การออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ

Design and Development of Grinding Machine for Rice Husk

ปรีชา สาระวาท 53010371033

พรชัย สมน้ำคำ 53010371034

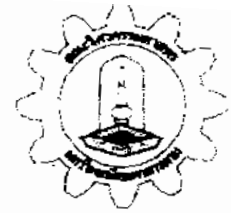
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2557

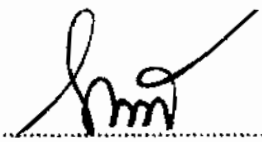
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University



คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

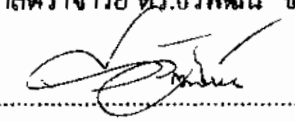


..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โสภา แคนสี)

..... กรรมการ

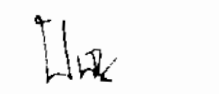
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรพัฒน์ ชมภูคำ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ ดร.ธวัฒน์ชัย คุณะโคตร)

มหาวิทยาลัยมหาสารคามได้อนุมัติให้รับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม



.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บพิธ บุปผโชติ)

หัวหน้าสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

Mahasarakham University

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ ดร. ธวัฒน์ชัย คุณะโคตร อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่สำคัญและเป็นประโยชน์แก่ปริญญานิพนธ์นี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โสภา แคนสี ประธานกรรมการคุมสอบปริญญานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรพัฒน์ ชมภูคำ และอาจารย์ ดร. นุชิดา สุวแพทย์ ที่ให้เกียรติมาเป็นกรรมการคุมสอบปริญญานิพนธ์ให้ในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ บุพการี และขอบคุณญาติพี่น้องทุกคน ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี ยิ่งตลอดการศึกษา

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลทุกท่าน ที่ทำให้การวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นายช่างทุกๆคนที่ช่วยให้คำแนะนำให้คำปรึกษาตลอดจนถึงช่วยในการสร้างเครื่องเพื่อใช้ในการทดลองจนเสร็จสมบูรณ์ในครั้งนี้

คณะผู้จัดทำ ขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่ให้กำลังใจ ทั้งที่ผู้ได้ร่วมงานร่วมฝ่าฟันไปด้วยกันจนทำให้ผลงานชิ้นนี้ออกมาปรากฏจนเป็นอนุสรณ์แห่งความสำเร็จ

ขอสำนึกในคุณค่าของตำราทางวิชาการ ของคณาจารย์ทุกท่านที่เกี่ยวข้องและที่ได้อ้างอิงด้วยความเคารพ

นอกจากนี้ ยังมีบุคคลอีกหลายท่านที่ไม่สามารถกล่าวนามถึงได้หมดในที่นี้ ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ ทางคณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ปรีชา สาระวาท
พรชัย สมน้ำคำ

Mahasarakham University

ชื่อเรื่อง การออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ
ผู้วิจัย นายปรีชา สาระวาท
นายพรชัย สมน้ำคำ
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ดร.ธวัฒน์ชัย คุณะโคตร
ปริญญา วศ.บ. **สาขาวิชา** วิศวกรรมเครื่องกล
มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2557

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบโดยใช้ต้นกำลังจากคนโดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบและพัฒนาคือ แกลบจากการบดที่ได้จากเครื่องที่สร้างขึ้นมีน้ำหนักร้อยละมากขึ้นและใช้คนเป็นต้นกำลังในการทำงานของเครื่อง ในการพิจารณาประสิทธิภาพ จึงนำน้ำหนักร้อยละของแกลบที่ได้นั้นไปเปรียบเทียบกับน้ำหนักร้อยละของแกลบที่บดที่ได้จากเครื่องที่ใช้ลูกหิน 2 ลูก ในการทดสอบการออกแบบนั้นได้ปรับระยะห่างการบดหลายระดับ ซึ่งน้ำหนักร้อยละของแกลบที่บดได้จะแสดงถึงสมรรถนะของเครื่องที่พัฒนาขึ้น จากการเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของแกลบที่บดจากเครื่องที่ได้พัฒนาขึ้นกับเครื่องที่ใช้ลูกหิน 2 ลูก จะเห็นได้ว่าน้ำหนักร้อยละของแกลบจากเครื่องบดที่ได้พัฒนาขึ้นมีน้ำหนักร้อยละมากกว่าแกลบที่ได้จากเครื่องบดแกลบที่ใช้ลูกหิน 2 ลูก จึงทำให้นำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม อาหารสัตว์และเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า

Mahasarakham University

TITLE Design and Development of Grinding Machine for Rice Husk
AUTHOR Mr. Preecha Sarawat
Mr. Pomchai Somnamkom
ADVISOR Dr. Tawatchai Kunakote
DEGREE B.Eng.(Mechanical Engineering)
UNIVERSITY Mahasarakham University YEAR 2014

ABSTRACT

In this research, the design and development of a grinding machine using manpower were studied and carried out. The purposes of the design and development were having finer rice husk and using manpower as power supply. The fineness comparison between the developed grinding machine and the 2-stones grinding machine was carried out as a key indicator. In the design testing, the grinding clearances were adjusted in different levels. The fineness of rice husk represented better performance of the developed grinding machine. From the comparison results, the fineness of rice husk from the developed grinding machine was better than that of from the 2-stones grinding machine. It could be used in animal feed industry and it could also help reducing the electricity power consumption.

Mahasarakham University

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาเครื่องบดแกลบ	3
2.2 แกลบ	3
2.3 รำอ่อน	6
2.4 รำหยาบ	8
2.5 ชิ้นส่วนประกอบของเครื่องบดแกลบ	8
2.6 ทฤษฎีและการคำนวณ	11
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	14
3 การดำเนินการศึกษา	16
3.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ	16
3.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องบดแกลบด้วยจักรยาน	16
3.3 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องบดแกลบ	16
3.4 หน้าที่และส่วนประกอบ	17
3.5 ตัวอย่างการคำนวณ	18
3.6 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	20
3.7 วิธีการทดลอง	23
4 ผลการทดลองและวิจารณ์	24
4.1 ผลการทดลองหาความชื้น	24
4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 1	24
4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 2	28

Mahasarakham University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.4 ผลการทดลองครั้งที่ 3	30
4.5 สรุปแผนภูมิแสดงน้ำหนักร้อยละของผลการทดลองแบบลูกหินบด 2 ลูกและแบบลูกหินบด 3 ลูก	32
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการทดลอง	34
5.2 ข้อเสนอแนะ	34
บรรณานุกรม	35
ภาคผนวก	37
ภาคผนวก ก. เครื่องบดแกลบ	38
ประวัติย่อผู้วิจัย	49

Mahasarakham University

บัญชีตาราง

ตาราง **หน้า**

1 ผลการทดลองหาความชื้น 24
2 ผลการทดลองที่ 1 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น0.1 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาที ที่และที่ 50 rpm 24
3 น้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตรและที่ 50 rpm..... 25
4 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูกในการทดลองครั้งที่ 1..... 26
5 ผลการทดลองที่ 2 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.05 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาทีและที่ 50 rpm 27
6 น้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร..... 27
7 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูกในการทดลองครั้งที่ 2..... 28
8 ผลการทดลองที่ 3 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.025 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาทีและที่ 50 rpm 29
9 น้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025 มิลลิเมตร 29
10 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูกในการทดลองครั้งที่ 3..... 30

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ **หน้า**

1 ส่วนประกอบของข้าว 3
2 ที่มาของแกลบ 4
3 ลักษณะทางกายภาพของแกลบ 5
4 ขนาดความยาวของแกลบ 6
5 พูเลย์ 8
6 สายพานลิ่ม 9
7 เพลา 9
8 ลูกหินทรงกระบอก 10
9 ลูกหินทรงสี่เหลี่ยม 10
10 วัสดุโครงสร้าง 11
11 ถังใส่แกลบ 20
12 ถาดรองรำแก่ 20
13 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล 21
14 ฟิลเลอร์เกจ 21
15 เครื่องเขย่าตะแกรงร่อน 22
16 ตู้อบลมร้อน 22
17 นาฬิกาจับเวลา 23
18 ส่วนประกอบต่างๆ เครื่องบดแกลบ 18
19 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 1 27
20 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 2 29
21 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 3 31
22 แผนภูมิสรุปแสดงน้ำหนักร้อยละของผลการทดลองแบบลูกหินบด 2 ลูกและ
แบบลูกหินบด3 ลูก 32
23 แบบเครื่องบดแกลบลูกหิน 3 ลูก 39
24 แบบแบริ่งขนาด 1 นิ้ว 40

Mahasarakham University

บัญชีภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ **หน้า**

25 แบบแบริ่งขนาด 1.2 นิ้ว 41
26 แบบกระบะแกลบขนาด 0.02 ลูกบาศก์เมตร 42
27 แบบชุดลูกหินบดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว 43
28 แบบพูเล่ย์ 4 นิ้ว 44
29 แบบพูเล่ย์ 8 นิ้ว 45
30 แบบพูเล่ย์ 3 นิ้ว 46
31 แบบห้องบดแกลบบน ขนาด 4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 47
32 แบบห้องบดแกลบล่าง ขนาด 4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร 48

Mahasarakham University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ประชากรส่วนใหญ่ในประเทศไทยมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม จึงทำให้ผลผลิตทางการเกษตรมีจำนวนมาก และข้าวก็เป็นผลผลิตหลักในการส่งออกเพื่อขายทั้งในและต่างประเทศ ข้าวที่ได้นั้นเมื่อผ่านกระบวนการผลิตจนถึงขั้นตอนสุดท้ายแล้วก็จะได้เป็นเมล็ดข้าวขาวเพื่อใช้บริโภคในภาคครัวเรือน ภาคอุตสาหกรรมแปรรูปต่างๆ แต่ส่วนที่เหลือที่แยกออกจากเมล็ดข้าวเปลือกนั้นก็คือ แกลบที่ยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้ไม่ว่าจะเป็นทางด้านการนำมาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อต้มน้ำหม้อต้มแล้วนำไอน้ำความดันสูงมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้า ทางด้านการนำมาทำเป็นปุ๋ยหมัก หรือทางด้านการทำเป็นอาหารสัตว์ และในที่นี้ก็จะมุ่งเน้นการนำแกลบมาใช้ประโยชน์ทางด้านการทำเป็นส่วนผสมอาหารสัตว์ในภาคครัวเรือน โดยการนำแกลบมาบดเป็นรำและรำที่ได้นั้นเรียกว่า รำแก่ เพื่อนำมาเป็นส่วนผสมของอาหารสัตว์ เช่น สุกร เป็ด เป็นต้น ส่วนผสมหลักของอาหารสุกรก็คือ รำอ่อน หัวอาหารสุกร ปลายข้าว ซึ่งส่วนผสมอาหารสุกรที่กล่าวมานั้นเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกรจะต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อส่วนผสมอาหารสุกรสูงมาก เพราะรำอ่อนและหัวอาหารสุกรมีราคาสูง จึงจำเป็นต้องหาส่วนผสมอื่นมาผสมกับส่วนผสมที่มีอยู่และสามารถทำให้สุกรมีสุขภาพที่ดีขึ้น เพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการซื้อส่วนผสมอาหารสุกร นั่นก็คือ รำแก่ที่หาได้ง่ายจากวัสดุตามภาคครัวเรือนนั่นก็คือแกลบ (สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์, 2555 : 1)

