : https://www.baanjomyut.com)

ชื่อตัวอย่าง	Proximate Analysis as Received				ค่าความร้อน (kcal/kg) (Dry basis)
	ความชื้น (%)	เถ้า (%)	สารระเหย (%)	คาร์บอนคงตัว(%)	
ข้าวฟ่าง	4.31	8.63	68.3	18.23	4,051.48
ต้นข้าวโพด	13.32	6.20	64.58	15.90	4,313.90
ซังข้าวโพด	4.39	1.03	80.17	14.41	4,187.00
กะลามะพร้าว	11.79	0.85	64.03	23.33	4,860.48
กะลาปาล์ม	13.00	1.30	64.55	21.05	5,072.50
ฟางข้าว	2.86	11.24	65.64	20.26	3,503.51
แกลบ	7.27	14.07	60.87	17.79	4,009.40
มันสำปะหลัง	31.54	6.22	47.73	14.51	4,670.00
เหง้ามันสำปะหลัง	41.98	3.57	41.86	12.59	4,368.30
ไมยราบยักษ์	9.25	4.15	64.38	22.22	4,556.10
ผักตบชวา	6.47	10.08	67.07	15.70	3,492.13
ไม้ยางพารา	3.94	4.54	16.00	73.52	6,934.02
ไม้ยูคาลิปตัส	4.30	1.51	79.10	15.09	4,436.00
ไม้กระถินยักษ์	9.09	1.03	72.17	17.71	4,309.40

รูปที่ 2.2 การเปรียบเทียบคุณสมบัติของชีวมวลแต่ละชนิด
(ที่มา : http://biomass.dede.go.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง	สารระเหย (%)	คาร์บอนเสถียร (%)	เถ้า (%)	กำมะถัน (%)	ค่าความร้อน (kcal/kg)
1.ขี้เลื่อย	71.3	27.2	1.5	-	4,990
2.ขี้กบ	72.4	25.1	2.5	-	4,990
3.กากอ้อย	73.9	17.6	8.5	-	4,440
4.ชานอ้อย	71.8	23.4	4.8	-	4,510
5.แกลบ	62.7	17.4	20.0	-	3,860
6.ฟางข้าว	74.4	18.9	7.3	-	4,300
7.ต้นมันสำปะหลัง	76.2	19.1	4.7	1.30	4,300
8.เหง้ามันสำปะหลัง	75.0	17.0	8.0	0.28	4,050
9.ซังข้าวโพด	76.1	21.8	2.1	-	4,540
10.ขุยมะพร้าว	63.3	29.4	7.1	0.06	4,380
11.กะลามะพร้าว	73.7	25.5	0.7	0.03	4,830
12.ถ่านกะลามะพร้าว	15.2	82.4	2.4	-	7,760
13.ทางมะพร้าว	72.3	20.8	6.9	-	4,130
14.ต้นถั่วเหลือง	72.5	19.1	8.4	-	4,150
15.ผักตบชวา	58.9	15.3	25.8	-	3,010
16.เปลือกหวาย	70.5	23.7	5.7	-	4,480
17.ไมยราบยักษ์	71.2	25.1	3.7	-	4,460
18.ทะลายปาล์ม	73.9	22.3	3.8	-	4,500
19.เส้นใยปาล์ม	71.5	23.1	5.4	-	4,820
20.ไม้ยางพารา	74.9	23.0	2.1	-	4,560
21.ถ่านไม้ยางพารา	17.5	79.1	3.4	-	7,650

รูปที่ 2.3 ค่าความร้อนและคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของเชื้อเพลิงอัดแท่งชนิดต่างๆ (ที่มา : http://biomass.dede.go.th)

2.3 กรรมวิธีการอัดเม็ด

ในเครื่องอัดเม็ดชีวมวล จะมีการปรับสภาพด้วยการฉีดไอน้ำ (Steam Conditioning Chamber) เพื่อช่วยใน กระบวนการอัดเม็ดและเพิ่มความสามารถในการผลิตของเครื่องอัดเม็ด ซึ่งวัตถุดิบจะถูกพ่น ด้วยไอน้ำแห้ง ก่อนที่วัตถุดิบจะผ่านเข้าสู่ห้องอัดของเครื่องอัดเม็ด ซึ่งการปรับสภาพด้วย ไอน้ำนี้ถูกใช้เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ เพื่อช่วยให้ลิกนินหลอมละลายหลังจากผ่านการปรับสภาพ ด้วยไอน้ำแล้ว วัตถุดิบจะเข้าสู่ห้องอัดในเครื่องอัดเม็ด ออกมาเป็นเม็ดชีวมวลที่มีคุณภาพ ในขณะที่ความสามารถในการผลิตของเครื่องอัดเม็ดสูง เนื่องจากวัตถุดิบที่ผ่านหัวอัด (Die) ด้วยแรงเสียดทานที่น้อยลง เพราะวัตถุดิบนั้นอยู่ในสถานะที่อ่อนตัว ในกรรมวิธีอัดเม็ดนั้นบางครั้งอาจมีความจำเป็นที่จะต้อง ใช้ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสาน (Binding Agent) ในกรณีที่วัตถุดิบที่นำมาใช้นั้น มีลิกนิน (Lignin) หรือ ตัวประสานที่ดีที่สุดตามธรรมชาติน้อยเกินไป เพื่อให้ได้เม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีคุณภาพ กล่าวคือมีความแข็งมากขึ้น ลดฝุ่นและผงของเม็ดชีวมวลที่แตกออกขณะจัดเก็บ และขนส่ง ยกตัวอย่างเช่น ไม้เนื้อแข็งและฟางจะมีลิกนินค้อนข้างน้อย อาจจำเป็นจะต้อง มีการใช้แป้ง (Starch) เป็นตัวประสาน โดยการเติมลงไปในวัตถุดิบก่อนเข้าสู่กระบวนการ อัดเม็ด ตัวประสาน (Binding Agent) ที่มักใช้ในไม้ ได้แก่ แป้ง กากน้ำตาล พาราฟิน ธรรมชาติ น้ำมันพืช ลิกนิน ซัลเฟต และสารสังเคราะห์ แสดงดังในรูป 2.4

รูปที่ 2.4 การฉีดด้วยไอน้ำ

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอัดเม็ด

1.แรงเสียดทานภายในรูของหัวอัด
2.พื้นผิวของหัวอัดและวัตถุดิบที่นำมาใช้ทำหัวอัดและลูกกลิ้ง
3.ความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของรูหัวอัด
4.ความหนาของชั้นวัตถุดิบบนรูหัวอัด และความหนาของชั้นวัตถุดิบใหม่ที่นำมาอัดลงรู
5.ความถี่ของการอัดเม็ด เช่น ความเร็วของหัวลูกกลิ้ง

2.4 การพัฒนาเครื่องเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

การออกแบบเพื่อที่จะไปพัฒนา เครื่องอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำจำเป็นที่จะนำองค์ประกอบหลายๆอย่าง เพื่อที่จะเพิ่มความชื้นให้กับชีวมวลโดยที่สามารถนำวัตถุดิบมาทำการย่อยแล้วนำมาอัดเป็นเม็ด ชีวมวลได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มความชื้นด้านนอก และจำเป็นที่จะต้องเลือกใช้ชิ้นส่วนให้เหมาะสมกับปริมาณที่ต้องการใช้ ตามหลักวิศวกรรมศาสตร์

2.4.1. ปั๊มน้ำ

(water pump) คือ อุปกรณ์สำหรับส่งน้ำหรือถ่ายเทของเหลวจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือหมุนเวียนน้ำหรือของเหลวให้ผสมกันในบริเวณที่จำกัด เช่น centrifugal pump,เครื่องสูบน้ำไว้รดน้ำผัก ในสมัยก่อนการใช้ระหัด (rahat) ในการสูบน้ำซึ่งเรียกว่าการชักน้ำหรือวิดน้ำ ด้วยแรงคน แรงสัตว์ หรือแรงกลจากลม แบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 2 คือสัตว์หรือแรงกลจากลม แบ่งตามลักษณะการทำงานออกเป็น 2 คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ปั๊มน้ำ

1.ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Pump) หรือแบบอาศัยแรงกลไกการเหวี่ยงหนีศูนย์ของๆเหลวในการพาของเหลว เป็นปั๊มประเภทที่สามารถผลิตเฮดน้ำ โดยการเพิ่มความเร็วของน้ำซึ่งได้จากการหมุนของใบพัดไปตามตัวเรือนของปั๊ม อัตราการไหลของน้ำจะแปรผันตามความดันด้านขาออก (Discharge)

2.ปั๊มแบบปริมาตรแทนที่เชิงบวก (Positive Displacement Pump) หรือแบบอาศัยการแทนที่ของๆเหลวในการพาของเหลว เป็นปั๊มประเภทที่ให้น้ำเข้าไปแทนที่อยู่ในปริมาตรในเรือนปั๊มอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจะสามารถให้อัตราการไหลของน้ำที่คงที่ ถึงแม้ว่าความดันด้านขาออก (Discharge) จะมีการแปรผัน

เราสามารถแบ่งชนิดของปั๊มน้ำออกเป็น 4 ชนิดหลักๆ คือ

1). ปั๊มน้ำอัตโนมัติ เหมาะสำหรับอาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ หรือบ้านเดี่ยว เป็นระบบสวิตช์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ประหยัดไฟ มีกำลังส่งน้ำไปยังจุดต่างๆภายในบ้านได้ดี สามารถต่อกับเครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องซักผ้า หรือก๊อกน้ำทั่วไปได้

2). ปั๊มน้ำแรงดันคงที่ เหมาะสำหรับอพาร์ทเม้นท์ ,อาคาร ตึกแถว ทาวน์เฮ้าส์ หรือบ้านเดี่ยว เป็นปั๊มอัตโนมัติควบคุมแรงอุปกรณ์เกี่ยวกับน้ำให้มีแรงดันคงที่ กำลังส่งน้ำสม่ำเสมอ เหมาะกับการติดตั้งใช้กับเครื่องทำน้ำอุ่น

3). ปั๊มน้ำหอยโข่ง เหมาะกับงานเกษตร งานสูบน้ำขึ้นตึกสูง งานสูบจากแทงค์หรือบ่อ งานหัวจ่ายน้ำ sprinkle สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณที่มากหรือแรงส่งสูงๆ

4). ปั๊มน้ำจุ่ม ใช้กับงานสูบน้ำออกจากบ่อหรือแหล่งน้ำ เช่น งานน้ำท่วม บ่อน้ำพุ ถึงแม้ว่าปั๊มน้ำแบบจุ่มจะมีกำลังส่งต่ำ แต่สามารถสูบน้ำได้ในปริมาณมาก

การเลือกซื้อปั๊มน้ำ เครื่องสูบน้ำ เราควรรู้ถึงประสิทธิภาพการทำงานและรายละเอียดของปั๊มว่าเป็นอย่างไรบ้าง ให้ปริมาณน้ำได้มากน้อยแค่ไหน รู้กำลังแรงม้า ไฟฟ้าที่ใช้กี่เฟส ระยะทางที่สามารถส่งน้ำไปถึง และขนาดท่อส่งน้ำ เราจำเป็นจะต้องรู้รายละเอียดการใช้น้ำของเราเองด้วยว่าเราต้องการจะใช้น้ำในปริมาณมากน้อยเพียงใด เช่น ถ้าจะติดตั้งสปริงเกอร์ต้องรู้ปริมาณน้ำและแรงดันของสปริงเกอร์ เลือกปั๊มน้ำ ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ปั๊มทะเล/เคมีสำหรับสูบน้ำทะเลหรือเคมี, ปั๊มหอยโข่งสำหรับงานเกษตร งานสปริงเกลอร์ งานประปาหมู่บ้านหรืองานดับเพลิง , ปั๊มแช่สำหรับงานดูดน้ำบาดาล น้ำดีหรือน้ำเสีย นอกจากนี้แล้วควรเลือกขนาดของปั๊มให้เหมาะสม ในการเลือกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดูว่าปั๊มสามารถจ่ายปริมาณน้ำได้มากน้อยแค่ไหนเพียงพอกับการใช้งานหรือไม่ รวมไปถึงแรงดันน้ำที่ต้องการ(ที่มา : https://industrypro.co.th/about-water-pump/)

2.4.2. ท่อส่งน้ำ

ท่อ PE หรือ ท่อพีอี มีชื่อหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า HDPE PE เป็นท่อพลาสติกเนื้อเหนียวที่มีความหนาแน่นสูง มีความแข็งแรงทนทานต่อการกระแทกมีความสามารถทนต่อกรดและการกัดกร่อนของสารเคมีได้มากมาย น้ำหนักเบาทำให้ขนส่งง่าย ทนต่อแสงยูวี ไม่เปราะแตกหรือเสื่อมสภาพง่าย ไม่เป็นสนิม ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานยาวนาน แสดงดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 ท่อ PE

(ที่มา : https://www.hiachet.com)

ท่อ PE ใช้ทำอะไรได้บ้าง

งานประปา เช่น ท่อน้ำดื่ม ท่อน้ำใช้

- งานการเกษตรกรรม
- งานอุตสาหกรรม
- งานท่อร้อยสายไฟ และสายเคเบิ้ล
- งานท่อน้ำทิ้ง และท่อน้ำเสีย
- งานท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

การเลือกใช้ท่อพีอีให้เหมาะสมกับงาน

1. ท่อพีอี สำหรับงานไฟฟ้า ร้อยสายไฟ ท่อพีอีที่นิยมใช้ในงานประปาจะมีแถบที่เป็นสีส้มเป็นสัญลักษณ์มีความแข็งแรงและหนาแน่นสูง มีคุณสมบัติกันไฟฟ้าได้ดี ทนทานต่อไฟ ลดความเสี่ยงของกระแสไฟฟ้ารั่ว ยืดหยุ่นตัวได้ดี ทนต่อแรงกดอัดและแรงดันไฟฟ้าได้ปานกลาง ทนได้ต่อแรงกระแทกและแรงกดทับ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเริ่มตั้งแต่ 32 -160 มิลลิเมตร มีความยาวมาตรฐานอยู่ที่ท่อนละ 6 เมตร สามารถเชื่อมต่อได้ง่าย มีข้อต่อให้เลือกเยอะ เหมาะสำหรับใช้ในการเดินสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในพื้นที่โล่ง งานร้อยสายไฟบนดินและใต้ดิน บนฝ้าในตัวอาคาร, เดินสายใต้ดินทั้งยังแรงดันต่ำและร้อยสายไฟ ท่อร้อยสายไฟ

2. ท่อพีอีสำหรับงานเกษตรกรรม ท่อพีอีที่ใช้ในงานเกษตรกรรมหรืองานชลประทานจะต้องที่เน้นชนิดที่ทนต่อการกัดกร่อนสูง เพราะในบางครั้งอาจจะต้องใช้ขนส่งสารเคมี น้ำเสีย ตะกรัน โคลน และน้ำเกลือ

3. ท่อพีอีลูกฟูก ท่อพีอีที่ผลิตจากวัสดุประเภทโพลีเอทีลีน (PE) แต่ลักษณะของท่อจะเป็นลอน สามารถโค้งงอง่าย ทนแรงกดทับได้ดี น้ำหนักเบา ทนความร้อน ทนต่อสารเคมี เหมาะกับการนำไปใช้งานที่หลากหลายทั้งร้อยสายไฟ ฝังใต้ดิน ท่อซับน้ำ ท่อภายในรถยนต์ ท่อบำบัดน้ำเสีย ใช้ทดแทนท่อเหล็กได้เพราะมีน้ำหนักเบากว่า ไม่เสี่ยงต่อสารปนเปื้อนจากสนิม ป้องกันรอยขีดข่วนได้ดี

4. ท่อพีอีสำหรับส่งแก๊สธรรมชาติ ท่อ PE เหมาะสำหรับการใช้ขนส่งแก๊สธรรมชาติ เนื่องจากท่อพีอีมีความยืดหยุ่นของท่อได้สูง นำไปบิดและโค้งงอได้ดี เมื่อนำไปฝังดินหรือติดตั้งใช้งานจะช่วยให้ลดปัญหาท่อแตกเปราะใต้ดิน มีน้ำหนักเบาเมื่อเทียบกับท่อเหล็ก นอกจากนี้ยังทนต่อสภาพแวดล้อมได้สูงกว่าหากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว ดินทรุดตัว ตัวท่อก็ไม่ได้รับความเสียหาย (ที่มา : https://www.hiachet.com/)

2.4.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

(electric motor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังกล เพื่อเป็นเครื่องต้นกำลังเพื่อนำไปใช้กับเครื่องจักรแบบต่างๆ มอเตอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน แต่ละชนิดก็จะมีคุณสมบัติที่แตกต่างออกไปต้องการความเร็ว รอบหรือกำลังงานที่แตกต่างกัน ซึ่งมอเตอร์แต่ละชนิด จะแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลัก ตามลักษณะการใช้งานของกระแสไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า แบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิด

1.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase) จะใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์]

1.2 มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟส หรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)

1.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส หรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor) เป็นมอเตอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมต้องใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ใช้แรงดัน 380 โวลต์]

2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเตอร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

2.1.มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.2.มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

2.3.มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่า คอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้ แสดงในรูป 2.7

1. ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil)คือขดลวดที่ถูกพันอยู่กับขั้วแม่เหล็กที่ยึดติดกับโครงมอเตอร์ ทำหน้าที่กำเนิดขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือ (N) และขั้วใต้ (S) แทนแม่เหล็กถาวรขดลวดที่ใช้เป็นขดลวดอาบน้ำยาฉนวนสนามแม่เหล็กจะเกิดขึ้นเมื่อจ่ายแรงดันไฟตรงให้มอเตอร์

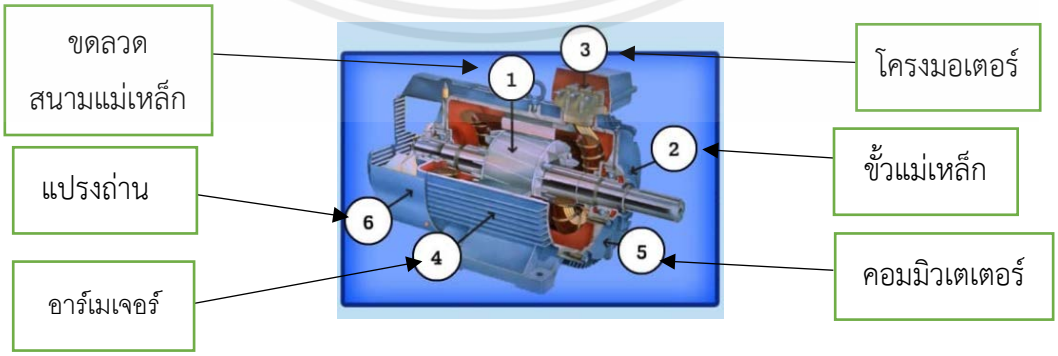
2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole Pieces)คือแกนสำหรับรองรับขดลวดสนามแม่เหล็กถูกยึดติดกับโครงมอเตอร์ด้านใน ขั้วแม่เหล็กทำมาจากแผ่นเหล็กอ่อนบางๆ อัดซ้อนกัน (Lamination Sheet Steel) เพื่อลดการเกิดกระแสไหลวน (Edy Current) ที่จะทำให้ความเข้าของสนามแม่เหล็กลดลง ขั้วแม่เหล็กทำหน้าที่ให้กำเนิดขั้วสนามแม่เหล็กมีความเข้มสูงสุด แทนขั้วสนามแม่เหล็กถาวร ผิวด้านหน้าของขั้วแม่เหล็กทำให้โค้งรับกับอาร์เมเจอร์พอดี

3.โครงมอเตอร์ (Motor Frame)คือส่วนเปลือกหุ้มภายนอกของมอเตอร์ และยึดส่วนอยู่กับที่ (Stator) ของมอเตอร์ไว้ภายในร่วมกับฝาปิดหัวท้ายของมอเตอร์โครงมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างขั้วแม่เหล็กให้เกิดสนามแม่เหล็กครบวงจร

4. อาร์เมเจอร์ (Armature)คือส่วนเคลื่อนที่ (Rotor) ถูกยึดติดกับเพลา (Shaft) และรองรับการหมุนด้วยที่รองรับการหมุน (Bearing) ตัวอาร์เมเจอร์ทำจากเหล็กแผ่นบางๆ อัดซ้อนกัน ถูกเซาะร่องออกเป็นส่วนๆ เพื่อไว้พันขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) อาร์เมอเจอร์ผลักดันของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนเคลื่อนที่

5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) คือส่วนเคลื่อนที่อีกส่วนหนึ่ง ถูกยึดติดเข้ากับอาร์เมเจอร์และ เพลาร่วมกัน คอมมิวเตเตอร์ทำจากแท่งทองแดงแข็งประกอบเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก แต่ละแท่งทองแดงของคอมมิวเตเตอร์ถูกแยกออกจากกันด้วยฉนวนไมก้า (Mica) อาร์เมเจอร์คอมมิวเตเตอร์ ทำหน้าที่เป็นขั้วรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายมาจากแปรงถ่าน เพื่อส่งไปให้ขดลวดอาร์เมอร์

6. แปรงถ่าน (Brush) คือ ตัวสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ ทำเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผลิตมาจากคาร์บอนหรือแกรไฟต์ผสมผงทองแดง เพื่อให้แข็งและนำไฟฟ้าได้ดี มีสายตัวนำต่อร่วมกับแปรงถ่านเพื่อไปรับแรงดันไฟตรงที่จ่ายเข้ามา แปรงถ่านทำหน้าที่รับแรงดันไฟตรงจกแหล่งจ่าย จ่ายผ่านไปให้คอมมิวเตเตอร์ (ที่มา : https://industrypro.co.th/motor/)



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบหลักๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้า

(ที่มา : https://industrypro.co.th/motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ไทม์เมอร์ (TIMER)

ไทม์เมอร์ (TIMER) หรือ อุปกรณ์ในการตั้งเวลา คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ให้เป็นไปตามที่ผู้ใช้งานต้องการหรือตั้งปิดการทำงานของเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น ซึ่งส่วนมาก ไทม์เมอร์ (TIMER) จะมีใช้ในงานอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ดังนั้น ไทม์เมอร์ (TIMER) จึงมีความสำคัญกับเครื่องจักรในโรงงานมาก เพราะสามารถกำหนดเวลาการทำงานของเครื่องจักร และอุปกรณ์ต่างๆได้ แสดงดังรูป 2.8

การเลือกใช้ไทม์เมอร์ (Timer) ให้เหมาะกับงาน

Timer ไทม์เมอร์ มีมากมายหลายชนิด การเลือกใช้ Timer ให้เหมาะกับงานนั้นจะต้องมีข้อควรพิจารณาและศึกษาก่อนซื้อไทม์เมอร์มาใช้ จะต้องทราบว่าเราต้องการช่วงเวลาเท่าไหร่ มีการทำงานของเอาต์พุตเป็นอะไร และที่สำคัญขนาดของ Timer ไทม์เมอร์ ถ้าเราเลือกใช้ไม่ถูกต้องอาจทำให้ต้องดัดแปลงซึ่งยุ่งยากและอาจติดตั้งลำบาก แต่ก่อนที่จะเลือกนั้นเราไปทำความรู้จักกับ ไทม์เมอร์ (Timer) ในแต่ละชนิดกันก่อนดีกว่าว่ามีชนิดไหนบ้าง

ชนิดของไทม์เมอร์ ของแบรนด์ Omron

1. Analog Timer : เป็น Timer แบบใช้เข็มในการปรับตั้งเวลาในการทำงาน แต่การทำงานจะมีไม่หลากหลายเท่ากับ Digital Timer แต่ปัจจุบันก็ยังมาการใช้งานให้เห็นอยู่

2. Digital Timer **:** หรือแบบแสดงผลด้วยตัวเลข**:** Digital Timer นั้นสามารถทำงานได้ในหลายโหมด หลายแบบ หรือรีเซทเพื่อกำหนดการทำงานได้

3. Star-delta Timer : เป็น Timer ที่ใช้ในการควบคุมสตาร์ทมอเตอร์ แบบสตาร์-เดลต้า ซึ่งออกแบบมาใช้กับมอเตอร์โดยเฉพาะ จะเป็น Timer แบบเฉพาะงาน

4. Twin Timer : เป็น Timer ตั้งเวลาแบบคู่ที่ทำงานแยกกันอย่างอิสระ ซึ่งสามารถตั้งเวลาการทำงานและตั้งเวลาการพักได้ในเครื่องเดียว โดย Timer นั้นจะสลับเวลาทำงานและเวลาพักโดยอัตโนมัติตลอดเวลาขณะที่แหล่งจ่ายยังคงเลี้ยงระบบอยู่ Twin Timer ยังจำแนกเป็น Flicker-on และ Flicker-off โดยใช้การเริ่มต้นทำงานเป็นหลัก หากเราต้องการ Timer ที่เริ่มทำงาน (เริ่มจ่ายไฟ) ที่สถานะ ‘on’ ต้องเลือกไทม์เมอร์แบบ Flicker-on และหากต้องการแบบเริ่มจาก off ให้เลือก Flicker-off (ที่มา : http://jwtech.co.th/activity/)

รูปที่ 2.8 ไทม์เมอร์ (TIMER)
(ที่มา : http://jwtech.co.th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5. Compressive Strength

การทดสอบแรงจะเป็นการทดสอบอยู่ 2 แบบ คือการทดสอบแรงกดอัดและการทดสอบแรงดึง ซึ่ง การทดสอบแรงดึงเป็นการทดสอบลักษณะการดึงยืดชิ้นงานทดสอบ ส่วนการทดสอบแรงอัด เป็นการทดสอบในลักษณะการกดอัดชิ้นงานทดสอบ โดยพิจารณาเลือกการทดสอบแรงกดอัดหรือการทดสอบแรงดึง ขึ้นอยู่กับประเภทของการนำไปใช้งานของวัสดุ เช่น โลหะซึ่งมีความต้านทานแรงดึงสูง ส่วนใหญ่จะนำไปทดสอบแรงดึง ส่วนวัสดุเปราะเช่น ชีวมวลอัดเม็ด จะมีความแข็งแรงค่อนข้างต่ำ ส่วนใหญ่จะใช้ในการทดสอบแรงกดอัดมากกว่า

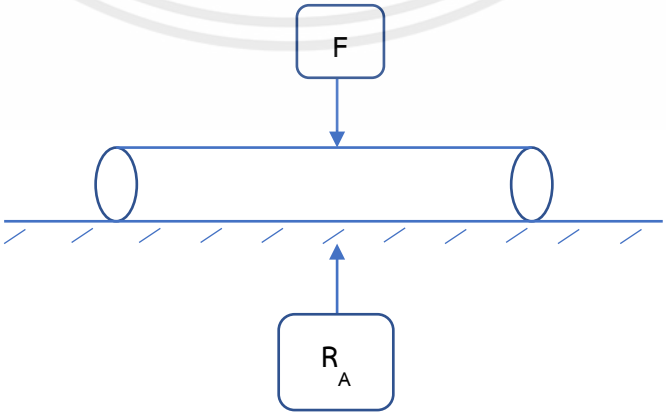
2.5.1เครื่องมือ

1.เครื่องกดทดสอบ เครื่องกดเป็นแบบใดก็ได้ ที่ทำให้น้ำหนักกดได้สูงเพียงพออยู่ในช่วงใช้งานได้ และยอมให้ผิดพลาดได้ไม่เกินร้อยละ 1 เครื่องกดจะต้องสามารถเพิ่มแรงกดได้อย่างสม่ำเสมอและไม่กระตุก เครื่องทดสอบแบบหมุนเกลียว (SCREW-TYPE) จะต้องเป็นเครื่องที่หัวกดสามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 1.3 มิลลิเมตรต่อนาที สำหรับเครื่องทดสอบแบบไฮดรอลิกต้องเป็นเครื่องที่สามารถให้น้ำหนักด้วยอัตราคงที่ อยู่ในช่วง 1.43 ถึง 3.47 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวินาที ส่วนที่ใช้กดของเครื่องทดสอบ จะต้องประกอบด้วยแผ่นเหล็กทดสอบ (STEEL BEARING LATE) 2 แผ่น ขนาดใหญ่กว่าขนาดของแท่นทดสอบไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร แผ่นเหล็กตัวบนมีลักษณะเป็นแป้นกดฐาน ครึ่งทรงกลม (SPHERICALLY SEATED BLOCK) แขวนยึดไว้กับเครื่องเพื่อให้ขยับตัวได้ ส่วนแผ่นเหล็กตัวล่าง จะต้องยึดติดกับส่วนล่างของเครื่อง และต้องมีความหนาอย่างน้อย 50 มิลลิเมตร ผิวสัมผัสของแผ่นเหล็กทั้งสอง จะต้องเรียบมีความเรียบคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.025 มิลลิเมตร ในระยะทาง 150 มิลลิเมตร การเพิ่มแรงกดต้อง ทำได้อย่างต่อเนื่อง ไม่มีจังหวะหยุดหรือกระตุกในระหว่างการเพิ่มแรงกด(อ้างอิง : https://research.drr.go.th/wp-content)

2. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์ มีความละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร

3. เครื่องชั่งน้ำหนัก ซึ่งมีความละเอียดถึง 0.01 กรัม

การเขียน Free Body diagram ค่าต้านทานแรงกด



รูปที่ 2.9 Free Body diagram ค่าต้านทานแรงกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นฤภัทร ตั้งมั่นคงวรกูล [7] กล่าวถึงหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกวัสดุชีวมวล มาแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง วิธีและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่ง รวมทั้งแนะนำคุณสมบัติที่จำเป็นสำหรับการทดสอบเชื้อเพลิงชีวมวลด้วย ได้แก่ ค่าปริมาณความร้อน ปริมาณความชื้น ปริมาณคาร์บอนคงตัว เถ้า และกำมะถันรวม เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษานี้แสดงให้ เห็นถึงแนวทางในการประยุกต์ใช้กับการเตรียมวัสดุชีวมวลจากวัสดุอินทรีย์อื่น ๆ ได้ โดยเชื้อเพลิง ชีวมวลอัดแท่งจะมีสองประเภท ได้แก่ เชื้อเพลิงเขียว และถ่านอัดแท่ง โดยเชื้อเพลิงเขียวจะเป็นการ 10 นำวัสดุชีวมวลมาอัดขึ้นรูปเพื่อเพิ่มความหนาแน่นก่อนนำไปใช้งาน ในขณะที่ถ่านอัดแท่งนั้น วัสดุ ชีวมวลจะถูกแปรสภาพด้วยการเผาให้เป็นถ่านก่อนนำมาใช้งาน สำหรับการอัดแท่งนั้น ในหลายกรณี จำเป็นจะต้องใช้วัสดุประสานผสมลงไปในวัสดุชีวมวล เพื่อเพิ่มการยึดเกาะกันของเชื้อเพลิงชีวมวล

ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ และคนอื่น ๆ [10] ได้พัฒนาก้อนเชื้อเพลิงชีวมวล จากเศษฟางข้าวผสมเศษลำไยเหลือทิ้ง โดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน ทั้งนี้ได้ทำการหาอัตรา ส่วนผสมของวัสดุชีวมวลและตัวประสานที่เหมาะสมในการพัฒนาเชื้อเพลิงชีวมวล และพบว่า ที่ อัตราส่วนฟางข้าวต่อเศษลำไย 20/80 โดยน้ำหนัก ที่มีแป้งเปียกร้อยละ 6 ภายใต้แรงอัด 50 กิโลกรัม ต่อตารางเซนติเมตรนั้นให้เชื้อเพลิงที่มีคุณสมบัติเหมาะสม คือมีค่าความร้อนที่ 3,698.46 แคลอรี่ต่อ กรัม และมีประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนร้อยละ 10.64

ธนาพล ตันติสัตยกุล และคนอื่น ๆ [11] ได้ศึกษาความเหมาะสมในการ ผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด โดยมีน้ำแป้งมันสำปะหลังเป็นวัสดุประสาน ใน การศึกษาพบว่า เชื้อเพลิงที่ได้มีค่าความร้อนในช่วง 3,235-3,389 kcal/kg และพบว่าการใช้งาน เชื้อเพลิงที่เตรียมนี้มีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยมีระยะเวลาคืนทุนที่ 6 ปีครึ่ง

นอกจากผลผลิตทางการเกษตรแล้ว ของเสียจากการผลิต เช่น กระดาษ ก็ถูกนำมาศึกษาเพื่อผลิตเป็นเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งด้วย ดังในงานวิจัยของ Elanda Fikri และ Citra Sartika [14] ที่นำกระดาษมาเป็นวัสดุชีวมวลร่วมกับเศษใบไม้และกิ่งไม้ โดยคณะวิจัยได้ทำการให้ ความร้อนเพื่อผลิตถ่านจากวัสดุชีวมวลผสมในอัตราส่วนผสมต่างกัน 4 ค่า แล้วนำมาอัดแท่งก่อนนำไป หาค่าปริมาณความร้อน ผลการทดสอบระบุว่าเชื้อเพลิงที่มีส่วนผสมของใบไม้ 50% กิ่งไม้ 40% และ กระดาษ 10% จะให้ค่าความร้อนสูงที่สุดที่ 4,632-5101 cal/g

สำหรับในประเทศไทยนั้น พัชราภรณ์ สมดี และคนอื่น ๆ [12] ได้สนใจนำ ของเสียเช่น พลาสติกมาทดลองกลั่นและนำของเหลวที่ได้มาเตรียมเป็นตัวประสานสำหรับเชื้อเพลิง อัดแท่งจากกิ่งมะขาม โดยการทดสอบทำให้ทราบว่า ของเหลวที่กลั่นได้จากขยะพลาสติกสามารถเพิ่ม

นอกจากแป้งมันสำปะหลังแล้ว ชลลดา ไร่ขาม และคนอื่น ๆ [13]ได้ศึกษา อิทธิพลของอัตราส่วนกากน้ำตาลที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากเปลือกมังคุดและ เงาะ โดยในการศึกษา คณะวิจัยได้ปรับเปลี่ยนอัตราส่วนผสมของผงถ่านจากเปลือกผลไม้กับ กากน้ำตาล 6 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่ 5:1 6:1 7:1 5:2 6:2 และ 7:2 โดยน้ำหนัก จากการศึกษาพบว่า อัตรา ส่วนผสมที่ดีที่สุดคือ 7:1 และผงถ่านจากเปลือกมังคุดให้ค่าความร้อนได้สูงกว่าเปลือกเงาะ