ดังนั้นปริญญานิพนธ์นี้จึงเสนอการออกแบบและพัฒนาครื่องบดแกลบขึ้นมา เพื่อให้มีความละเอียดของรำแก่มากขึ้น จึงมีการลดความเร็วรอบของเครื่องลดลงจากเดิมโดยการเปลี่ยนพูเล่ย์ตัวขับ 18 นิ้วและ 16 นิ้วให้เหลือเพียง 8 นิ้วทั้งสองลูก และเพิ่มลูกหินสี่เหลี่ยมในการบดขึ้นมาอีก 1 ลูก รวมเป็นทั้งหมด 3 ลูก

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1. เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ

1.2.2. เพื่อทดสอบสมรรถนะเครื่องบดแกลบ

1.2.3. เพื่อให้รำแก่มีความละเอียดเพิ่มมากขึ้น

Mahasarakham University

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1. หินทรงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว ยาว 7 นิ้ว

1.3.2. โดยใช้คนเป็นต้นกำลังในการปั่น

1.3.3. ทดสอบบดแกลบในปริมาณ 100 กรัม ใช้เวลา 1 นาที ที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที

1.3.4. ในการทดลองที่ 1ปรับลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตรกับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.1มิลลิเมตร การทดลองที่ 2 ปรับลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตรกับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร การทดลองที่ 2 ปรับลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร ลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025 มิลลิเมตร ตามลำดับ

1.3.5. ในการทดลองใช้แกลบที่ความชื้นมาตรฐานเปียก 12.35 เปอร์เซ็นต์

1.3.6. ใช้หินสี่เหลี่ยมสองก้อนในการบดแกลบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. เพื่อให้ทราบขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ

1.4.2. เพื่อประหยัดต้นทุนค่าอาหารสัตว์

1.4.3. เพื่อลดปัญหามูลเหลวของสัตว์และลดกลิ่นเหม็นของมูลสัตว์

1.4.4. เพื่อประหยัดพลังงานในรูปแบบไฟฟ้า

Mahasarakham University

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

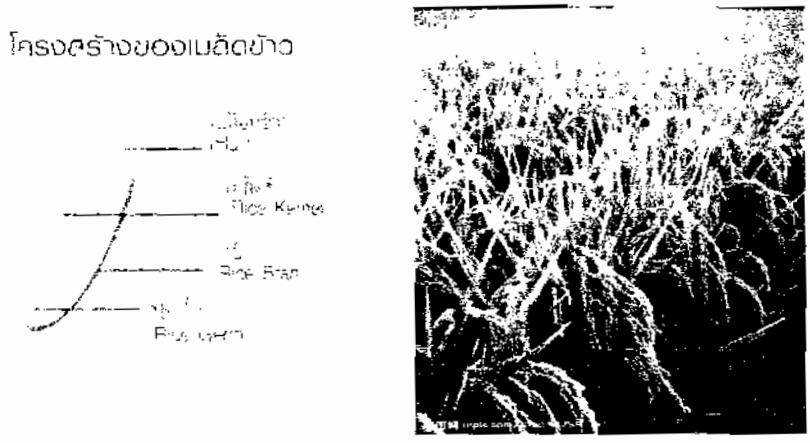
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับการสร้างและพัฒนาเครื่องบดแกลบ

การสร้างเครื่องบดแกลบใช้คนเป็นต้นกำลังปั่นจักรยานส่งกำลังผ่านสายพานไปยังพูเลย์ เพลาขับลูกหินบด โดยแกลบจะถูกปล่อยลงจากกะบะรองรับแกลบที่อยู่ส่วนบนของเครื่อง จากนั้นลูกหินบดก็จะบดแกลบจะบดผ่านลูกหินสี่เหลี่ยมตัวที่ 1 และผ่านไปบดต่อที่ลูกหินสี่เหลี่ยมตัวที่ 2 จนละเอียดตามการปรับระยะห่างของลูกหินบดทั้ง 3 ก้อน โดยลูกหินบดก้อนสี่เหลี่ยมจะอยู่กับที่ ส่วนลูกหินบดก้อนกลมทรงกระบอกจะทำการหมุนด้วยแรงที่มาจากต้นกำลังของคนที่ปั่นจักรยาน ส่วนโครงสร้างของเครื่องบดแกลบนั้นทำด้วยเหล็กฉากที่มีความหนาเป็นพิเศษ

2.2 แกลบ

2.2.1 ที่มาของแกลบ

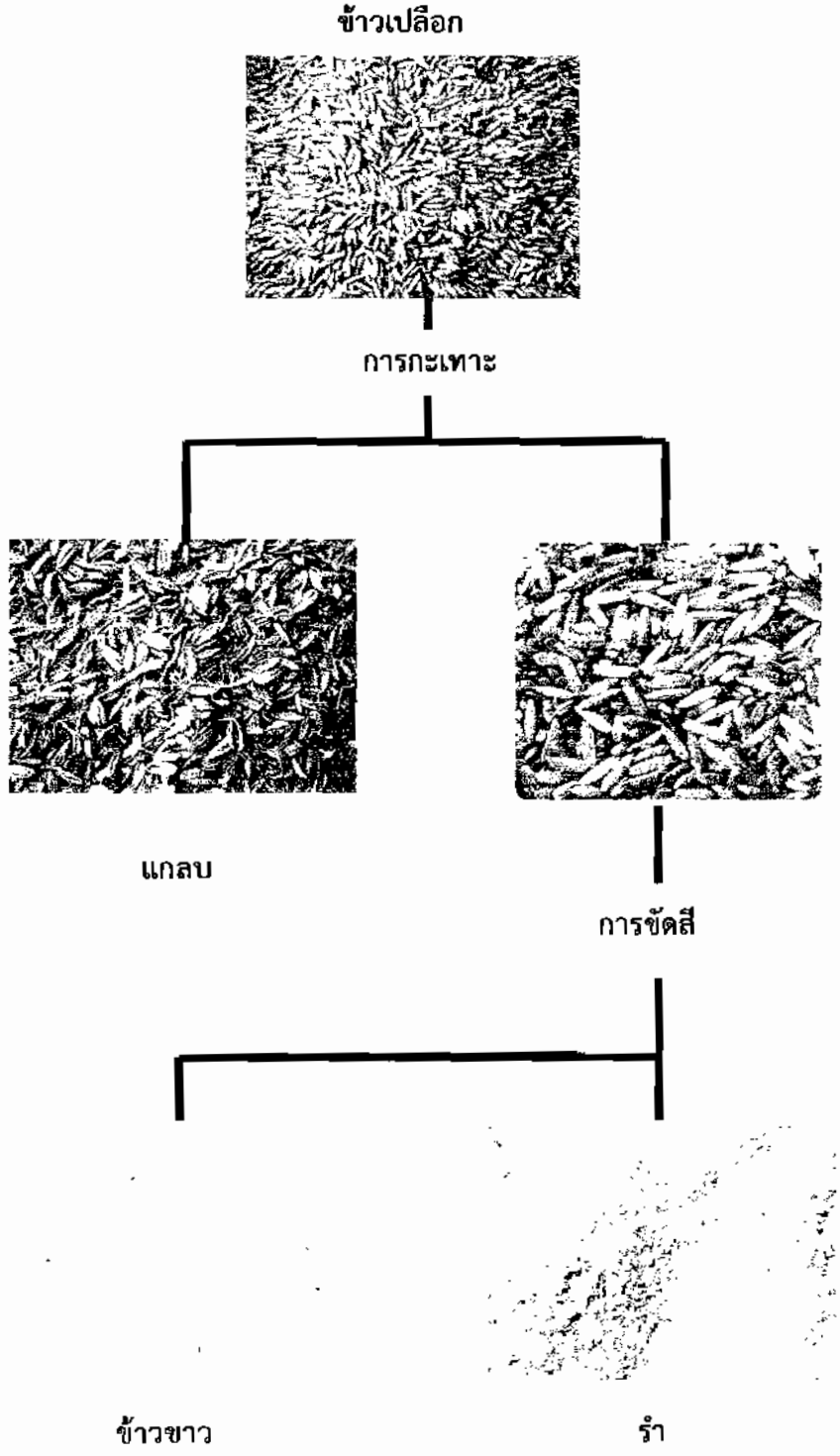
ส่วนประกอบของข้าวประกอบด้วยส่วนนอกของข้าวคือเปลือกข้าว หรือแกลบ ส่วนที่สองคือเมล็ดข้าว ส่วนที่สามคือรำข้าวและส่วนที่สี่คือจมูกข้าว ดังแสดงในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 ส่วนประกอบของข้าว

Mahasarakham University

แกลบเกิดจากกระบวนการที่เรียกว่า การสี การสีแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรกคือการกะเทาะเปลือกจะได้แกลบรำหยาบและข้าวกล้อง ขั้นตอนที่สองที่เรียกว่าการขัดสี ขั้นตอนนี้จะได้รำละเอียดและข้าวสารขาว



ภาพประกอบ 2 กระบวนการขัดสีข้าวเปลือก

Mahasarakham University

2.2.2 ลักษณะของแกลบ

เมื่อนำมาส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นพื้นผิวของแกลบมีลักษณะเป็นเม็ดขนาดเล็กเรียงกันเป็นแนว และโครงสร้างภายในมีความพรุนมาก เพื่อใช้เป็นทางลำเลียงน้ำและอาหารนั้นเอง ดังแสดงในภาพประกอบ 3

ภาพประกอบ 3 ลักษณะทางกายภาพของแกลบ

โครงสร้างนี้เกิดจากส่วนสำคัญสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นสารอินทรีย์จำพวกเซลลูโลสลิกนินและคาร์โบไฮเดรต ส่วนที่เป็นสารอนินทรีย์ ซึ่งมีซิลิกาเป็นองประกอบหลัก การนำคุณสมบัติเด่นของแกลบมาใช้ เช่น ความพรุนของแกลบ หรือซิลิกาในแกลบที่มีขนาดจิ๋วขนาดนาโนเมตรก็จะเกิดประโยชน์อย่างมาก แกลบวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ สมบัติเชิงความร้อน องค์ประกอบทางเคมีของแกลบ โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุ พบว่าแกลบมีองค์ประกอบของธาตุคาร์บอนไฮโดรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์ (กุลจิรา สุจิโรจน์และคณะ, 2543)

2.2.3 ขนาดความยาวของแกลบ

ขนาดความยาวของแกลบ แกลบมีความยาว 12 10 และ 11 มิลลิเมตร ตามลำดับโดยการสุ่มวัดขนาดแกลบ 3 ครั้ง

Mahasarakham University

ภาพประกอบ 4 ขนาดความยาวของแกลบ

2.3 รำอ่อน (สุกัญญา จัดตุพรพงษ์, 2539 : เว็บไซต์)

2.3.1 รำอ่อน (รำละเอียด Rice bran)

รำอ่อนเป็นผลพลอยได้จากการสีข้าว เช่นเดียวกับปลายข้าว แต่ว่ารำละเอียดมีไขมันเป็นส่วนประกอบอยู่ในระดับค่อนข้างสูงมาก(ประมาณ 12-13 เปอร์เซ็นต์)และเป็นไขมันที่หืนได้ง่าย ในภาวะที่อากาศร้อน และมีความชื้นในอากาศสูง รวมทั้งมีการถ่ายเทอากาศไม่ดีเช่นสภาวะการเก็บรำละเอียดในกระสอบป่านธรรมดา รำละเอียดจะเริ่มหืนเมื่อเก็บไว้ 30 - 40 วัน และไม่เหมาะที่จะนำมาเลี้ยงสัตว์ รำละเอียดเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในการประกอบสูตรอาหารสุกรหรือสัตว์ปีก