Woodyและคณะ [3] ได้ตรวจสอบความเป็นไปได้เชิงพาณิชย์ของการผลิต ถ่านโค้กเพื่อเป็นเชื้อเพลิงในท้องถิ่นด้วยกระบวนการ Hayes โดยผลิตถ่านจากถ่านหิน โดยท่อปฏิกรณ์ที่เป็นแบบสกรูลำเลียงที่มีขนาดท่อ 43.2 เซนติเมตร ยาว 6.1 เมตร หมุนด้วยความเร็ว 1.5-4 รอบต่อนาทีในขณะที่สกรูลำเลียงสามารถหมุนตามเข็มและทวนเข็มนาฬิกาได้ด้วย 5 ความเร็วปรากฏที่ 13.5 รอบต่อนาที วัตถุดิบที่ป้อนมีเวลาอยู่ในปฏิกรณ์ประมาณ 20 นาที และ ผลิตภัณฑ์ที่ออกจากห้องปฏิกิริยาแบบสกรูลำเลียงถูกส่งต่อไปยังระบบระบายความร้อน ในขณะที่ ก๊าซและน้ำมันดิบก็ถูกปล่อยออกที่ส่วนท้ายของสกรูลำเลียงเช่นกันเพื่อเข้าสู่ระบบระบายความร้อนและเก็บรวบรวม เมื่อใช้แหล่งความร้อนจากการเผาไหม้ถ่านหินพบว่าห้องปฏิกรณ์ทำงานที่ อุณหภูมิ 593-704องศาเซลเซียส ซึ่งการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์จะรวมต้นทุนการผลิตด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การศึกษาการออกแบบและพัฒนาของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลจากใบยางพาราให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นโดยพัฒนามีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.การพัฒนาการโดยการเพิ่มปริมาณการอัดเม็ดชีวมวล 2.ทดสอบประสิทธิภาพของเม็ดชีวมวลที่ได้โดยเก็บข้อมูลจาก ความชื้นของเม็ดชีวมวล ความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล ความยาวของเม็ดชีวมวล เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล ค่าความต้านทานแรงกด เปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด อัตราการขยายตัว ปริมาณการใช้พลังงานในการบดย่อย กำลังการผลิตเม็ดชีวมวลใน 1 ชั่วโมง และหาประสิทธิภาพของเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

3.1 การออกแบบชุดเพิ่มความชื้นของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลชีวมวล

การออกแบบชุดเพิ่มความชื้นให้ชีวมวล เนื่องจากเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลแบบเก่าจำเป็นต้องเสียเวลาในการเพิ่มความชื้นให้กับใบยางแห้ง โดยต้องนำไปแช่น้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมงจึงทำให้เสียเวลา จึงได้ทำการออกแบบชุดเพิ่มความชื้นชีวมวลและติดตั้งลงในเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลเพื่อที่สามารถเพิ่มความชื้นให้กับชีวมวลได้ในทันที แสดงดังรูป 3.1

รูปที่ 3.1 การออกแบบชุดเพิ่มความชื้นของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนประกอบการเพิ่มความชื้นของเครื่องกำเนิดละอองน้ำ

3.2.1 ปั๊มน้ำ

ปั๊มน้ำ คือ เครื่องมือที่ช่วยในการส่งน้ำ ประกอบด้วย Mechanic และ Electricity / Engine มี 2 ส่วน คือ หัวปั๊ม มอเตอร์ และมอเตอร์ทำหน้าที่หมุนให้ตัวปั๊มเคลื่อนที่ เพื่อผลักน้ำจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่ง โดยแรงดัน และปริมาณน้ำ ตามการออกแบบของแต่ละการใช้งาน ช่วยเสริมน้ำให้แรงขึ้นไปถึงอีกจุดหนึ่งได้พร้อมกับปริมาณน้ำที่เพิ่มมากขึ้น ดังในรูป 3.2

รูปที่ 3.2 ปั๊มน้ำ

3.2.2 ถังใส่น้ำ

ถังที่ใช้ใส่น้ำ เป็นถังเหล็กขนาดความกว้าง 24 เซนติเมตร ยาว 39 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร โดยมีขาจับยึดกับตัวเครื่อง 4 ขา ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 ถังใส่น้ำ

3.2.3 ท่อน้ำ

สายท่อน้ำ PE ขนาด 5 มิลลิเมตร หนา 1 มิลลิเมตร ใช้ลำเลียงน้ำจากถังใส่น้ำผ่านปั๊มน้ำส่งไปยังหัวฉีด เพื่อฉีดละอองน้ำเข้าห้องกวนชีวมวล ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 ท่อน้ำ

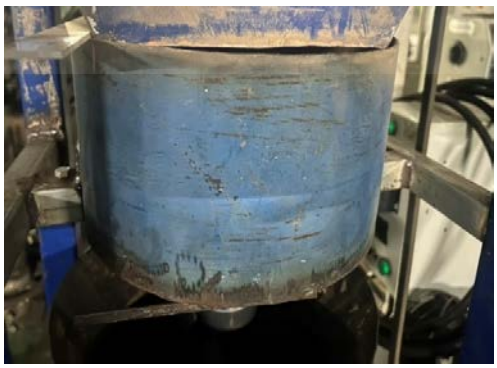
3.2.4 หัวฉีดน้ำ

ชิ้นส่วนที่ออกแบบมาสำหรับใช้ฉีดพ่นของไหลด้วยแรงดัน ในการดันออกมาเป็นละอองฝอยขนาดเล็ก และช่วยให้ฉีดของเหลวได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยตัวเรือนของหัวฉีดมักผลิตจากวัสดุโลหะ พลาสติก และเหล็กอัลลอยด์ ซึ่งวัสดุแต่ละชนิดสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 หัวฉีดน้ำ

3.2.5 ถังชีวมวล

ถังชีวมวล ใช้สำหรับผสมชีวมวลกับละอองน้ำที่ผ่านมาจากหัวฉีด โดยมีใบกวนเพื่อกวนชีวมวลให้โดนละอองน้ำอย่างทั่วถึง ก่อนปล่อยไปทำการอัดเม็ดชีวมวล ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ถังชีวมวล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.6 มอเตอร์ใบกวนชีวมวล

มอเตอร์ใบกวนชีวมวล ขนาด 25 W อัตราทด 1:7.5 สามารถปรับความเร็วรอบความเร็วได้ โดยมีความเร็วรอบ : 0-180 RPM แรงบิดสูงสุดอยู่ที่ : 11.5 kg.cm ดังแสดงในรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 มอเตอร์ใบกวนชีวมวล

3.2.7 ไทม์เมอร์ (TIMER)

ใช้ควบคุมการทำงานของระบบปั๊มน้ำ สามารถตั้งเวลาการทำงานของปั๊มน้ำ ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 ไทม์เมอร์ (TIMER)

3.3 การปรับปรุงแก้ไขเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

1. การลดการเกิดเสียงและลดผงละอองชีวมวลที่หลุดออกมาจากห้องบดสับโดยการใช้กาวซิลิโคนอุดช่องโหว่เพื่อไม่ให้มีรู ทำให้ผงละอองชีวมวลไม่ฟุ้งออกมา ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 ใช้กาวซิลิโคนอุดช่องว่าง

2. เนื่องจากเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลนั้นมีปัญหาในตอนการเปิดใช้งานโดยเมื่อเปิดเครื่องใช้งานจะมีเสียงดังทำให้รบกวน และมีเศษชีวมวลชิ้นเล็กที่เกิดจากการบดย่อยเลยทำการแก้ไขปรับปรุง โดย ทำการเจาะรูเพื่อยึดถังใส่ ชีวมวลให้แน่นหนาเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนที่ก็ให้เกิดเสียดัง ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 เจาะยึดชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดเสียงดัง

3. ทำการประกอบชุดเพิ่มความชื้นเข้ากับเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล เพื่อลดระยะเวลา ในการเพิ่มความชื่นให้กับใบยางพารา ดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.11 เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ติดตั้งชุดเพิ่มความชื้นแล้ว

3.4 การคำนวณ

3.4.1 การหาค่าความชื้น

คำนวณหาได้จากความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis) ดังสมการ

$$\text{Moisture \%} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \tag{3.1}$$

เมื่อ

Moisture คือ ปริมาณความชื้น (%)

W_1 คือ น้ำหนักมวลก่อนการอบ (g)

W_2 คือ น้ำหนักมวลหลังการอบ (g)

ค่าความชื้นถือเป็นคุณสมบัติหนึ่งที่มีผลต่อกระบวนการแปลงชีวมวลเป็นพลังงานที่สำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกระบวนการแปลงพลังงานโดยใช้ความร้อน (thermal conversion processing) เมื่อชีวมวลใดยิ่งมีค่าความชื้นมากยิ่งทำให้ค่าความร้อนต่ำ (Low heating Value) ของชีวมวลนั้น ๆ ลดลง ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้ความร้อนลดลง

3.4.2 การหาเปอร์เซ็นต์การเป็นเม็ด

โดยพิจารณาจากสมการ

$$\%\text{mass yield} = \frac{m_a - m_b}{m_a} \times 100 \tag{3.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ

m_a คือ มวลของชีวมวลก่อนการอัด (kg)

m_b คือ มวลของชีวมวลหลังจากการอัดแล้ว (kg)

ค่าเปอร์เซ็นต์การเป็นเม็ด คือ เป็นผลที่ได้จากการผลิตชีวมวลอัดเม็ดของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล ว่าในปริมาณชีวมวลที่ป้อนเข้าไปสามารถผลิตออกมาเป็นเม็ดชีวมวลได้ในปริมาณเท่าไหร่ โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่ออกมา

3.4.3 การหาค่าความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล

โดยพิจารณาจากสมการ

$$\rho = \frac{m}{v} \tag{3.3}$$

เมื่อ

ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ (kg/m^3)

m คือ มวลวัตถุ (kg)

v คือ ปริมาตรของวัตถุ (m^3) ปริมาตรทรงกระบอก หาได้จาก $v = \pi r^2 h$

ความหนาแน่นเป็นปัจจัยสำคัญในแง่ของค่าการขนส่งและค่าการเก็บรักษา ความหนาแน่นนั้นเป็นข้อมูลที่สำคัญในการออกแบบขนาดที่เก็บชีวมวลให้เหมาะสมและเพียงพอต่อความต้องการชีวมวลในกระบวนการต่างๆชีวมวลบางชนิด เช่น แกลบ จะมีความหนาแน่นน้อยจึงมีปัญหาในการขนส่ง แนวทางแก้ไขแนวทางหนึ่งคือ การอัดชีมวลให้เป็นก้อนเล็ก ๆ การอัดจะเป็นการเพิ่มความหนาแน่นซึ่งสามารถลดปัญหาค่าขนส่งและขนาดของที่เก็บรักษาไว้ได้

3.4.4 อัตราการขยายตัว (Expansion ratio)

คำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดที่ขยายตัวขึ้นเมื่อหลุดออกจากแม่พิมพ์ ดังสมการ

$$\mathrm{E_r} = \frac{\mathrm{d^2}}{\mathrm{D^2}} \tag{3.4}$$

เมื่อ

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ด (mm)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของแม่แบบ *(mm)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการขยายตัว คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชีวมวลอัดเม็ดที่เพิ่มขึ้น ซึ่งได้รับความร้อนมาจากการเสียดสีของชีวมวลกับแม่พิมพ์ มีความสำคัญ ซึ่งสามารถทราบผลของการขยายตัวของแต่ละความชื้นที่ทำการทดลอง เพื่อที่จะพัฒนาชุดอัดเม็ดชีวมวลได้ต่อไป

3.4.5 การหาค่าต้านทานแรงกดอัด (Compressive Strength)

คำนวณได้จากสมการ

$$\sigma = \frac{2F}{\pi Dh} \tag{3.5}$$

เมื่อ

σ คือ ความต้านทานแรงกดอัด มีหน่วยเป็น (MPa)

F คือ แรงสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงกดอัด มีหน่วยเป็น (N)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเม็ด มีหน่วยเป็น (m)

h คือ ความสูงของเม็ด มีหน่วยเป็น (m)

ค่าต้านทานแรงกดอัด คือ ผลของการที่ชีวมวลอัดเม็ดสามารถรับแรงกดได้ในแนวดิ่ง ซึ่งมีความสำคัญคือ สามารถทราบได้ถึงความแข็งแรงของชีวมวลอัดเม็ด ที่สามารถรับแรงได้ เพราะอาจเกิดแรงสั้นสะเทือนที่เกิดจากการขนส่งชีวมวลอัดเม็ดได้ จึงจำเป็นที่จะต้องทราบว่าชีวมวลอัดเม็ดที่ได้ผลิตออกมานั้นสามารถรับแรงได้เท่าไร

3.4.6 การหาค่าพลังงานที่เครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลใช้ (Energy consumption)

คำนวณได้จากสมการ

$$\text{Power} = E_a - E_b \tag{3.6}$$

เมื่อ

E_a คือ ค่าพลังงานก่อนบดและอัดเม็ด มีหน่วยเป็น (kW)

E_b คือ ค่าพลังงานหลังบดและอัดเม็ด มีหน่วยเป็น (kW)

ค่าพลังงานที่เครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลใช้ คือ ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลใช้ในการผลิตชีวมวลอัดเม็ด โดยคิดเป็นเวลา 1ชั่วโมง มีความสำคัญคือสามารถทราบการใช้พลังงานไฟฟ้าไปในปริมาณเท่าไหร่ และยังสามารถนำมาคิดเป็นต้นทุนค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายในแต่ละเดือนได้อีกด้วย

3.4.7 การหาประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล (Efficiency)

โดยคำนวณได้จากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Efficiency} = \frac{output}{input} \times 100 \quad (3.7)$$

เมื่อ

Efficiency	คือ	ประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล(%)
input	คือ	ชีวมวลที่เข้าเครื่อง (kg)
Output	คือ	ชีวมวลออกจากเครื่อง (kg)

ประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลมีความสำคัญ คือ ทำให้ทราบได้ถึงความสามารถในการทำงานของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล โดยสามารถคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของชีวมวลที่ผลิตออกมาได้ เพื่อนำผลมาเปรียบเทียบกับผลของเครื่องก่อนที่พัฒนาแล้วสามารถนำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไปได้

3.5 การทดสอบหาค่าคุณสมบัติของชีวมวล

3.5.1 การหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของเม็ดชีวมวล (Length and Diameter Pellet)

มีขั้นตอนดังนี้

1. การหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ด ทำการสุ่มเลือกเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมา 10 เม็ด จากตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทดสอบในแต่ละความชื้นวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดแต่ละเม็ดด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

2. การหาความยาวของเชื้อเพลิงอัดเม็ด ทำการสุ่มเลือกเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมา 10 เม็ด จากตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทดสอบในแต่ละความชื้น วัดความยาวเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดแต่ละเม็ดด้วยเวอร์เนียร์คาลิเปอร์

3.5.2 อัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล (Expantion ratio)

มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมา 10 เม็ด จากตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทดสอบในแต่ละความชื้น
2. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล
3. คำนวณหาอัตราการขยายตัว จากสมการที่ (3.4)

3.5.3 การหาค่าปริมาณความชื้นของเม็ดชีวมวล ตามมาตรฐาน ASTM D3173

มีขั้นตอนดังนี้

1.เตรียมตัวอย่างชีวมวลอัดเม็ดมา 200 g

2.นำตัวอย่างที่เตรียมไว้เข้าตู้อบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำออกมาชั่งน้ำหนักหลังจากออกจากตู้อบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แล้วนำข้อมูลไปคำนวณหาค่าความชื้น จากสมการที่ (3.1)

รูปที่ 3.12 ตู้อบลมร้อน

3.5.4 การหาค่าความหนาแน่นของเม็ด (Pellets density) DIN 51731 (≥1,000 kg/m^3)

มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มเลือกเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมา 3 เม็ด จากตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทดสอบในแต่ละความชื้น
2. นำเม็ดชีวมวล 1 เม็ดมาวัดความยาว
3. ชั่งน้ำหนักเม็ดด้วยตาชั่งดิจิตอล
4. คำนวณหาค่าความหนาแน่นของเม็ด ที่ได้จากสมการ(3.3)

รูปที่ 3.13 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง

3.5.5 การหาค่าความต้านทานแรงกดอัด (Compressive Strength)

มีขั้นตอนดังนี้

1. สุ่มเลือกเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดมา 3 เม็ด จากตัวอย่างเชื้อเพลิงชีวมวลอัดเม็ดที่ทดสอบในแต่ละความชื้น
2. นำเม็ดชีวมวล 1 เม็ดไปทำการทดสอบด้วยเครื่อง Texture analysis ทำซ้ำจนครบ 3 ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. บันทึกค่าแรงสูงสุดที่ใช้ในการทดสอบกำลังรับแรงกดอัดที่ได้จากเครื่อง Texture analysis
4. คำนวณหาค่าความต้านทานแรงกดอัดที่ได้จากสมการ (3.5)