2.3.2 คุณสมบัติ

2.3.2.1 โปรตีนประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าเป็นรำที่ได้จากโรงสีขนาดกลาง หรือเล็กซึ่งเรียกกันโดยทั่วไปว่า รำปิ่นแก้ว จะมีโปรตีนต่ำกว่าประมาณ 7 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีส่วนของแกลบปนอยู่มาก

2.3.2.2 มีไขมันสูง 12-13 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หืนง่ายเก็บไว้ได้ไม่นาน

2.3.2.3 มีไวตามินบี ชนิดต่างๆสูง ยกเว้นไนอะซีน ซึ่งอยู่ในรูปสัตว์ใช้ประโยชน์ได้น้อย

2.3.2.4 มีคุณสมบัติเป็นยาระบาย ถ้าใช้เป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารสัตว์ในปริมาณสูงจะทำให้สัตว์ถ่ายอุจจาระเหลว

Mahasarakham University

2.3.3 ลักษณะและคุณสมบัติมาตรฐานของรำละเอียด

2.3.3.1 ความชื้นไม่เกิน 13 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.2 โปรตีนไม่ต่ำกว่า 12 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.3 ไขมันไม่ต่ำกว่า 13 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.4 เยื่อใย ไม่เกิน 8 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.5 เถ้า ไม่เกิน 9 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.6 หินฝุ่น ไม่เกิน 0.5 เปอร์เซ็นต์

2.3.3.7 แกลบ 4 – 5 เปอร์เซ็นต์ ยิ่งน้อยยิ่งดี

2.3.3.8 ปลายข้าว 5 – 20 เปอร์เซ็นต์ แต่มีมากก็ไม่ถือว่าเสียหาย

2.3.3.9 กลิ่น สด หอม ไม่เหม็นอับ เหม็นหืน บูด

2.3.3.10 รสหวานเล็กน้อย ไม่เปรี้ยวหรือเฝื่อน

2.3.3.11 ไม่จับตัวเป็นก้อน หรือ เป็นใยหนอน

2.3.3.12 ไม่มีเชื้อราหรือสปอร์ของเชื้อรา ซึ่งสังเกตเห็นเป็นจุดสีดำขนาดเล็ก

2.3.3.13 ไม่มียาฆ่าแมลง

2.3.3.14 ไม่มีมอดหรือแมลงอื่นขึ้น

2.3.4 การตรวจสอบคุณภาพ

2.3.4.1 ตรวจสอบดูลักษณะเนื้อและการจับตัวเป็นก้อน รำละเอียดที่ดี ควรมีลักษณะร่วนไม่จับตัวเป็นก้อนแต่เมื่อหยิบขึ้นมากำให้แน่นแล้วปล่อยนิ้วออก รำละเอียดจะจับกันเป็นก้อนหลวมๆ และเมื่อใช้กดหรือบี้ก้อนรำนั้นเบาๆ ก็จะแตกออกโดยง่าย ส่วนรำสกัดน้ำมันและรำหยาบนั้นนำมากำให้แน่นก็ไม่สามารถจับตัวเป็นก้อนอยู่ได้เหมือนรำละเอียด

2.3.4.2 ตรวจสอบเพื่อดูสี รำละเอียดปกติสีเนื้อนวล แต่ถ้าสีออกน้ำตาลอาจมีแกลบปนมามากหรือในทางตรงข้ามรำละเอียดที่มีสีค่อนข้างขาว อาจมีหินฝุ่นหรือมันเส้นบดละเอียดปนปลอมมาด้วย ส่วนรำสกัดน้ำมันสีจะชัดกว่ารำละเอียดเล็กน้อยและมองเห็นปลายข้าวและแกลบที่ติดมาได้ชัดขึ้น

2.3.4.3 ตรวจสอบเพื่อดมกลิ่นและชิมรส รำละเอียดที่ดีมีกลิ่นหอม ไม่มีกลิ่นเหม็นอับหรือเหม็นหืน ซึ่งแสดงว่ารำนั้นเก่า ถ้าชิมรำละเอียดที่เพิ่งสีมาใหม่ๆจะมีรสหวานเล็กน้อย แต่ไม่แนะนำให้ใช้วิธีชิมเพราะในรำละเอียดโดยเฉพาะรำข้าวนาปรังอาจมียาฆ่าแมลงปนมาและเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ตรวจสอบได้ ส่วนรำสกัดน้ำมันใหม่ๆก็จะมีกลิ่นหอมอ่อนๆแต่ถ้าเป็นรำสกัดน้ำมันที่ผลิตจากรำข้าวนึ่งอาจมีกลิ่นเหม็นเปรี้ยวเล็กน้อย

Mahasarakham University

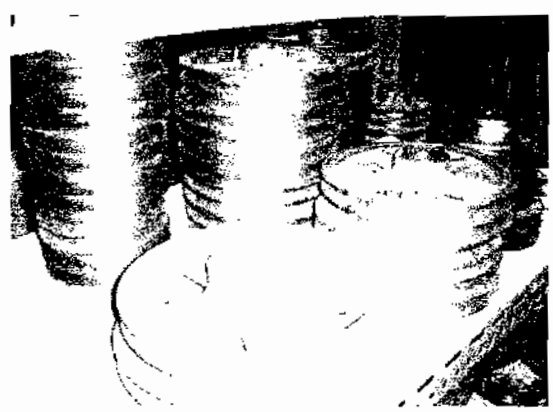
2.4 รำหยาบ (rice bran)

รำข้าวเป็นผลพลอยได้จากโรงสีเช่นเดียวกับปลายข้าว รำมีโปรตีนประมาณ 11-13 เปอร์เซ็นต์ รำละเอียดจะมีไวตามินบี 1 มากกว่ารำหยาบ รำสกัดน้ำมัน (rice polish, solvent extracted) จะมีโปรตีนประมาณ 14 เปอร์เซ็นต์ รำข้าวมีเยื่อใยสูง ไขมันสูง หืนง่าย รำข้าวนาปรังมีความชื้นสูง และมียาฆ่าแมลงปะปนมามาก รำสกัดน้ำมันแล้ว มีไขมันน้อย เก็บได้นาน ยาฆ่าแมลงลดปริมาณลง แต่ระดับพลังงานอาจจะต่ำ รำหยาบ มีส่วนผสมของแกลบปน ทำให้มีคุณค่าต่ำกว่ารำละเอียดเพราะมีเยื่อใยสูง และแร่ซิลิกาปนในแกลบมากรำเป็นส่วนผสมของเพอริคาร์บ(pericarp) อะลิวโรนเลยอร์ (aleuron layer) เยอร์ม (germ) และบางส่วนของเอนโดสเปอร์ม (endosperm) ของเมล็ด รำหยาบมีโปรตีนประมาณ 8– 10 เปอร์เซ็นต์ ไขมันประมาณ 7–8 เปอร์เซ็นต์

2.5 ชิ้นส่วนประกอบเครื่องบดแกลบ

2.5.1 พูเลย์สายพานลิ่ม

พูเลย์สายพานลิ่มจะมีแบบร่องเดียวหรือหลายร่อง มุมรวมของร่องล้อพูเลย์สายพานลิ่มเท่ากับ 32 องศา 34 ลิปดาและ 38 องศา โดยล้อพูเลย์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโต จะมีมุมร่องล้อพูเลย์ที่โต ร่องล้อพูเลย์จะมีการผลิตให้สายพานที่สวมประกอบแล้วไม่เลยพ้นจากขอบร่องล้อ และจะต้องไม่จมอยู่ในร่องล้อไม่เช่นนั้นสายพานจะสูญเสียปฏิกิริยาแรงลิ่มขับ



ภาพประกอบ 5 พูเลย์

Mahasarakham University

2.5.2 สายพานลิ่ม

สายพานลิ่มที่ลักษณะคล้ายกับสายพานแบน คือ ใช้ เส้นใยธรรมชาติและเส้นใยสังเคราะห์ วงแหวนเป็นแกนแรง และห่อหุ้มด้วยยางหรือวัสดุเดียวกับแกน สาย พานลิ่มมีรูปหน้าที่ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ด้านข้างหน้าทั้งสองเอียงสอบเข้าหากันทำมุม 38 ถึง 44 องศา สายพานลิ่มส่งถ่ายกำลังด้วยพูเลย์ ผิวเกลี้ยงเป็นร่อง

ภาพประกอบ 6 สายพานลิ่ม

2.5.3 เพลา

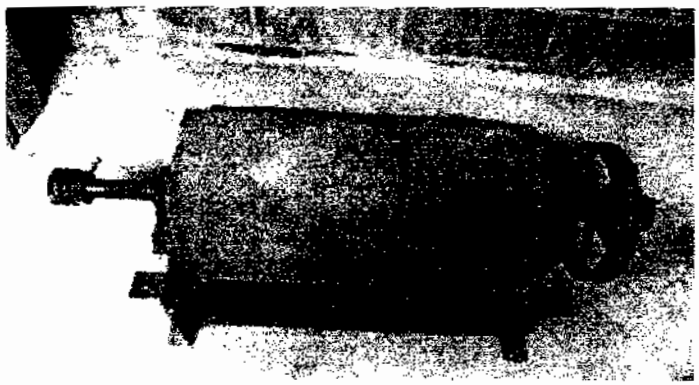
เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องมือกลที่สำคัญของระบบการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลาจะอยู่ในรูปของโมเมนต์แรงบิด (Torque)

ภาพประกอบ 7 เพลา

Mahasarakham University

2.5.4 ลูกหินบดทรงกระบอก

เป็นตัวรับกำลังที่ส่งมาจากพูเลย์ผ่านเพลาและทำหน้าที่บดแกลบให้ละเอียด



ภาพประกอบ 8 ลูกหินทรงกระบอก

2.5.5 ลูกหินบดทรงสี่เหลี่ยม

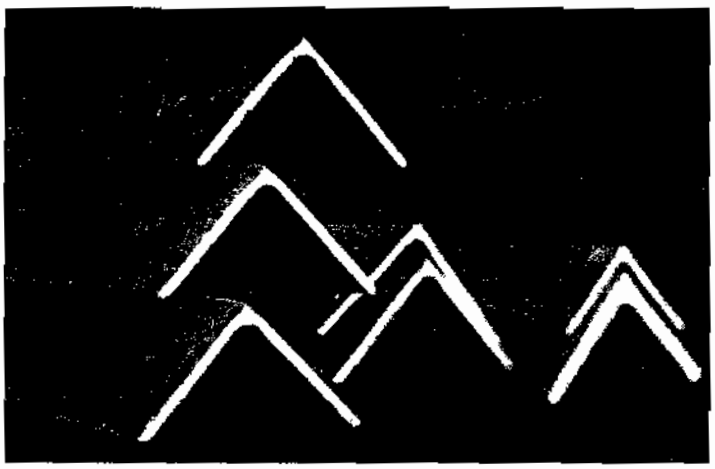
จะถูกยึดแน่นกับอุปกรณ์ที่ไว้ปรับความละเอียดของรำที่ออกมาและทำหน้าที่ปรับระยะห่างของหินบดสามก้อนให้ได้ตามที่กำหนด

ภาพประกอบ 9 ลูกหินทรงสี่เหลี่ยม

Mahasarakham University

2.5.6 วัสดุโครงสร้าง

เป็นส่วนรองรับและรักษาแนวของลูกหินบดและล้อสายพาน (Pulleys) และรองรับเครื่องขับสายพานนอกจากส่วนประกอบหลัก ๆ ของระบบสายพานดังกล่าวข้างต้นแล้ว



ภาพประกอบ 10 วัสดุโครงสร้าง

2.6 ทฤษฎีและการคำนวณ

2.6.1 หาอัตราทด

อัตราทด หมายถึง อัตราส่วนความเร็วที่พูเลย์

หาได้จาก

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \qquad (2.1)$$

โดยที่

N_1 = ความเร็วรอบของพูเลย์ตัวตาม (รอบต่อนาที)

N_2 = ความเร็วรอบของพูเลย์ตัวขับ (รอบต่อนาที)

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวตาม (เซนติเมตร)

D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวขับ (เซนติเมตร)

Mahasarakham University

2.6.2 การหาความยาวของสายพาน

$$L_1 = 2C + \left(\frac{\pi}{2}\right)(D_1 + D_2) + \left(\frac{(D_1+D_2)^2}{4C}\right) \quad (2.2)$$

โดยที่

L_1 = ความยาวของสายพาน (เซนติเมตร)

D_1 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อหน้าจักรยาน (เซนติเมตร)

D_2 = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์เพลาขับ (เซนติเมตร)

C = ระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของตัวขับและตัวตาม (เซนติเมตร)

2.6.3 การหาความเร็วของสายพาน

$$V = \frac{D_1.\pi.N_1}{60} = R_1.\omega_1 \quad (2.3)$$

$$V = \frac{D_2.\pi.N_2}{60} = R_2.\omega_2 \quad (2.4)$$

2.6.4 การหามุมโอบของพูเลย์ตัวเล็กหาได้จาก

แบบสายพานตรง

$$\cos\frac{\beta}{2} = \frac{D_2-D_1}{2a} \quad (2.5)$$

เมื่อ

D_1 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวตาม (เซนติเมตร)

D_2 = เส้นผ่านศูนย์กลางของพูเลย์ตัวขับ (เซนติเมตร)

a = ระยะห่างระหว่างพูเลย์ทั้งสอง (เซนติเมตร)

Mahasarakham University

2.6.5 การคำนวณหาขนาดของเพลาโดยประมาณ

เพลาเป็นชิ้นส่วนเครื่องมือกล ที่สำคัญของระบบการส่งผ่านกำลัง กำลังที่ส่งผ่านเพลาจะอยู่ในรูปของโมเมนต์แรงบิด (Torque) ในการส่งผ่านระหว่างเพลาหนึ่งไปอีกเพลาหนึ่ง จำเป็นต้องอาศัยตัวกลาง เช่น เฟือง โซ่ สายพาน ฯลฯ ดังนั้นจึงเกิดแรงเนื่องจากการขบกันของเฟือง แรงเนื่องจากแรงดึงของสายพานที่กระทำต่อเพลา ในการหาขนาดของเพลา การสมมติขนาดของเพลาขึ้นนั้น เป็นการยากที่จะสมมติให้ได้ขนาดใกล้เคียง ดังนั้นอาจคำนวณขนาดของเพลาจากความเค้นบิด (จำลอง ลิ้มตระกูล,2535 : 7-11)

$$D = \frac{(16T)^{1/3}}{\pi\tau_{tall}} \tag{2.6}$$

เมื่อ

T = โมเมนต์แรงบิด (นิวตัน-เมตร)

π = ค่าคงตัว

τ_{tall} = ความเค้นแรงบิดสูงสุด (ปาสคาล)

2.6.6 คำนวณหาความเค้นแรงบิด

เพลานอกจากจะรับโมเมนต์ดัดแล้วในขณะเดียวกันจะรับแรงบิดด้วย โมเมนต์บิดนี้จะทำให้เกิดเป็นความเค้นแรงบิดขึ้น ซึ่งสามารถคำนวณได้จาก (จำลอง ลิ้มตระกูล.2535 : 20-35)

$$\tau_1 = \frac{T.r}{J} \tag{2.7}$$

เมื่อ

τ_1 = ความเค้นแรงบิด (ปาสคาล)

T = โมเมนต์แรงบิด (นิวตัน-เมตร)

r = รัศมีของเพลา (เซนติเมตร)

J = Polar moment inertia of area (เซนติเมตร^4)

Mahasarakham University

$$\tau_1 = \frac{\pi d^4}{32} \text{ (สำหรับเพลาตัน)}$$

$$\tau_1 = \frac{16T}{\pi d^3}$$

2.6.7 ความชื้นของวัสดุ

ความชื้นมาตรฐานเปียก เป็นค่าความชื้นเทียบกับมวลของวัสดุชื้น นิยมใช้ในการค้า

$$M_w = \frac{w-d}{w} \times 100 \quad (2.8)$$

เมื่อ

M_w = เปอร์เซ็นต์ความชื้นมาตรฐานเปียก (เปอร์เซ็นต์)

W = มวลของวัสดุชื้น (กิโลกรัม)

d = มวลของวัสดุแห้ง (กิโลกรัม)

ความชื้นมาตรฐานแห้ง เป็นค่าความชื้นเทียบกับวัสดุแห้ง นิยมใช้ในการวิเคราะห์ทางทฤษฎี

$$M_d = \frac{w-d}{d} \times 100 \quad (2.9)$$

M_d = เปอร์เซ็นต์ความชื้นอากาศแห้ง (เปอร์เซ็นต์)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บรรจบ อรชร (2547 : 236) ออกแบบพัฒนาเครื่องรีดยางพาราที่ลดการสูญเสียเวลาและแรงงานในขั้นตอนการลดความหนาของยางที่กล่าวมาข้างต้น โดยนำยางที่เตรียมพร้อมรีดมาวางบนถาดป้อนยางและป้อนเข้าเครื่องรีดยางแบบต่อเนื่อง 1 ครั้ง ต่อ 1 แผ่น แล้วเสร็จเลย ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดแรงงานและเวลาไปได้มากเกินกว่าร้อยละ 50 และทำให้เกษตรกรสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตได้มากขึ้นเนื่องจากสามารถรับซื้อน้ำยางมาทำได้ด้วยทำให้ประสิทธิภาพในการรีดยางเพิ่มขึ้นเพราะฉะนั้นเครื่องรีดยางพาราแบบต่อเนื่องจะเป็นประโยชน์สำหรับ เกษตรกรชาวสวนยางเป็นอย่างยิ่ง จากงานวิจัยที่ผ่านมา ส่วนมากจะเป็นงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องรีดยางพาราเป็นส่วนมาก แต่หลักการทำงานของเครื่องรีดยางพารานั้นก็

Mahasarakham University

คล้ายกันกับเครื่องจักรยานบดแกลบที่กำลังทำการศึกษาเพื่อจะนำข้อมูลมาสร้าง คือการรีดแผ่นยางพารา ให้มีปริมาตรเล็กลงส่วนเครื่องจักรยานบดแกลบก็จะทำงานในหลักการคล้ายกันคือบดแกลบให้มีขนาดเล็กลงและมีปริมาตรน้อยลง ผู้ที่ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเครื่องจักรยานบดแกลบก็ยังคงมีน้อยมาก จึงเป็นแนวทางที่จะออกแบบและสร้างเครื่องจักรยานบดแกลบต่อไป

สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์ (2556 : 46) งานที่นำเสนอในโครงงานวิศวกรรมนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องบดแกลบโดยใช้ต้นกำลังจากคน โดยมี 2 วัตถุประสงค์ในการออกแบบสร้างคือ แกลบจากการบดที่ได้จากเครื่องที่สร้างขึ้น มีความละเอียด และใช้คนเป็นต้นกำลังในการทำงานของเครื่อง ในการพิจารณาประสิทธิภาพจึงนำความละเอียดของแกลบที่ได้นั้นไปเปรียบเทียบกับความละเอียดของแกลบที่บดที่ได้จากเครื่องที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้า ในการทดสอบการออกแบบนั้นได้ปรับระยะห่างการบดและรอบที่ใช้ในการขับเคลื่อนหลายระดับ ซึ่งความละเอียดของแกลบที่บดได้จะแสดงถึงสมรรถนะของเครื่องที่สร้างขึ้น จากการเปรียบเทียบความละเอียดของแกลบที่บดจากเครื่องที่สร้างขึ้นกับเครื่องที่ใช้ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าจะเห็นได้ว่าความละเอียดที่ใช้คนเป็นต้นกำลังมีความหยาบกว่า แต่ก็สามารถใช้เป็นอาหารสัตว์ได้อีกทั้งประหยัดพลังงานไฟฟ้าและไม่เกิดมลพิษ

Mahasarakham University

บทที่ 3

การดำเนินการศึกษา

3.1 การออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ

ในการออกแบบและพัฒนาเครื่องบดแกลบ การที่จะทำให้แกลบมีความละเอียดเพิ่มมากขึ้นจะต้องเพิ่มหินในการบดอีก 1 ลูก เพื่อให้ผิวสัมผัสในการบดเพิ่มมากขึ้น แต่กำลังในปั่นเท่าเดิม จึงต้องมีการปรับเปลี่ยนอัตราทดให้ปั่นง่ายขึ้น ความเร็วรอบของลูกหินกลมจึงช้าลง

3.2 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องบดแกลบด้วยจักรยาน

เครื่องบดแกลบด้วยจักรยาน โครงสร้างเป็นลูกกลิ้งที่เป็นลูกหินบดผิวลูกหินจะมีลักษณะเป็นผิวชรุขระทั้งสามลูก เพื่อเพิ่มแรงเสียดทานในการบดแกลบ สองลูกจะมีลักษณะเป็นทรงสี่เหลี่ยมส่วนอีกลูกจะมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก

ระบบขับเคลื่อน ลูกหินทรงกระบอกจะเชื่อมต่อกับเพลา เมื่อลูกหินทรงกระบอกได้รับแรงจากต้นกำลังจากการปั่นจักรยานส่งมายังเพลาขับลูกหิน ลูกหินก็จะทำการหมุนบดแกลบเข้ากับลูกหินทรงสี่เหลี่ยมตัวที่หนึ่งและไหลต่อมายังหินตัวที่สอง หินตัวที่หนึ่งจะตั้งระยะห่างมากกว่าหินตัวที่สอง เพื่อให้แกลบมีความละเอียดมากที่สุด

เครื่องบดแกลบแบบใช้พลังงานคนนี้ ซึ่งประกอบไปด้วยห้องบดแกลบขนาด 8000 ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้สายพานในการถ่ายโอนกำลังจำนวน 2 เส้น ขนาด 1.58 และ 1.15 เมตร ในการปั่นใช้พูเลย์ขนาด 20.32 เซนติเมตร ขับพูเลย์ 10.16 เซนติเมตร และ 20.32 เซนติเมตร บนเพลาเดี่ยวกันก็จะขับพูเลย์ 7.62 เซนติเมตร ที่เพลาเดี่ยวกันของลูกหินบดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.18 เซนติเมตร ยาว 17.78 เซนติเมตร และมีกระบะใส่แกลบขนาด 13,448 ลูกบาศก์เซนติเมตร เครื่องบดแกลบนี้สามารถบดแกลบได้ละเอียดสูงสุดที่ 300 ไมโครเมตร ที่ระยะห่างหินบดตัวที่ 1 ที่ 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ 0.05 มิลลิเมตร ลักษณะของเครื่องบดแกลบดังแสดงในภาพประกอบ 18