รูปที่ 3.14 เครื่อง Texture analysis

3.5.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด

มีขั้นตอนดังนี้

1. ชั่งน้ำหนักชีวมวลตั้งต้นก่อนเข้าเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล
2. นำชีวมวลที่ชั่งแล้วมาเข้าเครื่องอัดและบดเม็ดแล้วนำมาอบเพื่อไล่ความชื้นที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
3. นำมาร่อนเพื่อแยกเศษผงกับเม็ดชีวมวลออกจากกัน
4. ชั่งน้ำหนักเม็ดชีวมวลที่ได้
5. คำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด จากสมการที่ (3.2)

3.5.7 การหาค่าพลังงานที่ใช้ในการบดย่อยชีวมวล (Energy consumption)

มีขั้นตอนดังนี้

1. บันทึกค่าพลังงานก่อนเปิดเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล
2. บันทึกพลังงานขณะเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลทำงาน
3. คำนวณหาค่าพลังงานที่ใช้ จากสมการที่ (3.6)

3.5.8 การหาประสิทธิภาพของเครื่องบัดและอัดเม็ดชีวมวล (Efficiency)

มีขั้นตอนดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ชั่งน้ำหนักชีวมวลก่อนเข้าเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล
2. ชั่งน้ำหนักชีวมวลหลังเข้าเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล
3. ทำซ้ำกัน 3 ครั้ง ครั้งล่ะ 1 kg
4. คำนวณหาประสิทธิภาพของเครื่อง จากสมการที่ (3.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดลองเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ จากใบยางพารา โดยจะเก็บข้อมูลการทดลองจากกระบวนการบดย่อยและอัดเม็ดดังนี้ ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง ความชื้นของเม็ดชีวมวล ความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล ความยาวของเม็ดชีวมวล เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล ค่าความต้านทานแรงกด เปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด อัตราการขยายตัว ปริมาณการใช้พลังงานในการบดและอัด และหาประสิทธิภาพของเครื่องบดอัดเม็ดชีวมวลด้วยชุดกำเนิดละอองน้ำ

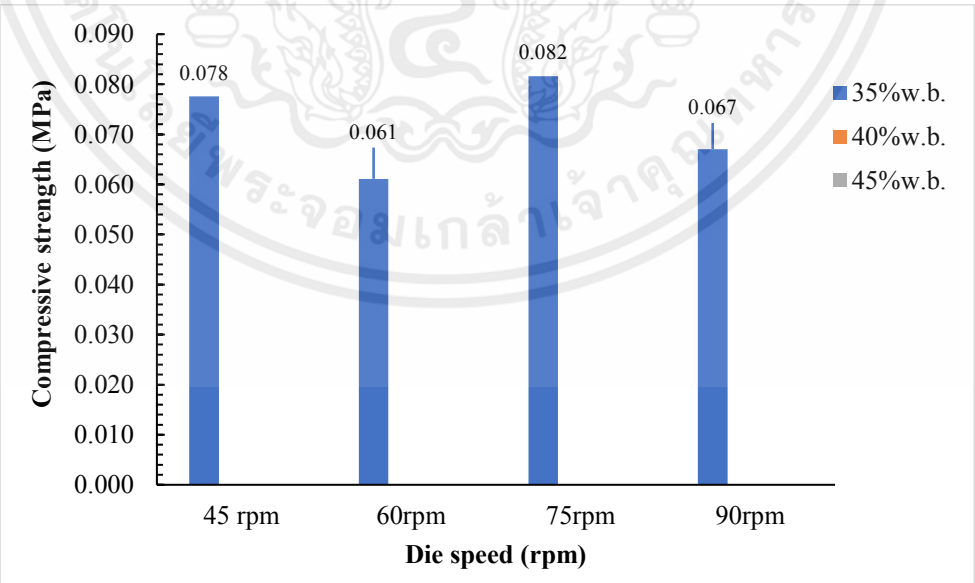
4.1 ลักษณะทางกายภาพของเม็ดชีวมวล

ในการทดลองชีวมวลอัดเม็ดที่ได้ทำการทดลอง จะใช้ตัวแปรที่สำคัญในการอัดเป็นเม็ด คือ ความชื้นที่ใส่เข้าไปผสมกับชีวมวลอัดเม็ด และความเร็วรอบ ซึ่งได้ใช้ความเร็วรอบในการเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของเม็ดชีวมวล

โดยลักษณะของเม็ดชีวมวลจะบ่งบอกถึงคุณสมบัติของเม็ดชีวมวล ซึ่งจากการทดลองจะกำหนดค่าความชื้นตั้งต้นไว้ที่ 35 40 และ45 %. และที่ความเร็วรอบในการอัดเม็ด 45 60 75 และ 90 rpm จะได้ลักษณะของเม็ดชีวมวลดังในตารางที่ 4.1

4.2 ค่าความต้านทานแรงกด

ค่าความต้านทานแรงกด เป็นค่าความสามารถของเม็ดชีวมวลที่สามารถรับแรงกดในแนวดิ่ง โดยความชื้นที่มีผลต่อค่าความต้านทานแรงกดอัดของเม็ดชีวมวล แสดงดังรูปที่ 4.1



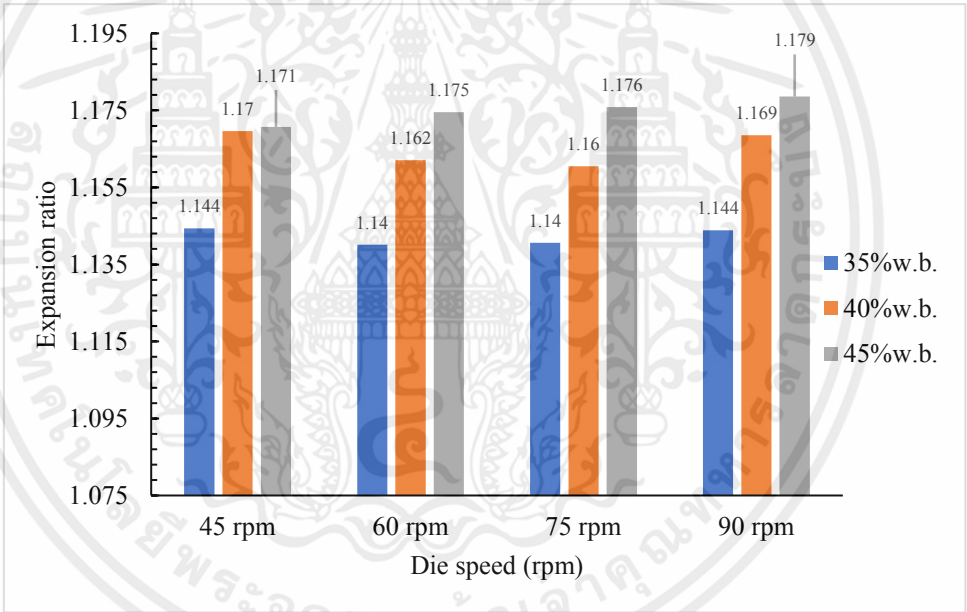
รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดอัดของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานแรงกดอัดของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้นพบว่า เมื่อทดสอบแรงกดอัดของเม็ดชีวมวลโดยใช้เครื่อง Texture analysis ความแข็งแรงของเม็ดชีวมวลที่มีความแข็งแรงมากที่สุด คือความชื้นตั้งต้นที่ 35%w เนื่องจากชีวมวลจับตัวกันได้ดี มีความชื้นที่เหมาะสม โดยที่เมื่อมีความชื้นอยู่มาก เมื่อนำเม็ดชีวมวลไปตากจนแห้ง ความชื้นที่เคยอยู่ก่อนหน้านี้ก็ได้ระเหยออกไปด้วยความร้อน ทำให้เม็ดชีวมวลมีความหนาแน่นน้อยจึงมีความเปราะ จนทำให้รับแรงกดได้น้อย สำหรับความเร็วรอบในการอัดก็มีผลต่อค่าความต้านทานแรงกดด้วย จะพบว่าที่ความเร็วรอบ 75 rpm ที่ความชื้น 35 % จะให้ค่าความต้านทานแรงกดที่มากที่สุด

4.3 อัตราการขยายตัว

อัตราการขยายตัว คือ เมื่อเม็ดชีวมวลผ่านกระบวนการอัดเม็ด ซึ่งได้รับความร้อนจากการเสียดสีของชีวมวลกับแผ่นแม่พิมพ์ จะเกิดการขยายตัวขึ้น โดยความชื้นที่มีผลต่ออัตราการขยายตัวของชีวมวล แสดงในรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

จากรูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น พบว่าเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นอัตราการขยายตัวของชีวมวลอัดเม็ดก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วยโดยที่ความชื้น 35% จะมีการขยายตัวที่ต่ำ สำหรับความเร็วรอบในการอัดก็มีผลต่ออัตราการขยายตัวของชีวมวลอัดเม็ดด้วย ซึ่งที่ความเร็วรอบในการอัดเม็ดที่ 90 rpmจะมีอัตราการขยายตัวมากที่สุด เพราะว่าความร้อนที่เพิ่มขึ้นจากการเสียดสีของชีวมวลกับแม่พิมพ์ตามรอบของการอัดทำให้อัตราการขยายตัวเพิ่มขึ้นด้วย

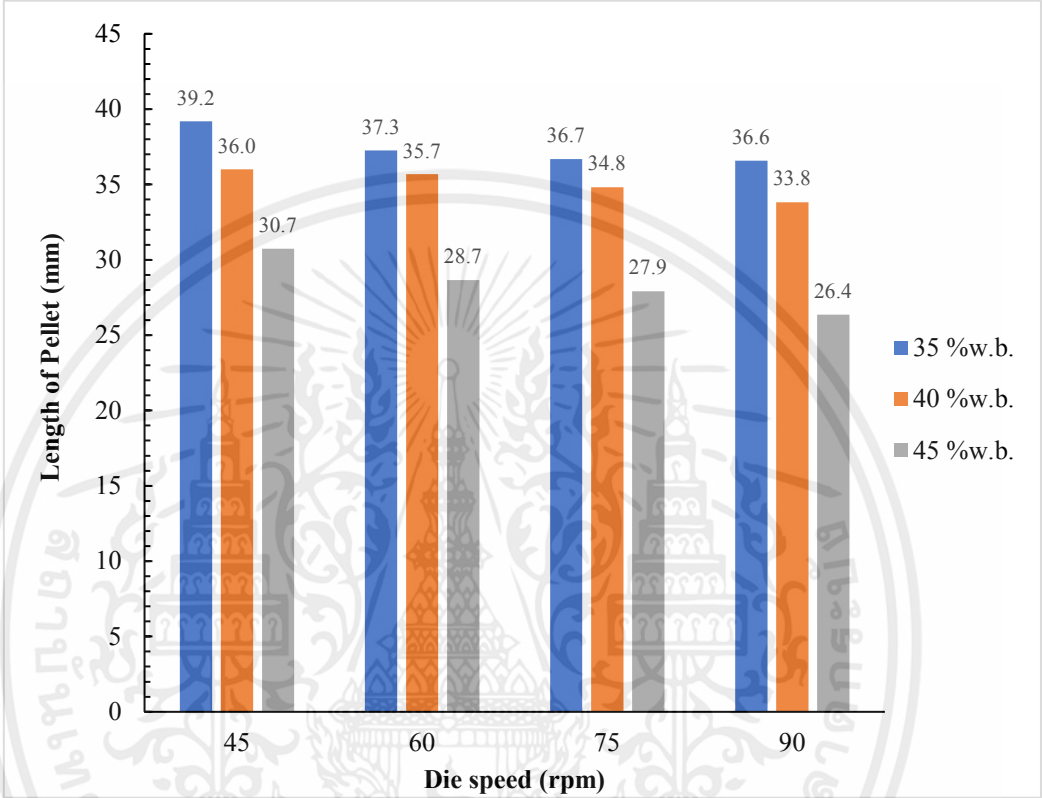
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเม็ดชีวมวล

biomass moisture (% w.b.)	Die speed (rpm)			
	45	60	75	90
35				
40				
45				

4.4 ความยาวของเม็ดชีวมวล

ความยาวของเม็ดชีวมวล เป็นหนึ่งในคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐาน มอก. 2772-2560 ที่ได้กำหนดให้มาตราฐานของความยาว ต้องอยู่ในช่วง 3.15 mm ถึง 40 mm โดยความชื้นที่มีผลต่อความยาวของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล แสดงดังรูปที่ 4.3



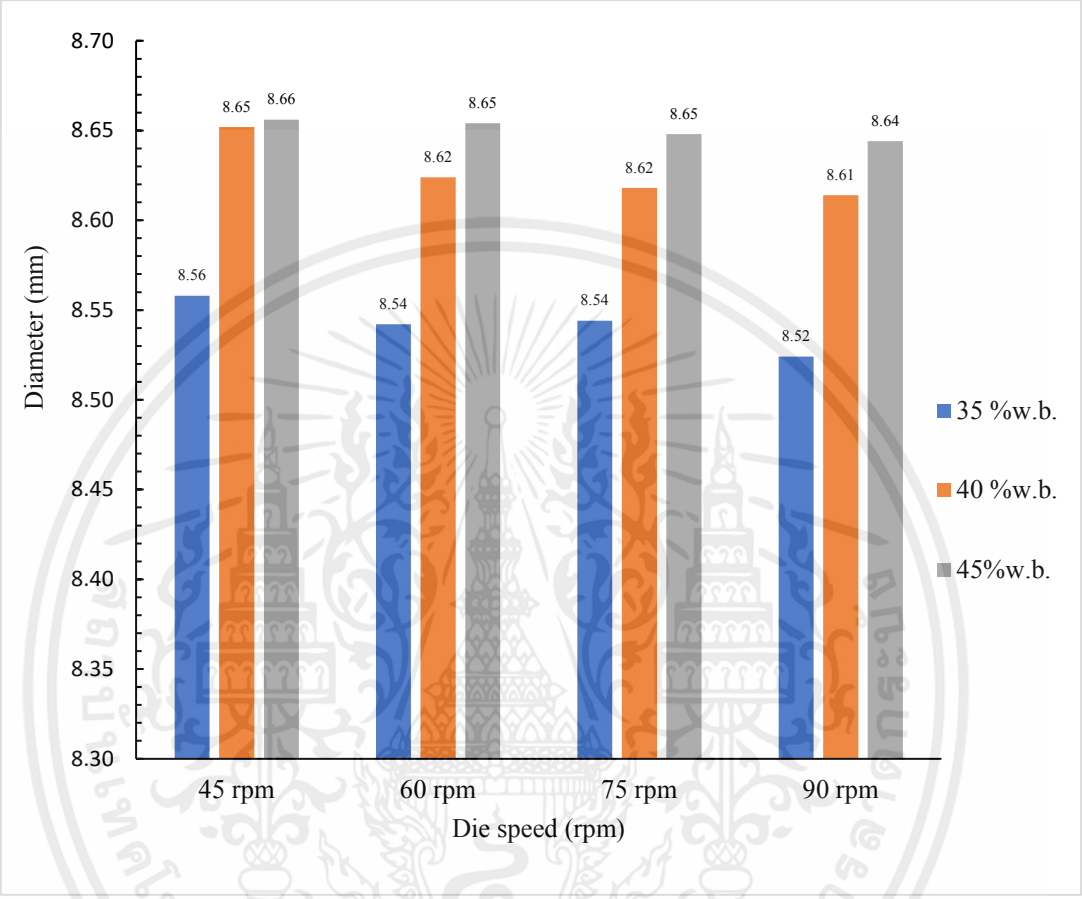
รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

จากรูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความยาวของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้นพบว่าความยาวของชีวมวลนั้นขึ้นอยู่กับความชื้นตั้งต้น สามารถเห็นได้ว่าความยาวของเม็ดชีวมวลที่ได้ออกมาทั้งหมดมีความยาวตามค่ามาตรฐานและมีลักษณะที่ตรง ไม่บิดงอโดยจะมีความยาวมากที่สุดที่ความชื้น 35%และจะลดลงไปเมื่อความชื้นตั้งต้นเพิ่มขึ้น เกิดจากเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นการเกาะตัวของชีวมวลจะลดลง ทำให้ความยาวลดลงไปด้วย สำหรับความเร็วรอบในการอัดก็มีผลต่อความยาวของชีวมวลอัดเม็ด เมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นความยาวของชีวมวลอัดเม็ดจะลดลง เกิดจากแรงเหวี่ยงของแม่พิมพ์ที่เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของแม่พิมพ์โดยที่ความเร็วรอบที่ 45 rpm มีความยาวมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล

เส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล เป็นหนึ่งในคุณสมบัติทางกายภาพตามมาตรฐาน มอก. 2772-2560 ที่ได้กำหนดให้มาตราฐานของเส้นผ่านศูนย์กลาง (8±1)mm โดยความชื้นที่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล แสดงดังรูปที่ 4.4