3.3 ส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องบดแกลบ

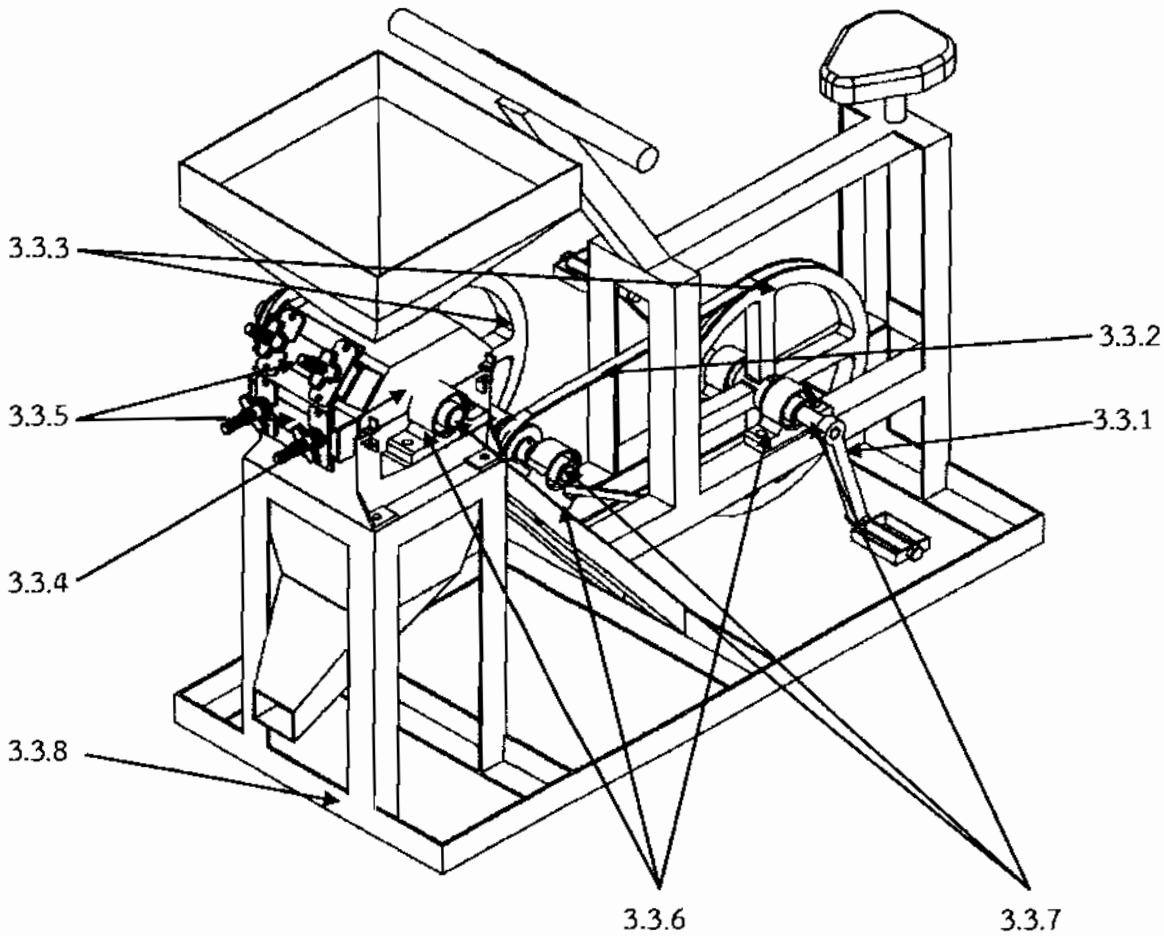
3.3.1 จักรยาน
3.3.2 สายพาน
3.3.3 พูเลย์
3.3.4 ลูกหินทรงกระบอก
3.3.5 ลูกหินทรงสี่เหลี่ยม 2 ลูก

Mahasarakham University

3.3.6 แบริ่ง

3.3.7 เพลา

3.3.8 โครงสร้างเครื่อง



ภาพประกอบ 18 ส่วนประกอบต่างๆ เครื่องบดแกลบ

3.4 หน้าที่และส่วนประกอบ

3.4.1 สายพาน ส่งกำลังที่ได้จากจักรยานไปสู่พูเลย์ที่ขับเพลาลูกหินบด สายพานจะมีความยืดหยุ่นอยู่ในตัวทำให้ไม่เกิดเสียงดังจนเกินไป และสายพานลิ่มนี้มีประสิทธิภาพอยู่ในช่วง 90 – 98 เปอร์เซ็นต์

3.4.2 พูเลย์ เป็นอุปกรณ์รับและส่งถ่ายกำลังจากต้นกำเนิดกำลังไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการใช้กำลังงานจากแหล่งกำเนิด

Mahasarakham University

3.4.3 ลูกหินทรงกระบอก ลูกหินบดมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 17.78 เซนติเมตร ยาว 17.78 เซนติเมตร ผิวของลูกหินบดจะทำหน้าที่บดแกลบหรือบีบอัดแกลบให้เสียดสีกับหินอีกก่อนหนึ่ง ทำให้แกลบละเอียดกลายเป็นรำแก่

3.4.4 ลูกหินทรงสี่เหลี่ยม ทำหน้าที่ปรับระยะห่างของหินสามก้อนเพื่อปรับความละเอียดของรำแก่ที่ได้ออกมา โดยจะมีสกรูปรับสองตัว

3.4.5 แบริ่ง ทำหน้าที่รองรับเพลาเพื่อจะทำให้เกิดความสมดุล

3.4.6 เพลา ทำหน้าที่ถ่ายทอดกำลังที่รับมาจากสายพานและพูเลย์และส่งกำลังไปที่ชุดเฟืองและลูกหินบดแกลบต่อไป

3.4.7 โครงสร้างเครื่อง ทำจากเหล็กฉาก ทำหน้าที่เป็นตัวยึดส่วนต่างๆ ให้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนด สามารถทำงานได้ และให้ความแข็งแรงแก่เครื่อง

3.5 ตัวอย่างการคำนวณ

3.5.1 การหาความยาวของสายพานระหว่างพูเลย์เพลาขับตัวที่ 1 กับพูเลย์เพลาตามตัวที่ 1

เมื่อของเส้นผ่านศูนย์กลางของพลูเล่ย์เพลาขับ D_1 เท่ากับ 20.32 เซนติเมตร เพลาตาม D_2 เท่ากับ 10.16 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาตัวขับและตัวตาม C1 เท่ากับ 53 เซนติเมตร สามารถคำนวณหาความยาวของสายพานได้ดังนี้ จากสมการที่ 2.2

$$L_1 = 2C1 + \left(\frac{\pi}{2}\right)(D_1 + D_2) + \left(\frac{(D_1+D_2)^2}{4C1}\right)$$

$$L_1 = 2(53) + \left(\frac{\pi}{2}\right)(20.32 + 10.16) + \left(\frac{(20.32+10.16)^2}{4(53)}\right)$$

L_1 = 158.26 เซนติเมตร หรือ 1.58 เมตร

เลือกสายพานที่มีความยาว 1.58 เมตร

3.5.2 การหาความยาวของสายพานระหว่างพูเลย์เพลาขับตัวที่ 2 กับพูเลย์เพลาตามตัวที่ 2

เมื่อของเส้นผ่านศูนย์กลางของพลูเล่ย์เพลาขับ D_3 เท่ากับ 20.32 เซนติเมตร เพลาตาม D_4 เท่ากับ 7.62 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลาตัวขับและตัวตาม C2 เท่ากับ 33 เซนติเมตร สามารถคำนวณหาความยาวของสายพานได้ดังนี้ จากสมการที่ 2.2

$$L_2 = 2C2 + \left(\frac{\pi}{2}\right)(D_3 + D_4) + \left(\frac{(D_3+D_4)^2}{4C2}\right)$$

$$L_2 = 2(33) + \left(\frac{\pi}{2}\right)(20.32 + 7.62) + \left(\frac{(20.32+7.62)^2}{4(33)}\right)$$

Mahasarakham University

L_2 = 115.80 เซนติเมตร หรือ 1.15 เมตร

เลือกสายพานที่มีความยาว 1.15 เมตร

3.5.3 คำนวณหาอัตราทด

คำนวณหาอัตราทดจากเพลาขับตัวที่ 1 กับเพลาตามตัวที่ 1 โดยที่ D_1 เท่ากับ 20.32 เซนติเมตร และ D_2 เท่ากับ 10.16 เซนติเมตร จากสมการ 2.1

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$= \frac{10.16(\text{เซนติเมตร})}{20.32(\text{เซนติเมตร})}$$

$$= 0.50$$

คำนวณหาอัตราทดเพลาขับตัวที่ 2 กับเพลาตามตัวที่ 2 โดยที่ D_1 เท่ากับ 20.32 เซนติเมตร และ D_2 เท่ากับ 7.62 เซนติเมตร จากสมการ 2.1

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$= \frac{7.62(\text{เซนติเมตร})}{20.32(\text{เซนติเมตร})}$$

$$= 0.375$$

คำนวณหาความเร็วรอบพูเลย์เพลาตามตัวที่ 1 เมื่อปั่นด้วยความเร็วรอบเฉลี่ย 50 รอบต่อนาที ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตรกับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร จากสมการ 2.1

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

$$\frac{45}{N_2} = \frac{10.16}{20.32}$$

$$N_2 = \frac{50 \times 20.32}{10.16}$$

$$N_2 = 100 \text{ รอบต่อนาที}$$

Mahasarakham University

หาความเร็วรอบของพูเลย์เพลาตามตัวที่ 2 เมื่อเพลาขับตัวที่ 2 หมุนด้วยความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที จากสมการ 2.1

$$I = \frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

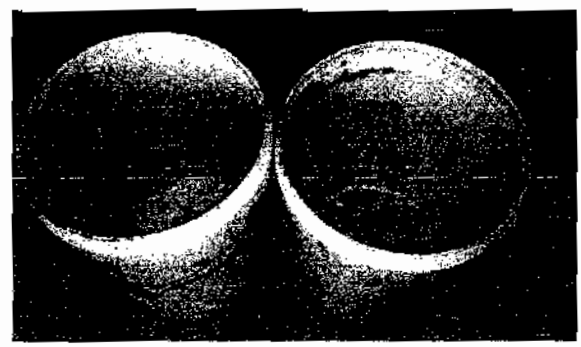
$$\frac{100}{N_2} = \frac{7.62}{20.32}$$

$$N_2 = \frac{100 \times 20.32}{7.62}$$

$$N_2 = 266.66 \text{ รอบต่อนาที}$$

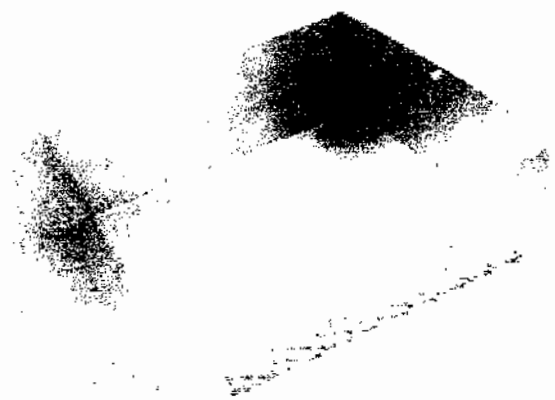
3.6 เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.6.1 ถังสำหรับใส่แกลบขนาด 20 ลิตรใช้ในการบรรจุแกลบก่อนเข้าเครื่องบดแกลบ



ภาพประกอบ 11 ถังใส่แกลบ

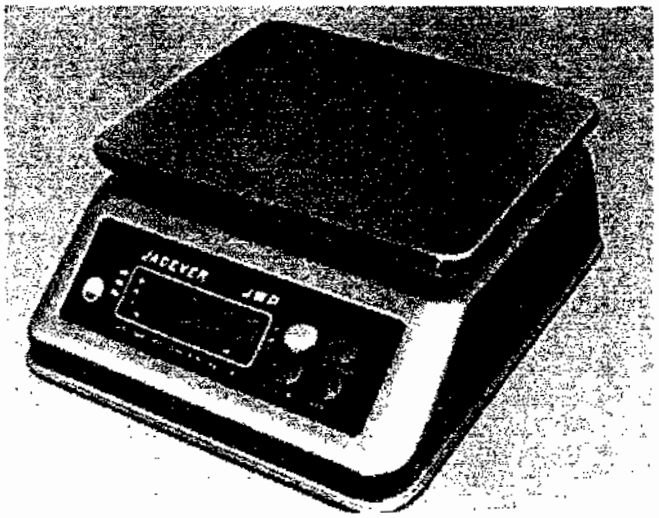
3.6.2 ถาดสำหรับรองรับแกลบที่ออกมาจากเครื่องบดแกลบ



ภาพประกอบ 12 ถาดรองแกลบบดหยาบ

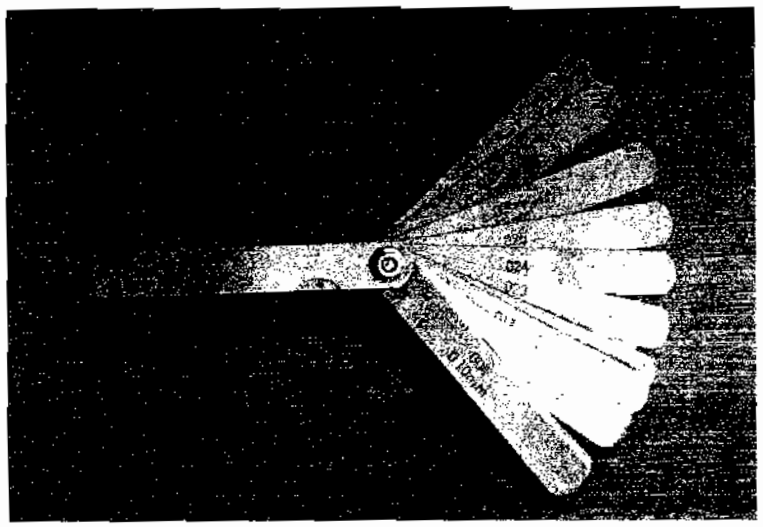
Mahasarakham University

3.6.3 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล ใช้สำหรับชั่งน้ำหนักก่อนและหลังจากการบดแกลบ เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอลแบบกันน้ำ ความละเอียด 0.01 กรัม ยี่ห้อ JADEVER ไต้หวัน รุ่น JWP พิกัด 1.5/3/6/15 และ 30 กก. กรอบด้านนอกสแตนเลส แสดงผลเป็นตัวเลขสีแดง 1 ด้าน ใช้พลังงานไฟฟ้า 220 โวล์ท และแบตเตอรี่แบบชาร์ดไฟได้



ภาพประกอบ 13 เครื่องชั่งน้ำหนักดิจิตอล

3.6.4 เครื่องมือวัดระยะห่าง ใช้ในการปรับตั้งค่าเพื่อหาระยะห่างของลูกหินบดทั้ง 3 ลูก ยี่ห้อ THICKNESS GAUGE ความละเอียดเป็นมิลลิเมตร



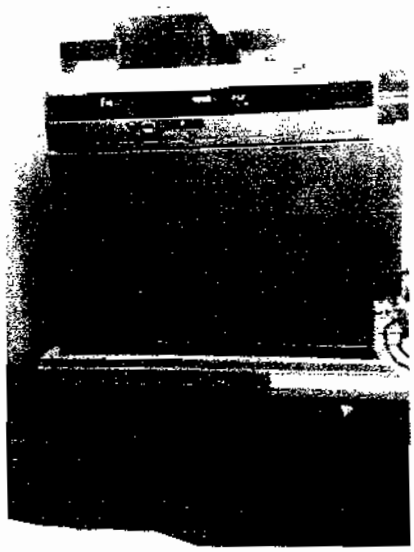
ภาพประกอบ 14 ฟิลเลอร์เกจ

Mahasarakham University

3.6.5 เครื่องเขย่าตะแกรงร่อน ใช้ในการวัดหาค่าความละเอียดของรำแก่ที่ออกมาจากเครื่องบดแกลบ ยี่ห้อ Retsch

ภาพประกอบ 15 เครื่องเขย่าตะแกรงร่อน

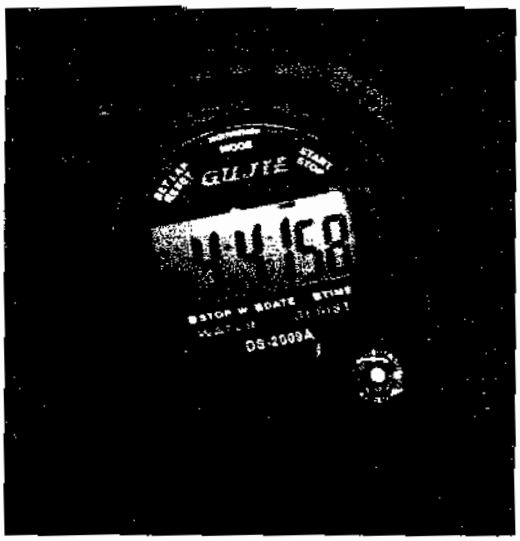
3.6.6 ตู้อบลมร้อน เพื่อหาความชื้นของแกลบก่อนทำการบด ที่อุณหภูมิ 105 องศา เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ยี่ห้อ Memmert



ภาพประกอบ 16 ตู้อบลมร้อน

Mahasarakham University

3.6.7 นาฬิกาจับเวลา จะใช้ในการจับเวลาและบอกระยะเวลาตามการทดลองเงื่อนไขต่างๆ ยี่ห้อ GUJIE รุ่น DS-2009A



ภาพประกอบ 17 นาฬิกาจับเวลา

3.7 วิธีการทดลอง

3.7.1 เตรียมแกลบสำหรับการทดลอง ที่ความชื้อเปียก 12.35 เปอร์เซ็นต์

3.7.2 ปรับระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร กับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร นำแกลบใส่ลงในกะบะใส่แกลบครั้งละ 100 กรัม แล้วปรับด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

3.7.3 ปรับระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร กับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร นำแกลบใส่ลงในกะบะใส่แกลบครั้งละ 100 กรัม แล้วปรับด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

3.7.4 ปรับระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร กับลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025 มิลลิเมตร นำแกลบใส่ลงในกะบะใส่แกลบครั้งละ 100 กรัม แล้วปรับด้วยความเร็ว 50 รอบต่อนาที ทำทั้งหมด 3 ครั้ง

3.7.5 นำรำแก่ที่ได้จากการบดแกลบมาชั่งน้ำหนักหาค่าน้ำหนักที่ได้ออกมาแต่ละครั้งแล้วนำมาวัดหาค่าความละเอียดเพื่อนำไปทำการเปรียบเทียบกับแบบลูกหินบด 2 ลูก มีความละเอียดต่างกันอย่างไร แล้วหาระยะการปรับระยะห่างของลูกหินและความเร็วรอบที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการตั้งค่าในการบดแกลบให้เป็นรำแก่เพื่อใช้งานในครั้งต่อไป

Mahasarakham University

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

4.1 ผลการทดลองหาความชื้น

การทดลองหาความชื้นของวัสดุโดยใช้ตู้อบลมร้อน ในที่นี้จะทดลอง 3 ซ้ำ โดยใช้วัสดุที่มีปริมาณแตกต่างกัน อบในอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 24 ชั่วโมง ได้ผลทดลองดังตารางต่อไปนี

ตาราง 1 ความชื้นของวัสดุที่ทดลอง

ซ้ำที่	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	มาตรฐานเปียก (w.b.)	มาตรฐานแห้ง (w.b.)
1	23.47	20.93	10.82	12.13
2	26.68	23.24	12.89	14.80
3	27.78	24.91	10.33	11.52
ค่าเฉลี่ย			11.35	14.03

จากการทดลองหาความชื้นของวัสดุ จะได้ความชื้นมาตรฐานเปียกเฉลี่ย 12.35 เปอร์เซ็นต์ และได้ความชื้นมาตราฐานแห้ง 14.03 เปอร์เซ็นต์

4.2 ผลการทดลองครั้งที่ 1

การทดลองครั้งที่ 1 จะปรับระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.1 มิลลิเมตร ใช้แกลบในปริมาณ 100 กรัม บดในระยะเวลา 1 นาที แบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง ปั่นด้วยความเร็วรอบเท่ากันที่ 50 รอบต่อนาที ได้ผลการทดลองดังนี้

Mahasarakham University

ตาราง 2 ผลการทดลองที่ 1 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น0.1 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาที ที่และที่ 50 rpm

ระยะหินบด (mm)	ซ้ำที่	น้ำหนัก (g)
ลูกหินตัวที่ 1 ระยะห่าง 0.05	1	15.19
และ	2	12.17
ลูกหินตัวที่ 2 ระยะห่าง 0.1	3	12.12

จากผลการทดลองที่ 1 ปรับลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร และ ลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตร ตามตาราง 2 ในการทดลองทั้ง 3 ครั้งนี้ นำผลที่ได้มาทำการวัดหาน้ำหนักร้อยละของรำแก่และได้ผลการวัดค่าความละเอียดดังนี้และมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 ขั้นตอนการร่อนหาน้ำหนักร้อยละของแกลบบด

4.2.1.1 เลือกตะแกรงร่อนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงที่ 500 μm 425 μm และ 300 μm

4.2.1.2 เริ่มจากตะแกรงข้างล่างสุดจะไม่มีรูจะเรียกว่า 0 μm เรียงตามลำดับ 0 μm ขึ้นไปเป็น 300 μm 425 μm และ500 μm ตามลำดับ

4.2.1.3 นำตัวอย่างการทดลองครั้งที่ 1 ซ้ำที่ 1 มาใส่ในตะแกรงร่อนตัว 500 μm ตัวบนสุด

4.2.1.4 ใช้เวลาร่อน 10 นาที ต่อ 1 ตัวอย่าง

4.2.1.5 นำแกลบที่ร่อนเสร็จจากตะแกรงร่อนแต่ละขนาดมาชั่งน้ำหนักและจดบันทึกค่าน้ำหนักกับตะแกรงแต่ละขนาด

Mahasarakham University

ตาราง 3 น้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.1 มิลลิเมตรและที่ 50 rpm

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	15.19 g		12.17 g		12.12 g	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	8.16	53.71	5.93	48.72	5.65	46.61
426-499	0.67	4.41	1.09	8.95	0.85	7.01
301-425	2.27	14.94	1.60	13.14	2.02	16.66
0-300	4.04	26.60	3.54	29.08	3.59	29.62

4.2.2 วิธีการคำนวณหาน้ำหนักร้อยละ

น้ำหนักร้อยละ = (น้ำหนักที่ได้ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm) / น้ำหนักรวม) x 100

ตัวอย่างเช่น ที่ 500 ขึ้นไป จะเท่ากับ (8.16/15.19) x 100 จะได้น้ำหนักร้อยละเท่ากับ 53.71