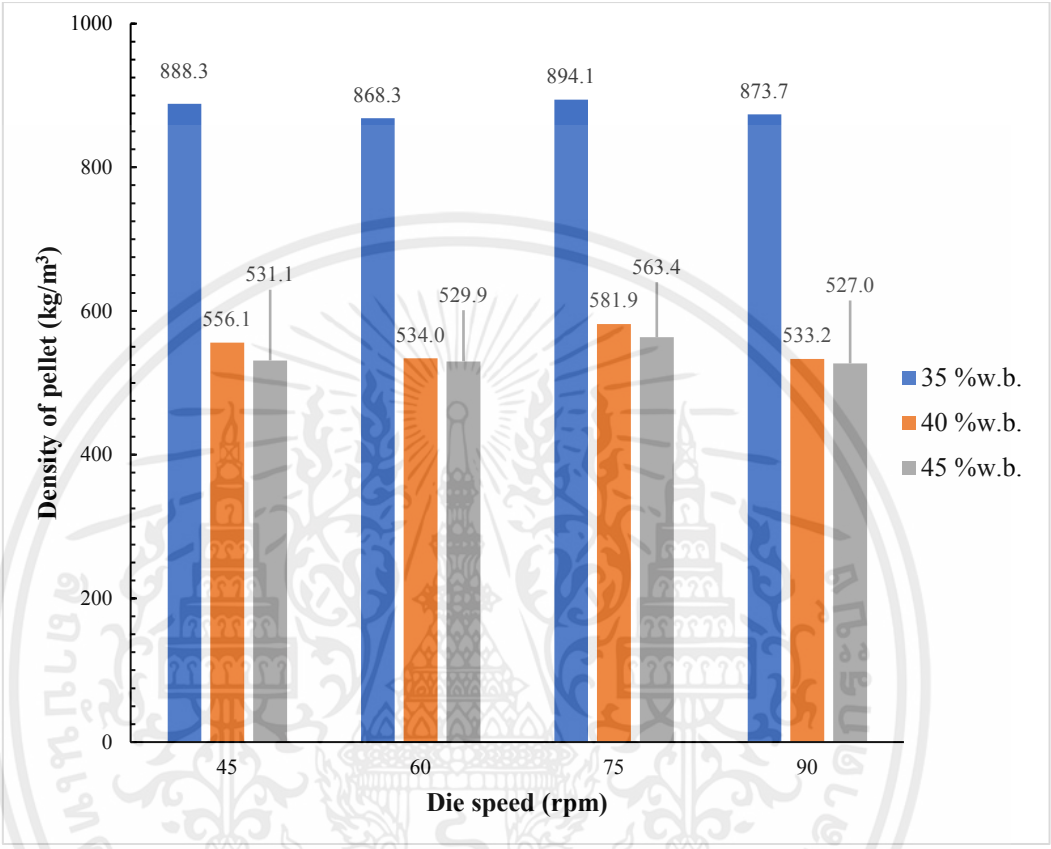
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวลกับความเร็วรอบความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

จากรูปที่ 4.4 การฟความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น พบว่าความชื้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของชีวมวลอัดเม็ดอยู่ในค่ามาตรฐานทั้งหมดและที่ความชื้น 35 % พบว่าเม็ดชีวมวลมีความเงางามมากกว่าที่ความชื้นอื่นๆ ไม่มีผิวที่ขรุขระทำให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยที่สุด โดยเมื่อความชื้นตั้งต้นเพิ่มขึ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจะที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย สำหรับความเร็วรอบก็มีผลต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่มากนักจะเห็นได้ว่าถึงความเร็วรอบของแม่พิมพ์จะเปลี่ยนไปแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางก็มีขนาดที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งที่ความเร็วรอบ 45 rpm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล

ความหนาแน่นของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล คือ มวลของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลที่มีมากหรือน้อย เมื่อเทียบกับปริมาตรของเม็ดนั้น ๆ โดยความชื้นที่มีผลต่อความหนาแน่นของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล ดังรูปที่ 4.5



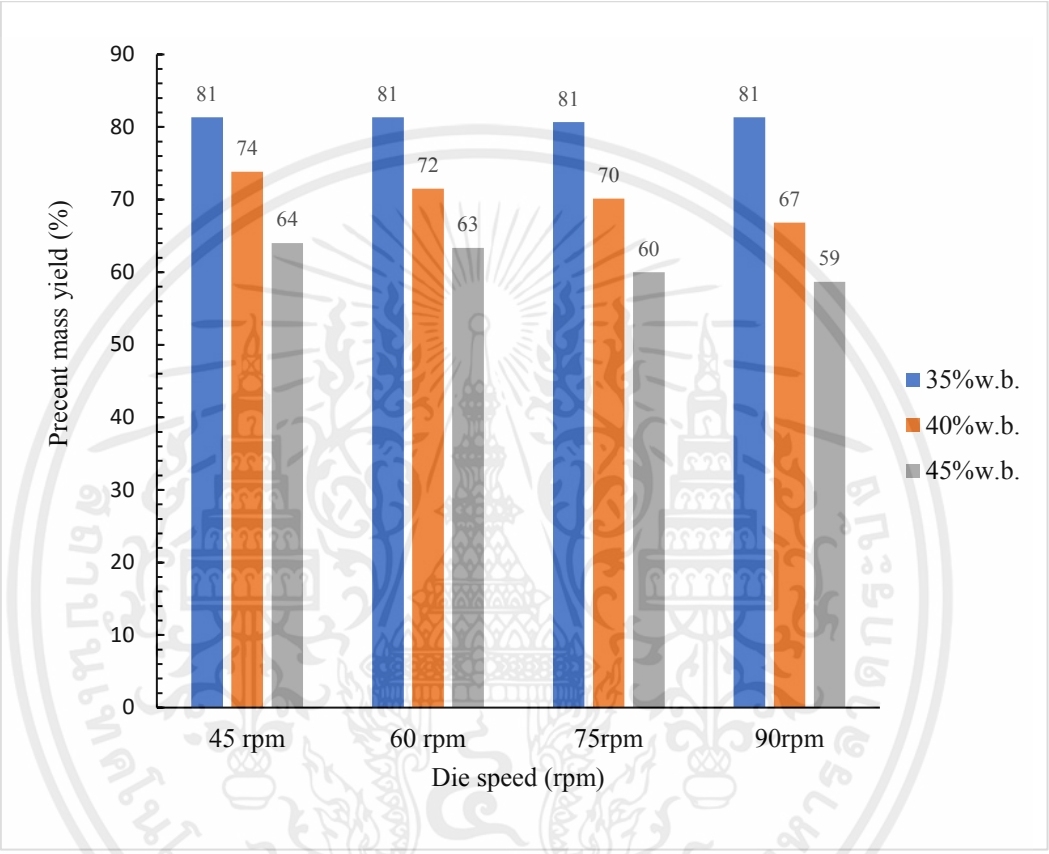
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

จากรูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล กับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้นพบว่าเมื่อความชื้นตั้งต้นเพิ่มขึ้น จะทำให้ความหนาแน่นของเม็ดชีวมวลลดลง และจากผลการทดลองความชื้นตั้งต้นที่ 35 % ทำให้ชีวมวลอัดเม็ดมีความหนาแน่นมากที่สุด สำหรับความเร็วรอบในการอัดก็มีผลต่อความหนาแน่นของชีวมวลอัดเม็ดที่ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งความเร็วรอบในการอัดเม็ดที่ 75 ให้ความหนาแน่นดีที่สุด สำหรับที่ความชื้นตั้งต้นที่ 40 กับ 45% จะพบว่ามีความหนาแน่นที่น้อยกว่าที่ 35% เกิดจากความชื้นที่มากเกินไปทำให้ชีวมวลจับตัวกันไม่แน่นและแตกหักง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด

ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด เป็นค่าความสามารถในการอัดเม็ดโดยขึ้นอยู่กับความชื้นชีวมวลและความเร็วรอบ ซึ่งจะมีผลต่อปริมาณของเม็ดชีวมวลที่ได้มาแต่จะไม่มีความเกี่ยวข้องกับคุณสมบัติทางกายภาพของเม็ดชีวมวล โดยความชื้นที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด แสดงดังรูปที่ 4.6



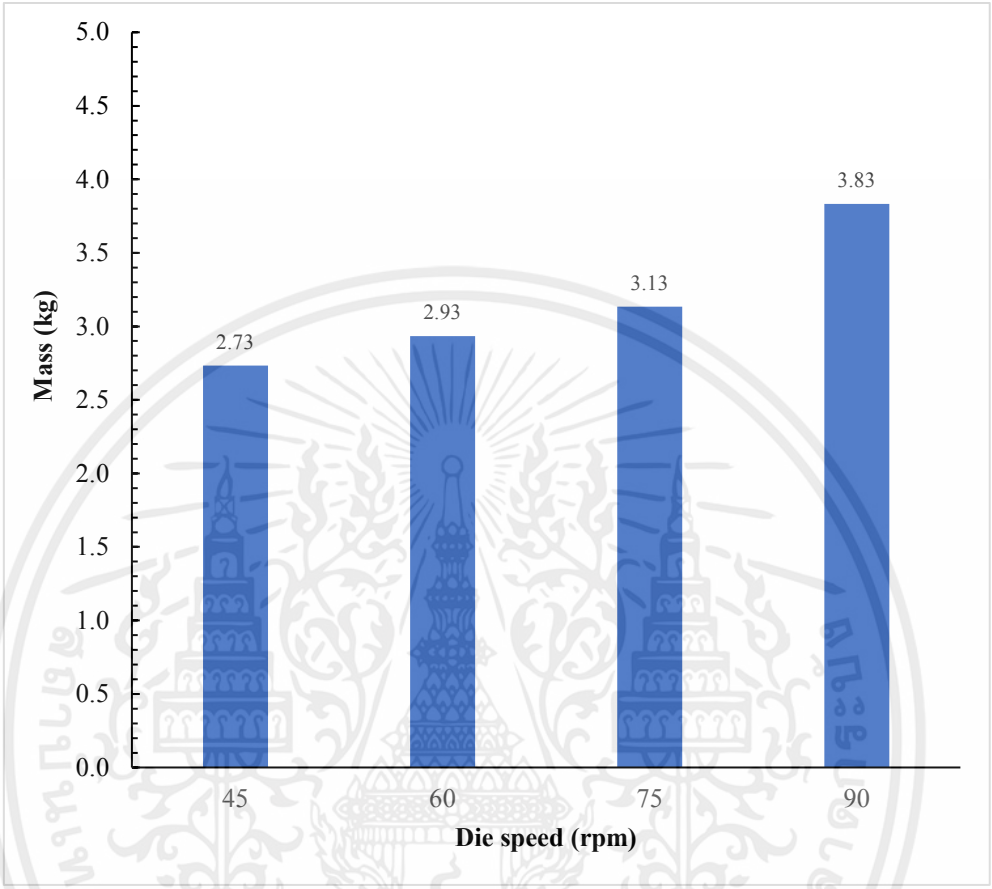
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดกับความเร็วรอบและความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น

จากรูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด กับความเร็วรอบ (rpm)และความชื้นตั้งต้นที่ได้จากชุดเพิ่มความชื้น พบว่าที่ เมื่อมีความชื้นที่มากเกินไปจะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดที่ลดลง เกิดจากชีวมวลที่มีความชื้นจะทำให้ค่าความหนาแน่นน้อย ทำให้อ่อนนิ่มและแตกหักง่าย และที่ความชื้นตั้งต้น 35 % มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดที่มากที่สุด สำหรับความเร็วรอบในการอัดก็มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยที่ความเร็วรอบที่90 rpm ที่ความชื้นตั้งต้น 45 % มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดที่น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง

การหาค่าน้ำหนักของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตเม็ดชีวมวลได้ใน 1 ชั่วโมง คือ ปริมาณชีวมวลที่ป้อนเข้าและปริมาณที่ออกมาที่ใน 1 ชั่วโมง ดังรูปที่ 4.7



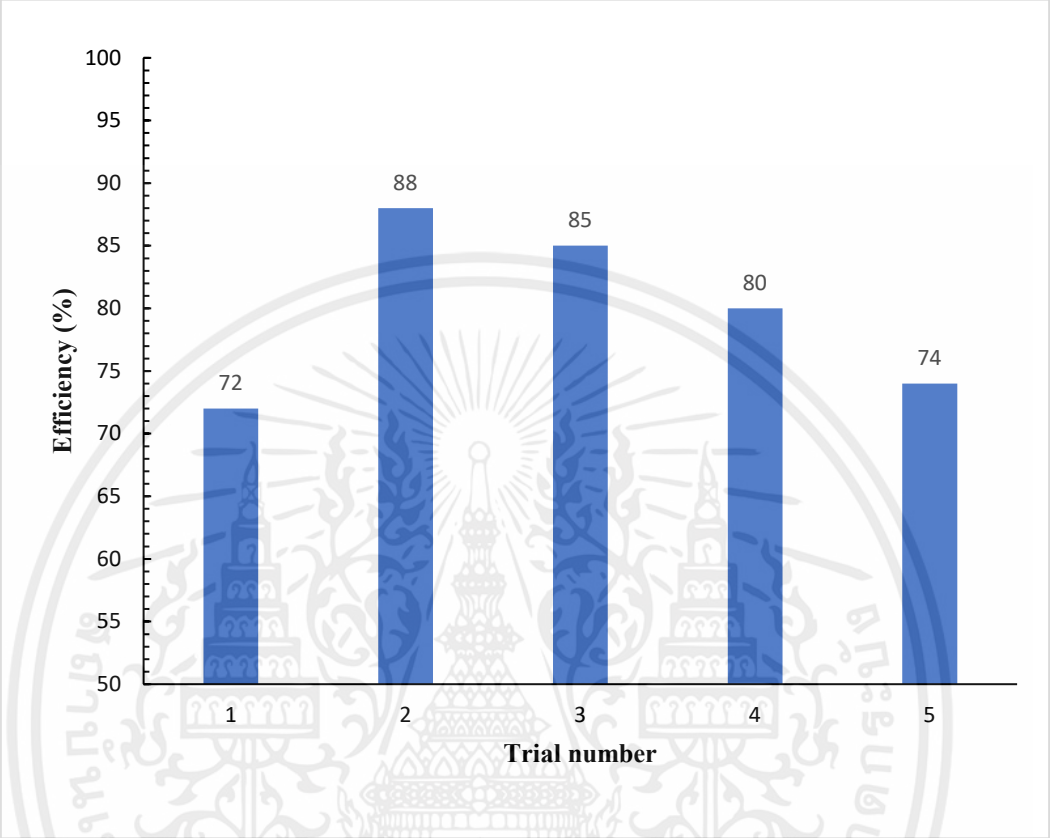
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตเม็ดชีวมวลได้ใน 1 ชั่วโมง กับ ความเร็วรอบในการอัดชีวมวล

จากรูปที่ 4.7 การฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าน้ำหนักของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลที่ผลิตเม็ดชีวมวลได้ใน 1 ชั่วโมง กับ ความเร็วรอบ พบว่า จากการนำใบยางแห้งมาเพิ่มความชื้นที่ 30 % มาทดลองโดยการที่จับเวลาแล้วนำใบยางมาทำการทดสองด้วยเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล จนครบเวลา 1 ชั่วโมง เมื่อความเร็วที่เพิ่มสูงขึ้นจะสามารถผลิตเม็ดชีวมวลได้เพิ่มมากขึ้น โดยที่ความเร็วรอบที่ 90 rpm จะสามารถผลิตได้อยู่ที่ประมาณ 3.83 kg ซึ่งเป็นรอบความเร็วรอบที่สามารถผลิตเม็ดชีวมวลได้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การหาประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

ประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล แสดงความสามารถในการเปลี่ยนชีวมวลที่ป้อนเข้ามาแล้วสามารถผลิตออกมาเป็นชีวมวลอัดเม็ด ดังรูปที่ 4.8



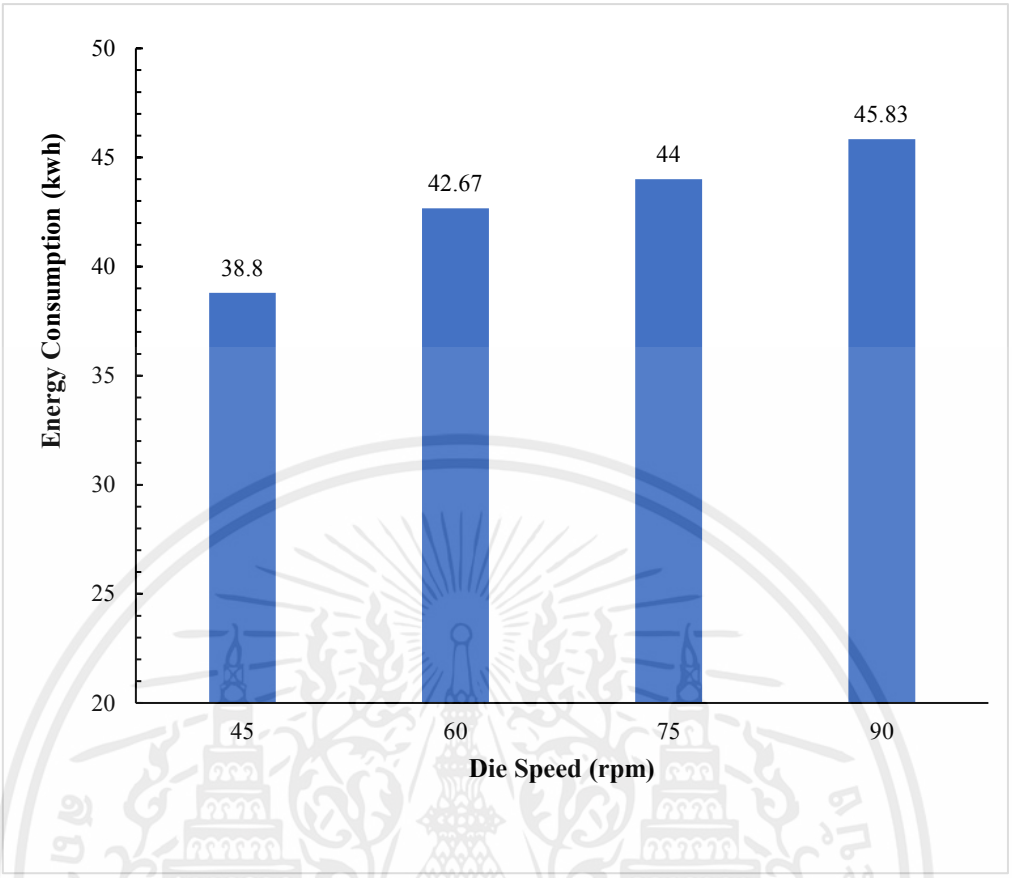
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องบดแลอัดเม็ดชีวมวล กับ จำนวนการทดลอง (ครั้ง)

จากรูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของเครื่องบดแลอัดเม็ดชีวมวล กับจำนวนการทดลอง (ครั้ง) โดยกำหนดการทดลองที่ความชื้นตั้งต้น 35 % ความเร็วรอบของการอัดที่ 75 rpm พบว่าการนำใบยางแห้งมาทดลองทั้งหมด 5 kg โดยทดลองครั้งล่ะ 1 kg ซึ่งในแต่ละครั้งจะมีปริมาณชีวมวลที่ออกมาจากเครื่องที่เฉลี่ยประมาณ 0.8 kg ส่วนปริมาณที่หายไปประมาณ 0.2 kg นั้นจะติดอยู่ทีผนังของชุดบดย่อย กับในถังผสมชีวมวลและยังมีบางส่วนที่เล็ดลอดออกไปบริเวณช่องโหว่ระหว่างชิ้นส่วนที่ประกบกับ

4.10 ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล

ปริมาณการใช้ฟฟ้าของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล คือ ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล โดยเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าในแต่ละความเร็วรอบ ดังรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานในการบดย่อยกับความเร็วรอบ

จากรูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานในการบดย่อยกับความเร็วรอบ พบว่าในการใช้เครื่องมือวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้าที่เรียกว่า “คลิปแอมป์”วัดขณะที่ใช้งานเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล ที่ทดลองรอบความเร็วทั้ง 4 ความเร็วรอบนั้น เมื่อใช้ความเร็วรอบที่ต่ำจะมีปริมาณการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ แต่เมื่อในความเร็วรอบที่สูงขึ้นกำลังไฟฟ้าก็จะสูงขึ้นตามด้วย เช่นที่ ความเร็วรอบ 45 rpm จะใช้กำลังไฟอยู่ที่ 38.8 kwh และเมื่อเพิ่มความเร็วรอบไปที่ 90 rpm กำลังไฟที่ใช้จะอยู่ที่ 45.83 kwh และปริมาณการใช้ไฟฟ้าของชุดเพิ่มความชื้นจะอยู่ที่ 0.138 kwh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. หลังจากได้ออกแบบและพัฒนาในส่วนของชุดเพิ่มความชื้นชีวมวลใบยางพารา พบว่าสามารถที่ใช้เครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวลได้อย่างสะดวกขึ้น และสามารถเพิ่มปริมาณในการผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากใบยางพาราได้ดีกว่าเก่าจากเครื่องที่ก่อนพัฒนาประมาณ 30 kg.

2.ในการทดลองชีวมวลอัดเม็ด มีตัวแปรในการในการอัดขึ้นรูปของเม็ดชีวมวล โดยมีความชื้นตั้งต้น ความเร็วรอบในการอัดเม็ด ซึ่งส่งผลให้เม็ดชีวมวลมีลักษณะทางกายภาพที่แตกต่างกันออกไป แต่ที่ส่งผลมากที่สุดคือความชื้นตั้งต้น โดยหากที่ความชื้นมากไปก็จะมีผลต่อคุณสมบัติของเม็ดชีวมวล หรือที่น้อยไปก็ส่งผลต่อคุณสมบัติของเม็ดชีวมวลเหมือนกัน

3. เงื่อนไขที่ดีที่สุดในการผลิตชีวมวลอัดเม็ดจากใบยางพาราแห้ง โดยชุดเพิ่มความชื้นคือที่ความชื้นตั้งต้น 35% และความเร็วรอบอยู่ที่ 75-90 rpm ซึ่งตัวแปรที่ได้กล่าวมานั้นจะมีผลต่อปริมาณการผลิตชีวมวลอัดเม็ด ค่าความแข็งแรง ความยาวของเม็ด และรูปพรรณของเม็ดชีวมวล และเมื่อทดสอบคุณสมบัติของเม็ดชีวมวลแล้วทำให้ทราบว่า คุณสมบัติของเม็ดชีวมวลเกือบทั้งหมดมีคุณภาพต่ำกว่าคุณสมบัติจากเครื่องเดิม

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ควรปรับปรุงชุดแม่พิมพ์อัดชีวมวลใหม่ เพราะเมื่ออัดเม็ดชีวมวลแล้วยังมีเศษชีวมวลเหลืออยู่บริเวณแม่พิมพ์

2. ควรนำเม็ดชีวมวลที่ได้จากเครื่องอัดเม็ด แล้วนำมาตากแดดให้แห้งสนิทก่อนที่จะนำไปทดสอบ เพราะหากยังมีความชื้นที่มากไป จะทำให้เม็ดชีวมวลขึ้นราได้

3. ก่อนจะนำใบยางพาราเข้าไปบดควรคัดแต่ใบยางพาราก่อน เพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอม เช่น ลูกหิน หรือเปลือกลูกยาง เข้าไปเพราะอาจทำให้ใบย่อยสึกหรอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] นาย กฤษกร รับสมบัติ **การเพิ่มประสิทธิภาพการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเปลือกไม้ยูคาลิปตัส.** สำหรับเครื่องกำเนิดไอน้ำโดยการเพิ่มความหนาแน่นของเชื้อเพลิง

[2] Issue Date: 2555 Publisher: **สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร**.สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

[3]นาย ณัฐพงษ์ ประภาการ **การผลิตเชื้อเพลงชีวมวลคุณภาพสูงโดยใช้กระบวนการทอริแฟคชั่น 2558.**

[4] นาย บุญธง วสุริย์ **ระบบตรวจวัดความชื้นแบบรวดเร็วบนสายการผลิตชีวมวลอัดเม็ด**. มหาวิทยาลัยราชภัฏออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดความชื้นแบบรวดเร็วบนสายการผลิตชีวมวลอัดเม็ด 2019

[5] สมศักดิ์ อิทธิโสภณกุล, นักวิจัย ฉันทิพย์ สกุลเขมฤทัย, นักวิจัย มนทิพย์ ล้อสุริยนต์, นักวิจัย การศึกษา **ศักยภาพการใช้เศษพืชเหลือใช้จากงานเกษตรกรรมสำหรับการผลิตเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล**: รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

[6] ศิริชัย ต่อสกุล และคณะ **ได้ศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องอัดเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวลด้วยระบบดายอัด**.โดยเลือกใช้ชีวมวลจากภาคการเกษตรเช่น แกรบ ใบอ้อย ซังข้าวโพด เป็นต้น และทำ การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล ได้แก่ ความหนาแน่นเม็ดความหนาแน่นรวม และความทนทานของเม็ดเชื้อเพลิงชีวมวล

[7] นฤภัทร ดั่งนกเวรกูล **การผลิตแห่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรม** การเกษตร เช่น ไม้พื้น แกรบ ชานอ้อยเป็นต้น มาผลิตเป็นแท่งเชื้อเพลิงโดยกระบวนการสับย่อย และเพิ่มดาบอนจนกลายเป็นแท่งเชื้อเพลิงที่ ในภาคอุตสาหกรรมภาวน กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานและสจล.

[8] **การสาธิตการใช้เชื้อเพลิงอัดเม็ดในหม้อไอน้ำขนาดเล็กเพื่อพลังงานทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิลในภาคอุตสาหกรรม.** โดยได้ ทำการเปลี่ยนหัวเผาในหม้อไอน้ำเพื่อใช้เชื้อเพลิงชีวมวลที่เหลือจากภาคการเกษตรเช่น แกลบ ซึ่ง ข้าวโพด ชานอ้อย เป็นต้น จะใช้กับหม้อไอน้ำขนาดไม่เกิน 10 ตัน

[9] อุกฤษฎ์ คงบ้านควน และคณะ **เครื่องผลิตอาหารปลากะพงอัดเม็ดจาก วัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร**. ได้ทำการออกแบบเครื่องผลิตอาหารปลากะพงอัดเม็ดจากเศษวัสดุเหลือทั้งจากการเกษตร เช่น เปลือก ถั่ว ต้น กล้วย เป็นต้น

[10] ลดาวัลย์ วัฒนะจีระ และคนอื่นๆ. (2559). การพัฒนาก้อนเชื้อเพลิงชีวมวลจากเศษฟางข้าวผสมเศษลำไยเหลือทิ้ง. **วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.**, *39*(2), 239-255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] ธนาพล ตันติสัตยกุล และคนอื่นๆ. (2558). การศึกษาความเหมาะสมการผลิตเชื้อเพลิงชีวมวลอัดแท่งจากเปลือกสับปะรด. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี,** 23(5), 754-773

[12]พัชราภรณ์ สมดีและคนอื่นๆ. (2559). การตรวจสอบคุณสมบัติของถ่านอัดแท่งไร้ควันเมื่อเติมตัวประสานจากขยะพลาสติกพอลิสไตรีนและพอลิโพรพิลีน. **วารสารวิจัย มทร.ตะวันออก**, 9(1),61-67.

[13] ชลลดา ไร่ขาม และคนอื่น ๆ (2560: หน้า 79-90) ได้ศึกษา **อิทธิพลของอัตราส่วนกากน้ำตาลที่มีผลต่อคุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้จากเปลือกมังคุดและเงาะ.** มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณ์

[14] characteristics of briquettes. **Journal of Physics: Conference Series**. 1517. 1-6. Fikri, E.; & Sartika, C. (2018). Study on the Use and Composition of Bio-Charcoal Briquettes Made of Organic Waste. **Journal of Ecological Engineering.** 19(2). 81-88. Pongsak Jittabut. (2015). Physical and Thermal Properties of Briquette Fuels from Rice

[15] การเลือกใช้ปั๊มน้ำ .แหล่งเข้าถึง https://industrypro.co.th/about-water-pump/

[16] การเลือกใช้ท่อ PE ให้เหมาะสมกับงาน แหล่งที่มา https://www.hiachet.com/AD-pe/

[17] การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้า แหล่งที่มา https://industrypro.co.th/motor/

[18] การเลือกใช้ไทม์เมอร์ แหล่งที่มา http://jwtech.co.th/activity/?p=1512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การพัฒนาเครื่องและวิธีการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.1 จัดเตรียมชีวมวล

รูปที่ ก.2 ใช้กาวซิลิโคน ปิดช่องว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.3 ยึดชิ้นส่วนที่มีเสียงดังให้แน่นขึ้น

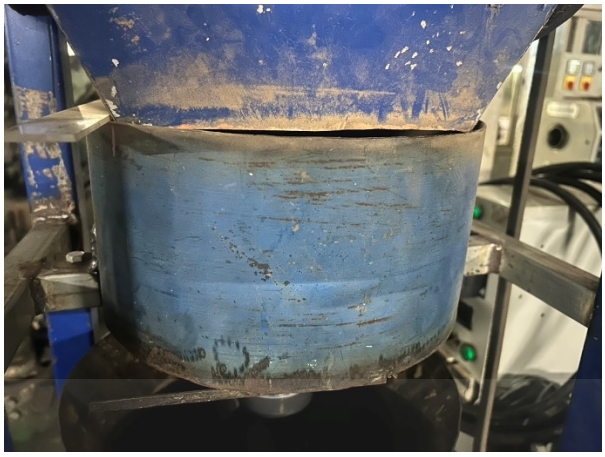
รูปที่ ก.4 ทำการขัดและปรับตำแหน่งของชุดแม่พิมพ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.5 ใส่ตัวควบคุมชุดเพิ่มความชื้น

รูปที่ ก.6 ถังสำหรับใส่น้ำ และจุดที่ยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 ถังกวนชีวมวล

รูปที่ ก.8 ใบกวนชีวมวล

รูปที่ ก.9 ถังกวนชีวมวล และมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 ค่าความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล (kg/m^3)

ความชื้น(% w.b.)	ค่าความหนาแน่นของเม็ดชีวมวล (kg/m^3)			
	Speed 45 rpm	Speed 60 rpm	Speed 75 rpm	Speed 90 rpm
35	979.034	954.65	807.689	988.968
	823.144	841.021	945.118	840.768
	862.814	809.109	929.405	791.459
40	551.691	539.469	467.915	517.624
	511.938	513.564	627.110	619.792
	604.672	549.034	650.731	462.232
45	541.703	466.845	583.755	505.131
	548.494	554.639	552.416	551.887
	503.106	568.1899	554.004	524.033

ตารางที่ ข.2 ค่าความต้านทานแรงกด (MPa)

ความชื้น(%)	ค่าความต้านทานแรงกด (MPa)			
	45 rpm	60rpm	75rpm	90rpm
35	0.064	0.059	0.084	0.075
	0.097	0.063	0.069	0.054
	0.071	0.062	0.091	0.072
40	0.053	0.062	0.058	0.057
	0.070	0.047	0.052	0.058
	0.086	0.067	0.080	0.076
45	0.064	0.055	0.038	0.038
	0.055	0.079	0.056	0.064
	0.050	0.027	0.039	0.051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.3 ความยาวของเม็ดชีวมวล (mm)

ความชื้น (%w.b.)	ความยาวของเม็ดชีวมวล (mm)			
	Speed 45 rpm	Speed 60 rpm	Speed 75 rpm	Speed 90 rpm
35	40.84	38.42	32.76	36.48
	40.56	36.64	38.74	35.42
	38.54	37.82	35.9	36.84
	36.54	35.42	36.62	35.56
	37.54	36.48	32.42	37.62
	38.62	36.52	36.48	35.64
	38.54	35.48	33.92	34.52
	39.42	34.63	40.92	39.1
	40.51	40.46	30.52	40.12
	40.82	40.82	39.60	40.5
40	32.64	31.52	25.80	36.8
	34.42	34.60	28.96	34.7
	36.32	35.54	30.76	38.7
	32.72	34.32	27.26	40.12
	37.33	36.74	29.42	40.04
	35.42	38.34	29.92	35.42
	36.40	32.42	30.28	36.48
	33.68	33.88	27.78	38.42
	34.5	39.34	27.94	33.86
	36.6	40.10	30.12	32.72
45	32.42	25.64	24.94	22.68
	24.62	28.72	24.84	24.84
	32.30	26.30	30.06	25.92
	26.42	30.12	29	28.84
	29.588	32.4	29.80	26.52
	32.40	26.14	26.12	28.64
	30.32	29.42	27.16	29.42
	32.42	30.14	30.90	26.52
	34.68	28.76	25.80	24.78
	32.30	28.92	30.62	25.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล (mm)

ความชื้น(% w.b.)	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเม็ดชีวมวล (mm)			
	Speed 45 rpm	Speed 60 rpm	Speed 75 rpm	Speed 90 rpm
35	8.56	8.62	8.56	8.54
	8.56	8.66	8.56	8.64
	8.52	8.54	5.52	8.52
	8.58	8.56	8.48	8.52
	8.54	8.48	8.44	8.48
	8.56	8.48	8.56	8.58
	8.6	8.52	8.6	8.56
	8.52	8.48	8.52	8.44
	8.58	8.52	8.58	8.48
	8.56	8.56	8.56	8.48
40	8.62	8.64	8.62	8.64
	8.64	8.66	8.64	8.62
	8.84	8.66	8.84	8.82
	8.8	8.8	8.8	8.58
	8.52	8.56	8.52	8.54
	8.62	8.76	8.62	8.54
	8.68	8.62	8.68	8.8
	8.7	8.54	8.7	8.56
	8.46	8.48	8.46	8.76
	8.64	8.52	8.64	8.62
45	8.78	8.44	8.78	8.42
	8.7	8.68	8.7	8.7
	8.52	8.62	8.52	8.54
	8.72	8.56	8.72	8.7
	8.68	8.66	8.68	8.64
	8.4	8.8	8.4	8.7
	8.72	8.72	8.72	8.58
	8.66	8.68	8.66	8.64
	8.64	8.62	8.64	8.68
	8.74	8.76	8.74	8.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 อัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล

ความชื้น(% w.b.)	อัตราการขยายตัวของเม็ดชีวมวล			
	Speed 45 rpm	Speed 60 rpm	Speed 75 rpm	Speed 90 rpm
35	1.145	1.161	1.113	1.140
	1.145	1.172	1.145	1.166
	1.134	1.140	1.156	1.134
	1.150	1.145	1.124	1.134
	1.140	1.124	1.134	1.124
	1.145	1.124	1.140	1.150
	1.156	1.134	1.124	1.145
	1.134	1.124	1.161	1.113
	1.150	1.134	1.172	1.124
	1.145	1.145	1.140	1.124
40	1.161	1.166	1.161	1.166
	1.166	1.172	1.172	1.161
	1.221	1.172	1.140	1.216
	1.210	1.210	1.124	1.150
	1.134	1.145	1.166	1.140
	1.161	1.199	1.172	1.140
	1.177	1.161	1.172	1.210
	1.183	1.140	1.199	1.145
	1.118	1.124	1.161	1.199
	1.166	1.134	1.140	1.161
45	1.205	1.113	1.161	1.108
	1.183	1.177	1.145	1.183
	1.134	1.161	1.172	1.140
	1.188	1.145	1.118	1.183
	1.177	1.172	1.140	1.166
	1.103	1.210	1.161	1.183
	1.188	1.188	1.216	1.150
	1.172	1.177	1.210	1.166
	1.166	1.161	1.188	1.177
	1.194	1.199	1.177	1.221

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ค่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ด

ความชื้นชีวมวล (%w.b.)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นเม็ดของเม็ดชีวมวล(%w.b.)			
	45 rpm	60 rpm	75rpm	90rpm
35	81	81	81	81
40	74	72	70	67
45	64	63	60	59

ตารางที่ ข.7 ค่าประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล (%)

ครั้งที่	ค่าประสิทธิภาพของเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล (%)
1	72
2	88
3	85
4	80
5	74

ตารางที่ ข.8 ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดละอัดเม็ดชีวมวลผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง

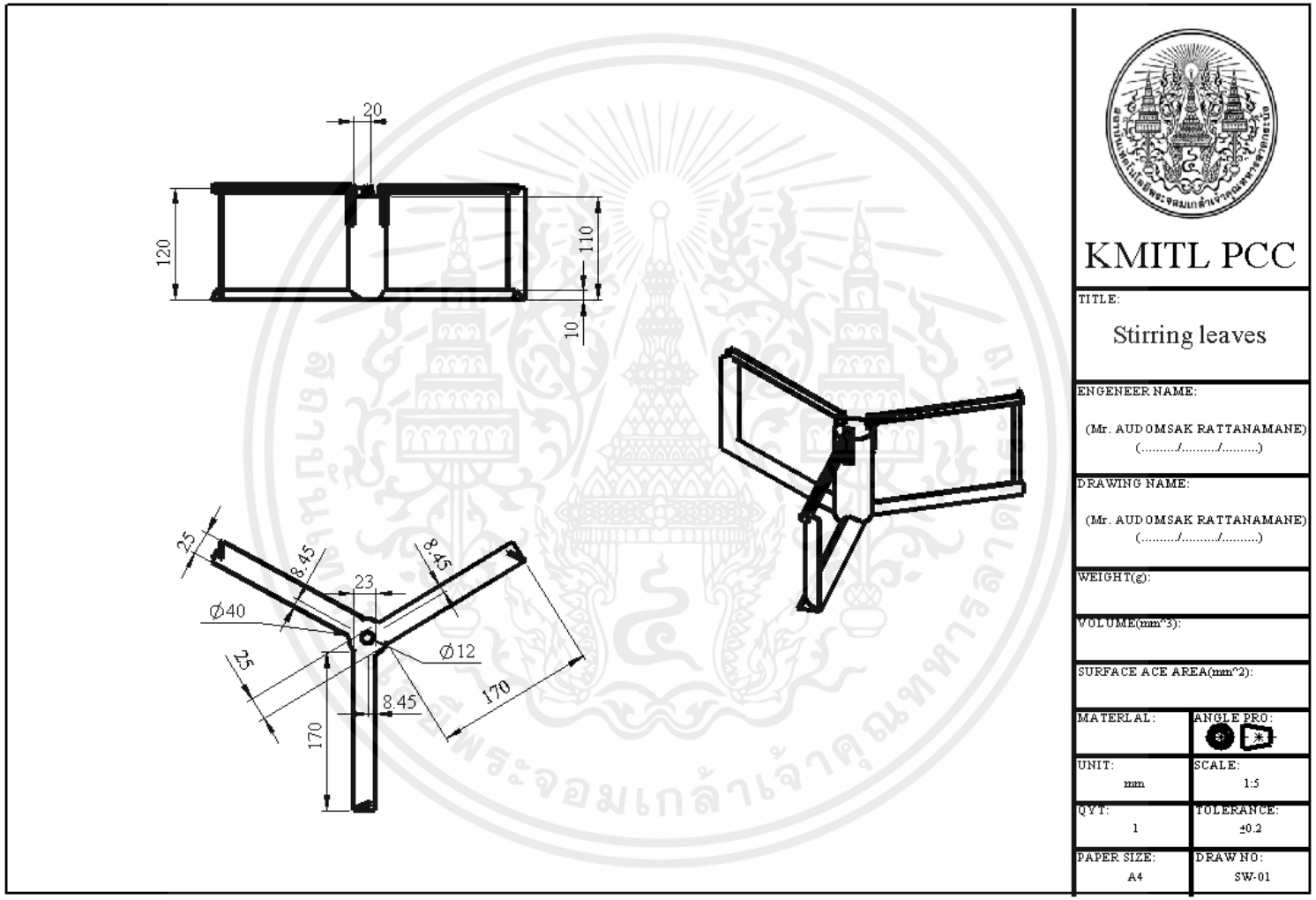
ครั้งที่	ค่าน้ำหนักของเม็ดชีวมวลที่เครื่องบดละอัดเม็ดชีวมวลผลิตได้ใน 1 ชั่วโมง (kg)			
	speed 45 rpm	speed 60 rpm	speed 75 rpm	speed 90 rpm
1	3	2.4	2.8	3.7
2	2.4	3.4	3.4	3.8
3	2.8	3	3.2	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

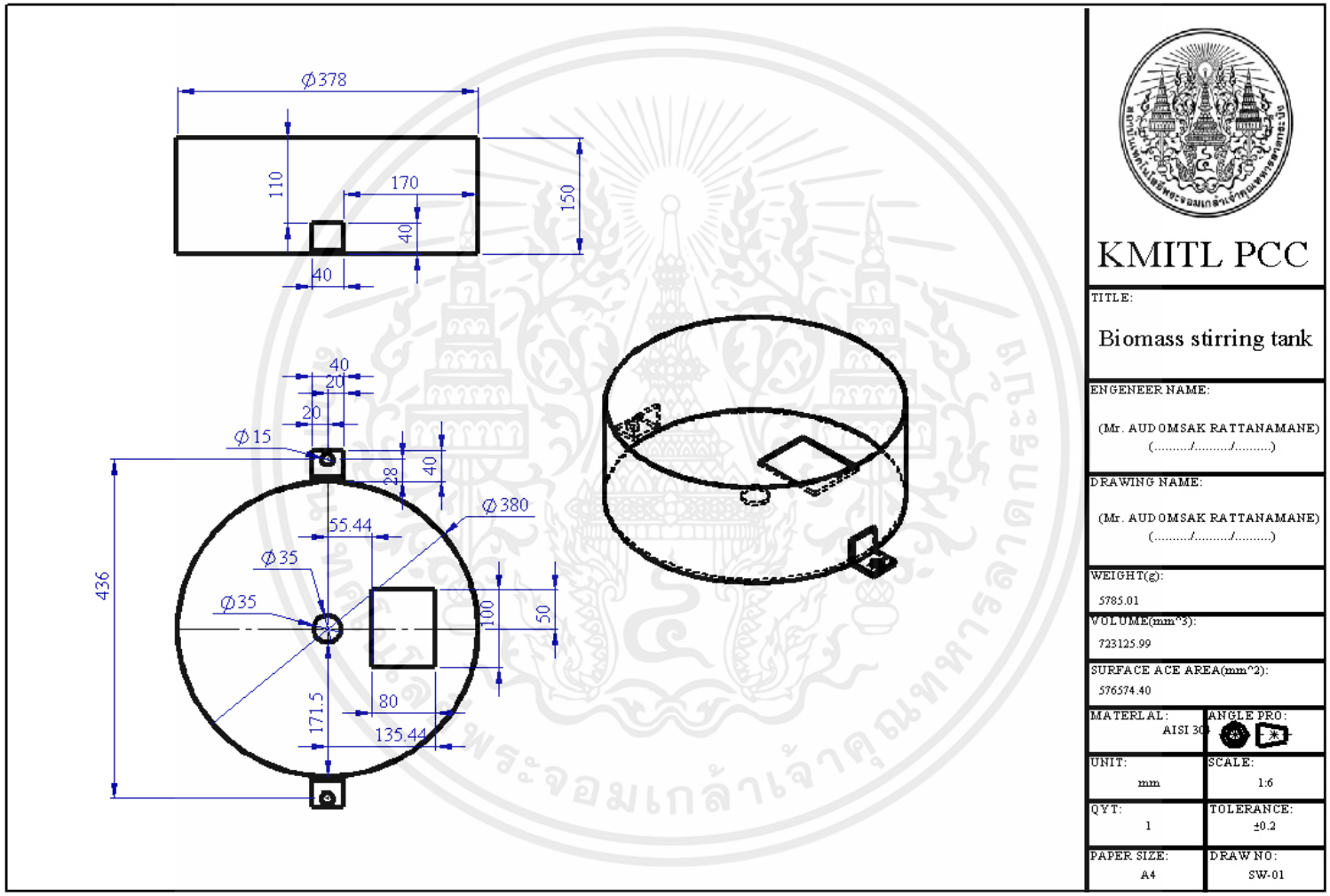
ภาคผนวก ค

แบบชุดเพิ่มความชื้นชีวมวล

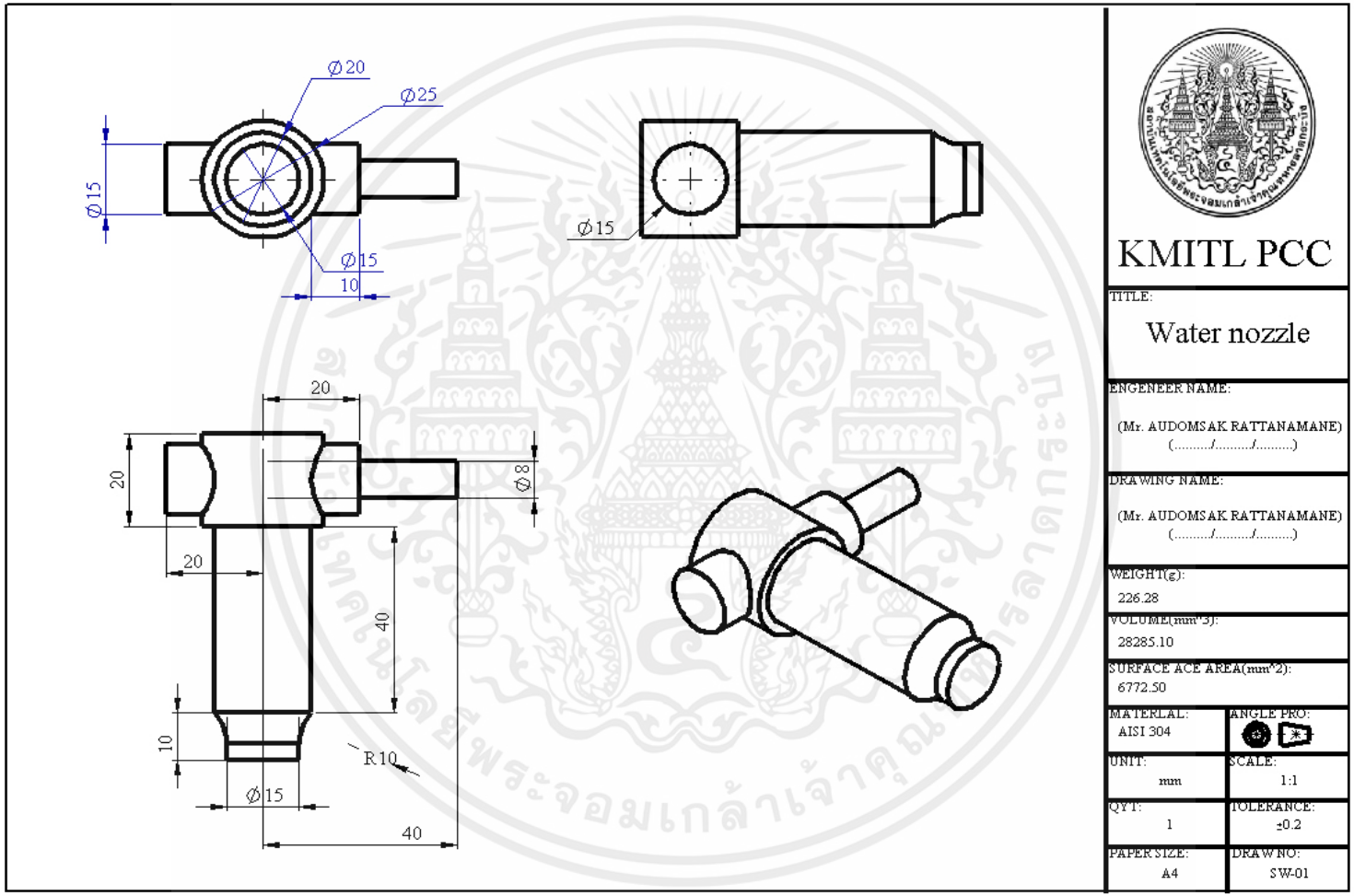
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