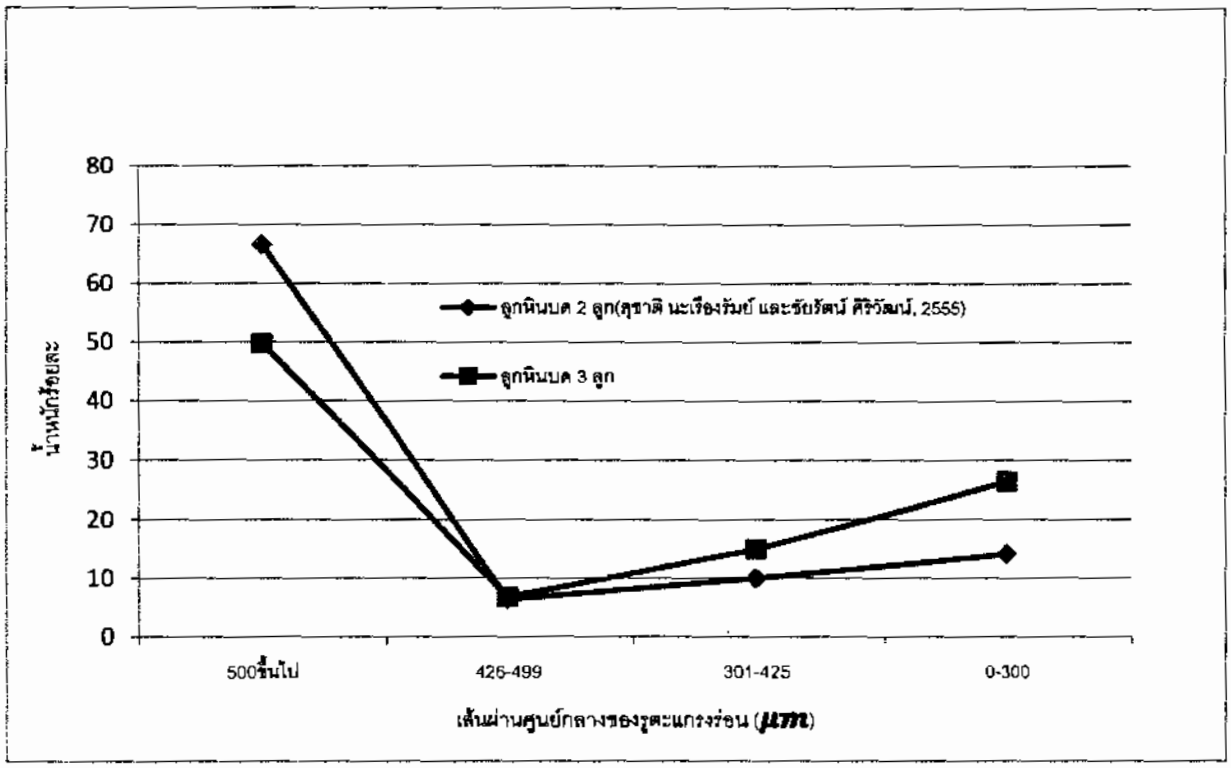
จากการทดลองครั้งที่ 1 นำผลของน้ำหนักและน้ำหนักร้อยละที่ได้จากตาราง 3 มาเฉลี่ยเพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกได้ดังนี้

Mahasarakham University

ตาราง 4 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 1

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	ลูกหินบด 2 ลูก (สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์, 2555)		ลูกหินบด 3 ลูก	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	42.58	66.55	6.58	49.68
426-499	4.01	6.35	0.87	6.79
301-425	6.33	9.91	1.96	14.91
0-300	8.90	14.03	3.72	26.43

กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 1



ภาพประกอบ 19 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 1

Mahasarakham University

4.3 ผลการทดลองครั้งที่ 2

การทดลองครั้งที่ 2 จะปรับระยะห่างของลูกหินบดลูกที่ 1 เป็น 0.05 และลูกหินบดลูกที่ 2 เป็น 0.05 มิลลิเมตร ใช้แกลบในปริมาณ 100 กรัม บดในระยะเวลา 1 นาที แบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง ปั่นด้วยความเร็วรอบเท่ากันที่ 50 รอบต่อนาที ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 5 ผลการทดลองที่ 2 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.05 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาทีและที่ 50 rpm

ระยะหินบด (mm)	ซ้ำที่	น้ำหนัก (g)
ลูกหินตัวที่ 1 ระยะห่าง 0.05	1	14.11
และ	2	14.56
ลูกหินตัวที่ 2 ระยะห่าง 0.05	3	18.27

จากผลการทดลองที่ 2 ปรับลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร ตามตาราง 5 ในการทดลองทั้ง 3 ครั้งนี้ นำผลที่ได้มาทำการวัดหาค่าความละเอียดของรำแก่และได้ผลการวัดค่าความละเอียดดังนี้

ตาราง 6 น้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตรและที่ 50 rpm

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	14.11 g		14.56 g		18.27 g	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	7.23	51.24	6.70	46.01	6.66	36.45
426-499	1.07	7.58	1.03	7.07	1.75	9.57
301-425	1.95	13.82	2.37	16.27	2.98	16.31
0-300	3.86	27.35	4.45	30.56	6.86	37.54

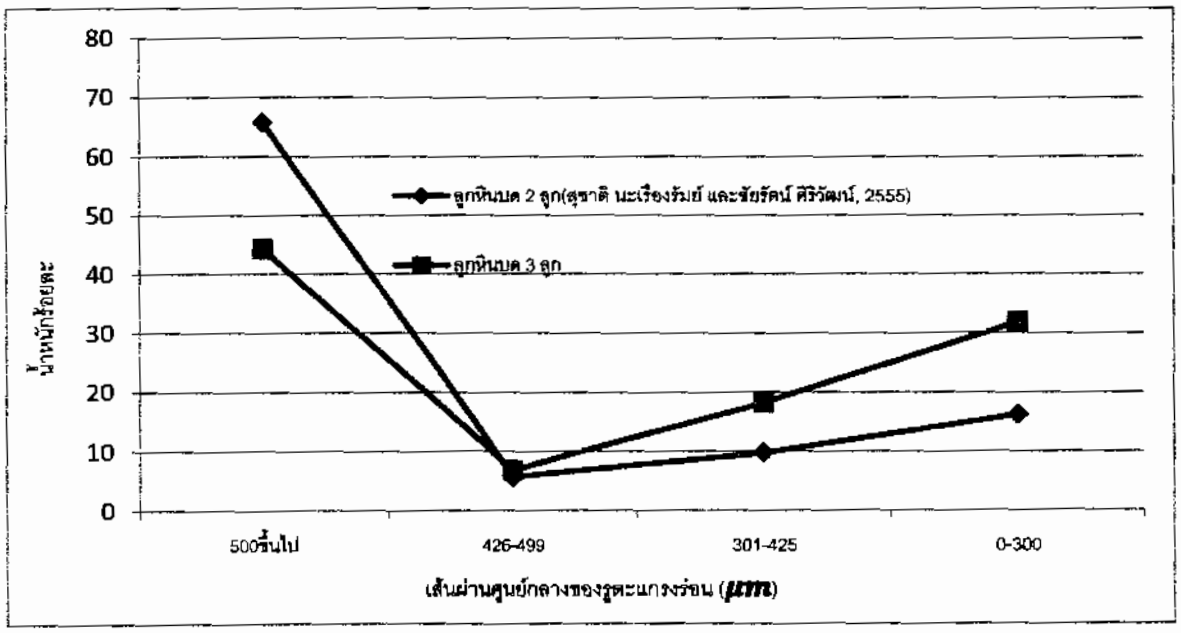
Mahasarakham University

จากการทดลองครั้งที่ 2 นำผลของน้ำหนักและน้ำหนักร้อยละที่ได้จากตาราง 6 มาเฉลี่ยเพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกได้ดังนี้

ตาราง 7 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 2

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	ลูกหินบด 2 ลูก (สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์, 2555)		ลูกหินบด 3 ลูก	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	41.13	65.79	5.02	44.26
426-499	3.46	5.64	0.76	6.70
301-425	6.09	9.76	2.06	18.16
0-300	10.17	16.21	3.54	31.81

กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 2



ภาพประกอบ 20 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 2

Mahasarakham University

4.4 ผลการทดลองครั้งที่ 3

การทดลองครั้งสามจะปรับระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 เป็น 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.025 มิลลิเมตร ใช้แกลบในปริมาณ 100 กรัม บดในระยะเวลา 1 นาที แบ่งการทดลองเป็น 3 ครั้ง ปั่นด้วยความเร็วรอบที่เท่ากันที่ 50 รอบต่อนาที ได้ผลการทดลองดังนี้

ตาราง 8 ผลการทดลองที่ 3 ปรับระยะลูกหินบดตัวที่1 เป็น 0.05 มิลลิเมตร และลูกหินบดตัวที่ 2 เป็น 0.025 มิลลิเมตร ใช้ปริมาณแกลบ 100 กรัม บดในเวลา 1 นาทีและที่ 50 rpm

ระยะหินบด (mm)	ซ้ำที่	น้ำหนัก (g)
ลูกหินตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05	1	12.41
และ	2	10.85
ลูกหินตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025	3	10.77

จากผลการทดลองที่ 3 ปรับลูกหินตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025 มิลลิเมตร ตามตาราง 8 ในการทดลองทั้ง 3 ครั้งนี้ นำผลที่ได้มาทำการวัดหาค่าความละเอียดของรำแก่ และได้ผลการวัดค่าความละเอียดดังนี้

ตาราง 9 การหาน้ำหนักร้อยละของรำแก่จากการปั่น ที่ระยะห่างของลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.025 มิลลิเมตรและที่ 50 rpm

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	12.41 g		10.85 g		10.77 g	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	5.92	47.70	4.90	45.16	4.26	39.55
426-499	0.77	6.20	0.56	5.16	0.97	9.00
301-425	1.92	15.47	2.11	19.44	2.16	20.05
0-300	3.98	32.07	3.28	30.23	3.38	31.38

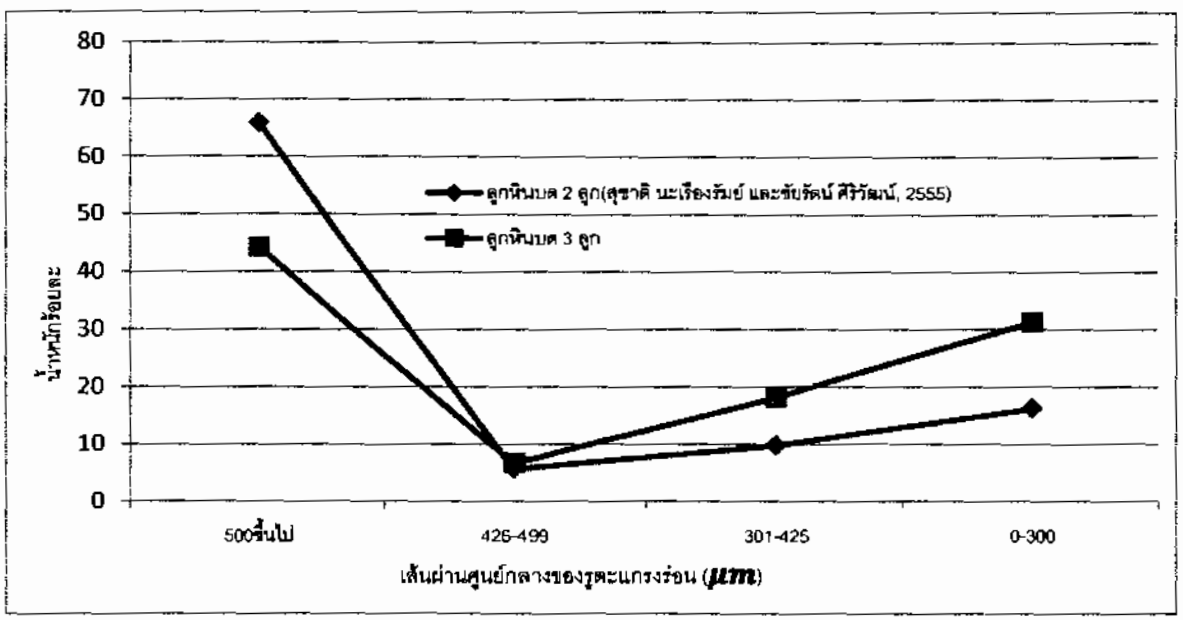
Mahasarakham University

จากการทดลองครั้งที่ 3 นำผลของน้ำหนักและน้ำหนักร้อยละที่ได้จากตาราง 9 มาเฉลี่ยเพื่อนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาเปรียบเทียบกับการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกได้ดังนี้