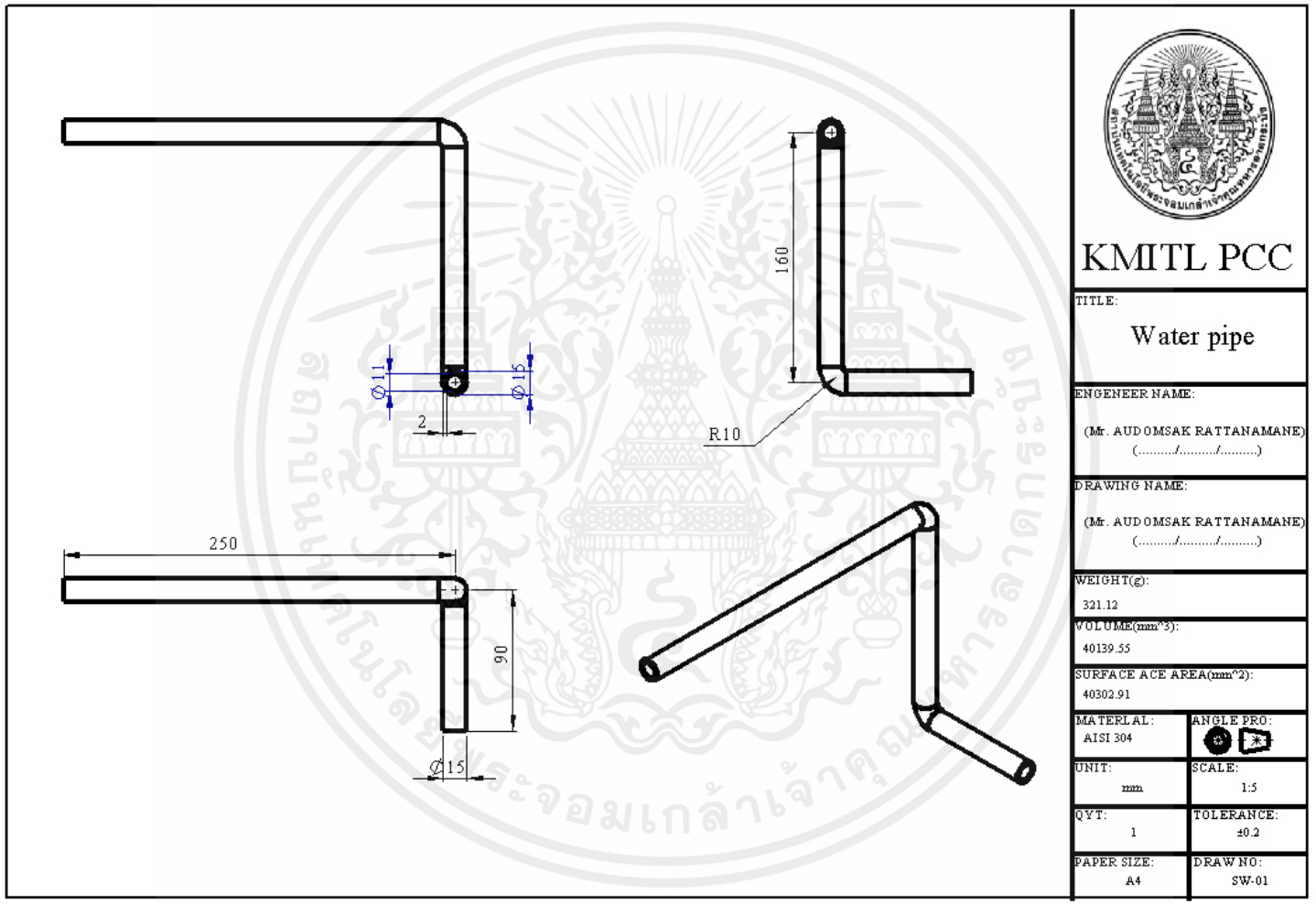
รูปที่ ค.1 แบบใบกวนชีวมวล



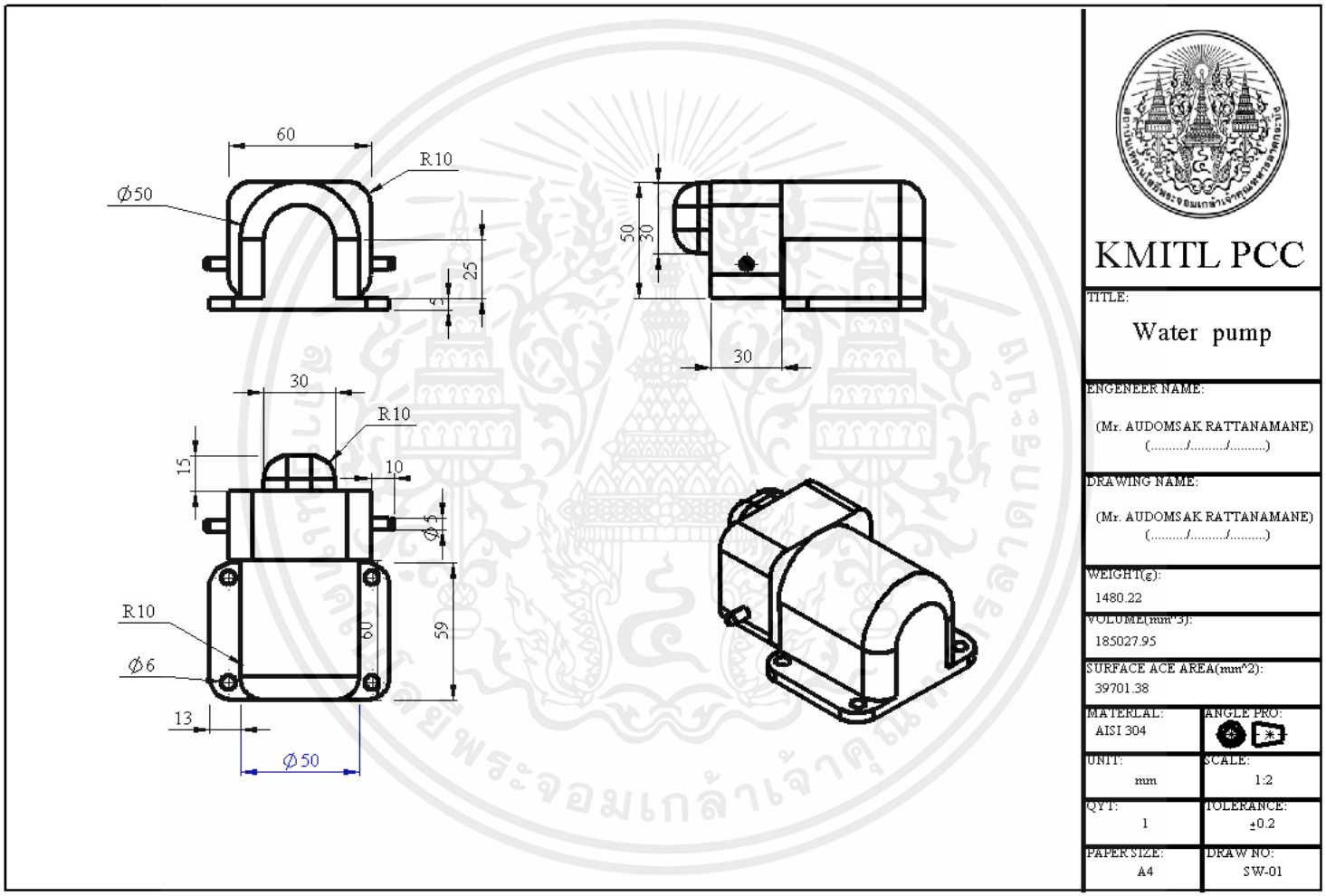
รูปที่ ค.2 แบบถังกวนชีวมวล



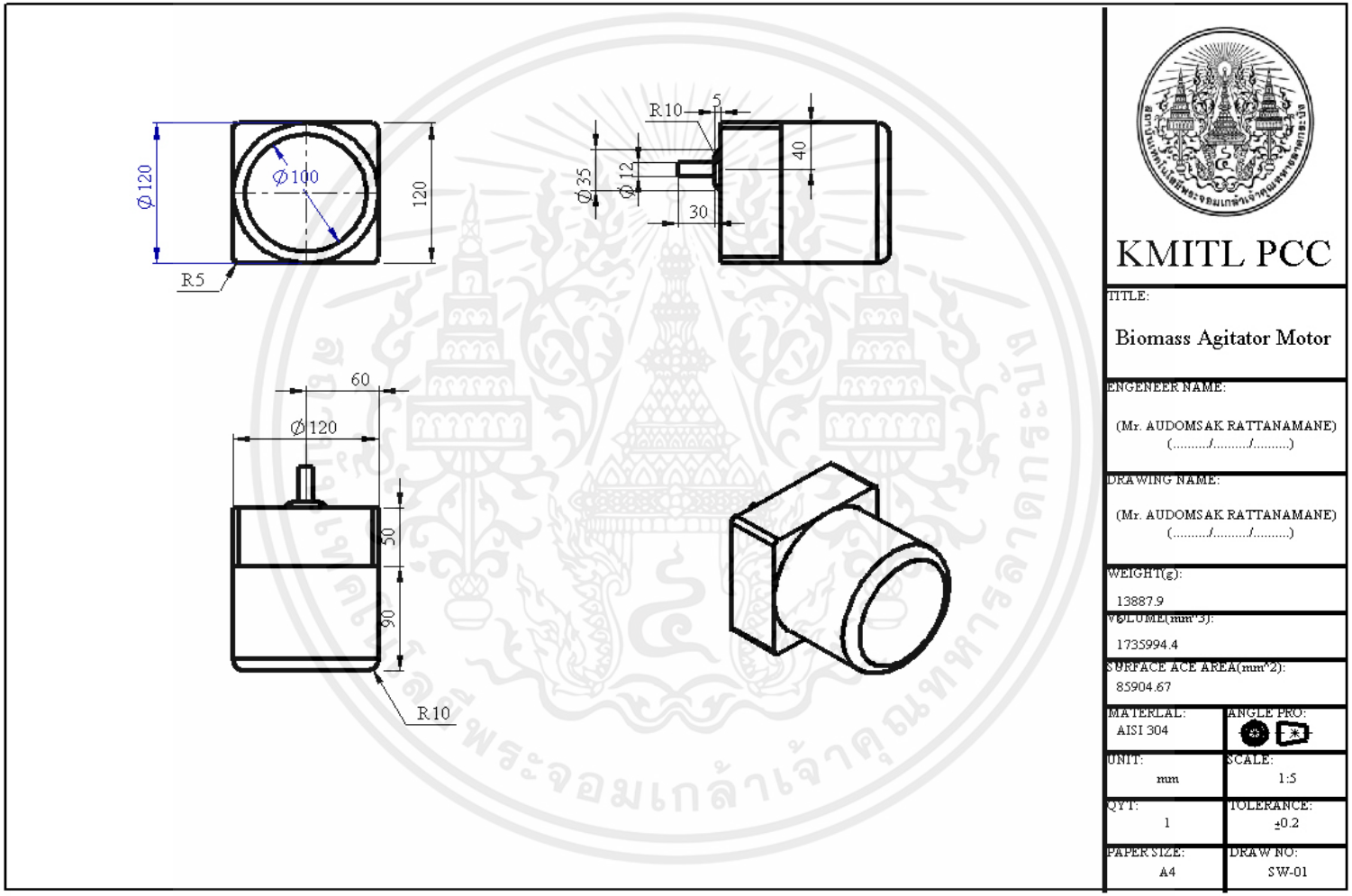
รูปที่ ค.3 แบบหัวฉีดน้ำ



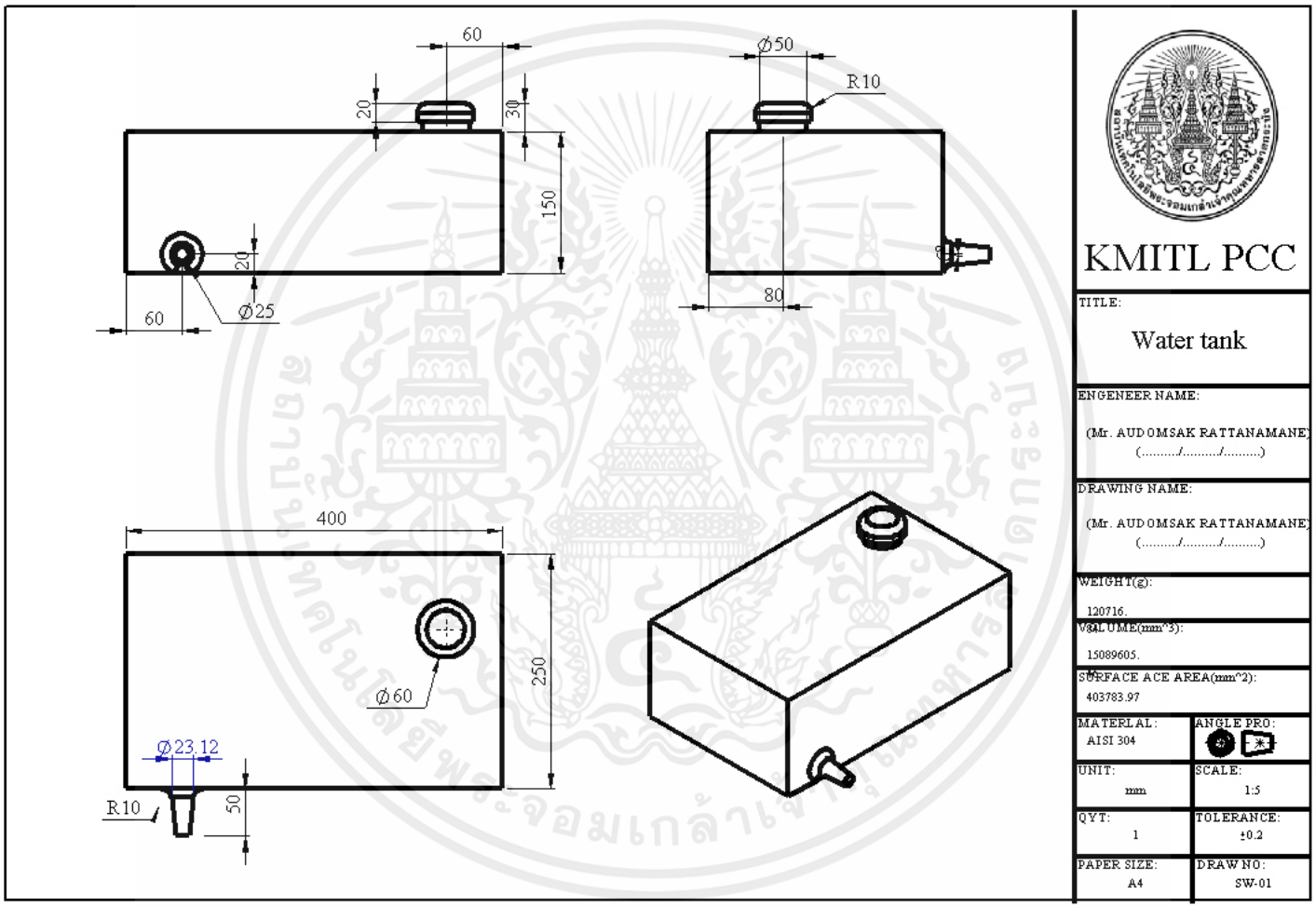
รูปที่ ค.4 แบบท่อส่งน้ำ



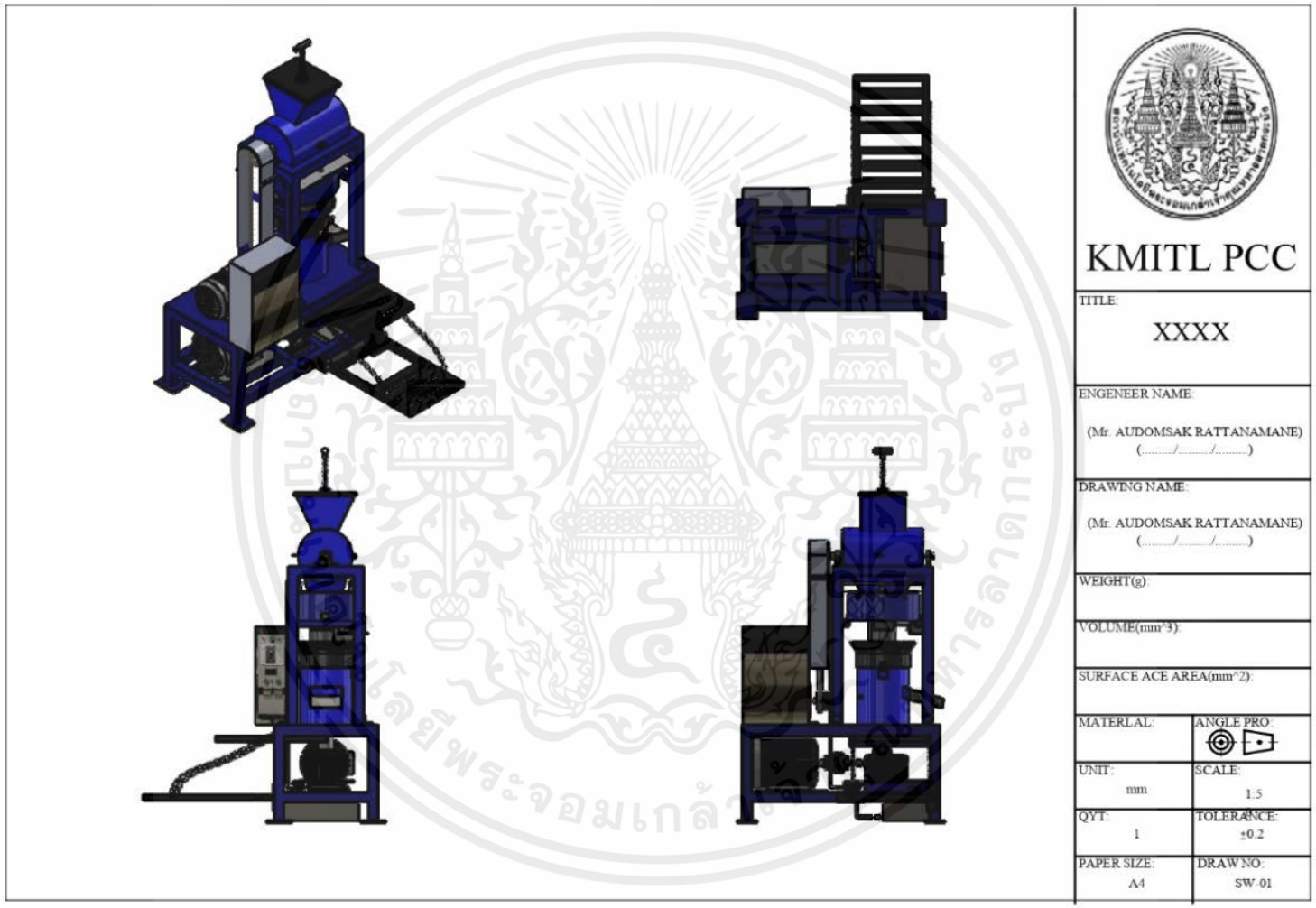
รูปที่ ค.5 แบบปั๊มน้ำ



รูปที่ ค.6 แบบมอเตอร์กวนชีวมวล



รูปที่ ค.7 แบบถังใส่น้ำ



รูปที่ ค.8 แบบที่ติดตั้งชุดเพิ่มความชื้นลงในเครื่องบดและอัดเม็ดชีวมวล

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายกิตติธัช ด้วงอินทร์
วัน/เดือน/ปีเกิด	28 เมษายน พ.ศ.2543
ภูมิลำเนา	จังหวัดพัทลุง
ที่อยู่	195 ม.9 ต.นาขยาด อ.ควนขนุน จ.พัทลุง 93110
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา ช่างยนต์ สาขางาน เทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2560 - สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2562 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นาย ชูเกียรติ มั่นคง
วัน/เดือน/ปีเกิด	7 กันยายน พ.ศ.2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดพัทลุง
ที่อยู่	58 ม.6 ตำบลพญาขัน อำเภอเมือง จังหวัดพัทลุง 93000
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา ช่างยนต์ สาขางาน เทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2560 - สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2562 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายณัฐวุธ โรรจนกาญจน์
วัน/เดือน/ปีเกิด	8 มิถุนายน พ.ศ. 2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดพัทลุง
ที่อยู่	113 หมู่.11 ตำบล ชุมพล อำเภอ ศรีนครินทร์ จังหวัดพัทลุง 93000
ประวัติการศึกษา	- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา ช่างยนต์ สาขางาน เทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2560 - สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2562 - สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายอุดมศักดิ์ รัตนมณี

วัน/เดือน/ปีเกิด 4 กรกฎาคม พ.ศ.2542

ภูมิลำเนา จังหวัดพัทลุง

ที่อยู่ 107 ม.4 ต.ดอนทราย อ.ควนขนุน จ.พัทลุง 93110

ประวัติการศึกษา - สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ สาขา ช่างยนต์ สาขางาน เทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2560

- สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาเทคนิคเครื่องกล สาขางานเทคนิคยานยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคพัทลุง จังหวัดพัทลุง ปีการศึกษา 2562

- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2565 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้