ตาราง 10 เปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 3

เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm)	ลูกหินบด 2 ลูก (สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์, 2555)		ลูกหินบด 3 ลูก	
	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ	น้ำหนัก (g)	น้ำหนักร้อยละ
500 ขึ้นไป	41.13	65.79	5.02	44.26
426-499	3.46	5.64	0.76	6.78
301-425	6.09	9.76	2.06	18.32
0-300	10.17	16.21	3.54	31.21

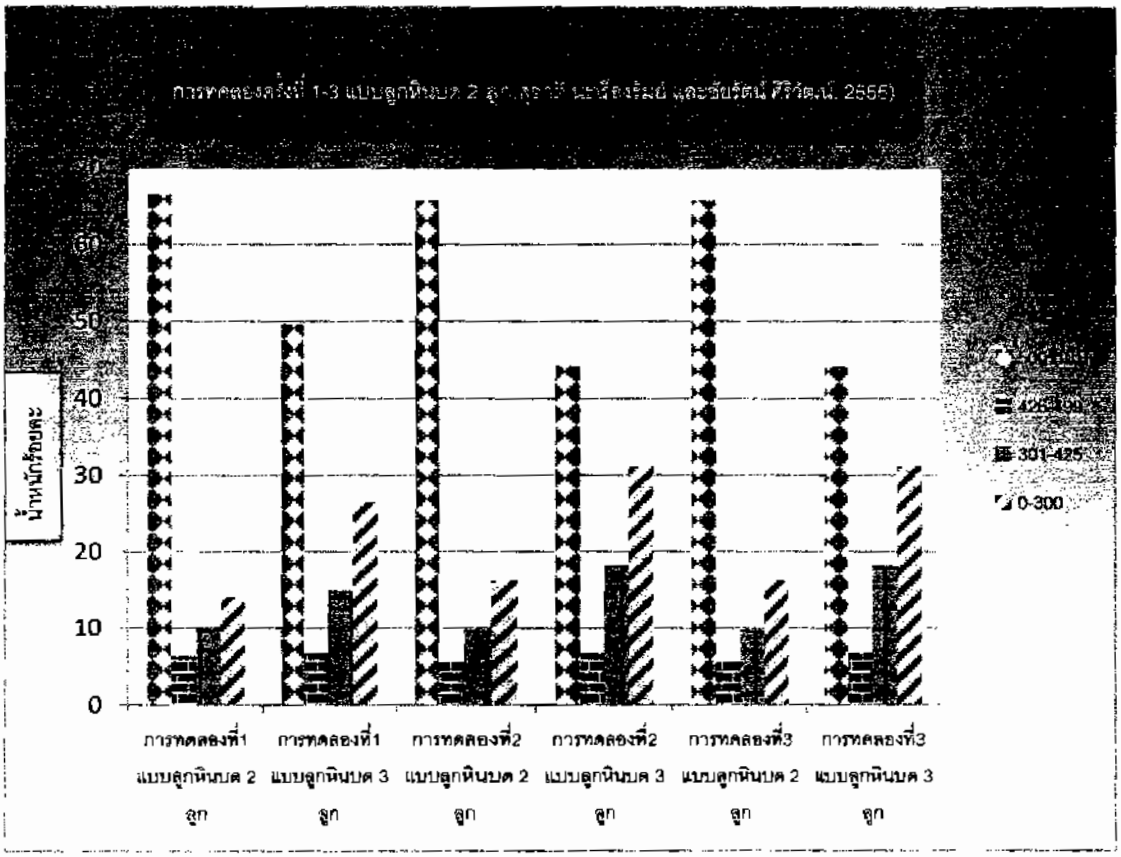
กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละของการบดด้วยลูกหิน 2 ลูกกับการบดด้วยลูกหิน 3 ลูก ในการทดลองครั้งที่ 3



ภาพประกอบ 21 กราฟเปรียบเทียบน้ำหนักร้อยละ การทดลองครั้งที่ 3

Mahasarakham University

แผนภูมิแสดงน้ำหนักร้อยละของผลการทดลองแบบลูกหินบด 2 ลูกและแบบลูกหินบด 3 ลูก



ภาพประกอบ 22 แผนภูมิแสดงน้ำหนักร้อยละของผลการทดลองแบบลูกหินบด 2 ลูกและแบบลูกหินบด 3 ลูก

4.5 สรุปแผนภูมิแสดงน้ำหนักร้อยละของผลการทดลองแบบลูกหินบด 2 ลูกและแบบลูกหินบด 3 ลูก

4.5.1 การทดลองครั้งที่ 1 จะเห็นได้ว่าที่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm) ที่ 500ขึ้นไปแบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่มากกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก ที่ 426-499 จะมีน้ำหนักร้อยละที่ใกล้เคียงกัน ที่ 301-425 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก และที่ 0-300 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก จากการทดลองครั้งที่ 1 แบบลูกหินบด 3 ลูกจึงมีความละเอียดมากกว่าแบบลูกหินบด 2 ลูก

4.5.2 การทดลองครั้งที่ 2 จะเห็นได้ว่าที่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (μm) ที่ 500ขึ้นไปแบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่มากกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก ที่ 426-499 จะมี

Mahasarakham University

น้ำหนักร้อยละที่ใกล้เคียงกัน ที่ 301-425 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก และที่ 0-300 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก จากการทดลองครั้งที่ 1 แบบลูกหินบด 3 ลูกจึงมีความละเอียดมากกว่าแบบลูกหินบด 2 ลูก

4.5.3 การทดลองครั้งที่ 3 จะเห็นได้ว่าที่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน (***µm***) ที่ 500ขึ้นไปแบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่มากกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก ที่ 426-499 จะมีน้ำหนักร้อยละที่ใกล้เคียงกัน ที่ 301-425 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก และที่ 0-300 แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่น้อยกว่าแบบลูกหินบด 3 ลูก จากการทดลองครั้งที่ 1 แบบลูกหินบด 3 ลูกจึงมีความละเอียดมากกว่าแบบลูกหินบด 2 ลูก

*จากฟาร์มที่เลี้ยงสุกรที่บ้านมา 10 ปี จะใช้ส่วนผสมของรำอ่อนกับรำแก่เท่ากับ 1 ต่อ 2 ส่วน แต่การทดสอบเบื้องต้น จะเพิ่มอัตราส่วนของรำแก่ ครั้งละ 10 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มไปถึง 30 เปอร์เซ็นต์สุกรก็ยังสามารถกินได้อยู่ ระบบขับถ่ายเป็นปกติ ดังนั้นจะสามารถผสมอัตราส่วนรำอ่อนกับรำแก่เป็น 1ต่อ 2.6 ส่วน

Mahasarakham University

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 ระยะห่างที่น้ำหนักร้อยละมากที่สุดของเครื่องบดแกลบแบบลูกหินบด 3 ลูกคือระยะห่างลูกหินบดตัวที่ 1 ที่ระยะห่าง 0.05 และลูกหินบดตัวที่ 2 ที่ระยะห่าง 0.05 มิลลิเมตร จะมีน้ำหนักร้อยละมากที่สุด ที่เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน 0 - 300 (μm) จะมีน้ำหนักร้อยละ 31.81

5.1.2 เครื่องบดแกลบแบบลูกหินบด 3 ลูกจะมีสมรรถนะสามารถบดแกลบได้น้ำหนักร้อยละที่มากกว่าแบบเครื่องบดแกลบแบบลูกหินบด 2 ลูก ที่เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน 0 - 300 (μm) ทั้ง 3 การทดลอง

5.1.3 จากการทดลองเปรียบเทียบเครื่องบดแกลบแบบลูกหินบด 2 ลูกกับเครื่องบดแกลบแบบลูกหินบด 3 ลูก น้ำหนักร้อยละที่ออกมา แบบลูกหินบด 3 ลูก จะมีน้ำหนักร้อยละมากว่าแบบลูกหินบด 2 ลูก จากตารางที่ 7 การทดลองครั้งที่ 2 ที่เส้นผ่านศูนย์กลางของรูตะแกรงร่อน 0 - 300 (μm) แบบลูกหินบด 2 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละ 16.21 และแบบลูกหินบด 3 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละ 31.81 แสดงว่าแบบลูกหินบด 3 ลูกจะมีน้ำหนักร้อยละที่มากกว่าแบบลูกหินบด 2 ลูก เท่ากับ (31.81/16.21) จะได้ 96.23 เปอร์เซ็นต์ ของระยะห่างที่น้ำหนักร้อยละมากที่สุด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เวลาทำการทดลองแต่ละครั้งจะต้องถอดฝาครอบลูกหินออกทุกครั้ง เพื่อวัดระยะห่างของลูกหินบดเพราะจะต้องปรับตั้งระยะห่างของลูกหินบดตามระยะห่างที่กำหนด

5.2.2 ในการทำความสะอาดในการทดลองแต่ละครั้งจะต้องถอดลูกปืนตุ๊กตาทุกครั้ง เพื่อจะได้ทำความสะอาดตะแกรงรองรับ

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

Mahasarakham University

บรรณานุกรม

กุลจิรา สุจิโรจน์, ผกามาศ แซ่หว่องและปาจรีย์ ถาวรนิติ. *การสังเคราะห์ซิลิกอนคาร์ไบด์จากแกลบข้าว.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

จำลอง ลิ้มตระกูล. *การออกแบบเครื่องจักกล.* ขอนแก่น : ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2533.

บรรจบ อรชร,อนุศิษฎ์ อันมานะตระกูล,ทะนงศักดิ์ ภักดีบุญและทวีวัฒน์ สังขมัน. 2547. เครื่องรีดยางพาราแบบต่อเนื่อง. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ.* 30(1) :167-181.

สุกัญญา จัตตุพรพงษ์. 2539. การตรวจสอบคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมการเลี้ยงสุกรแห่งชาติ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม; 193หน้า: สืบค้นเมื่อ 1 สิงหาคม 2557; ได้จาก: http:/ www.dld.go.th/inform/krice.html.

สุชาติ นะเรืองรัมย์ และชัยรัตน์ ศิริวัฒน์. *เครื่องบดแกลบ.* ปริญญานิพนธ์ วศ.บ. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 2555.

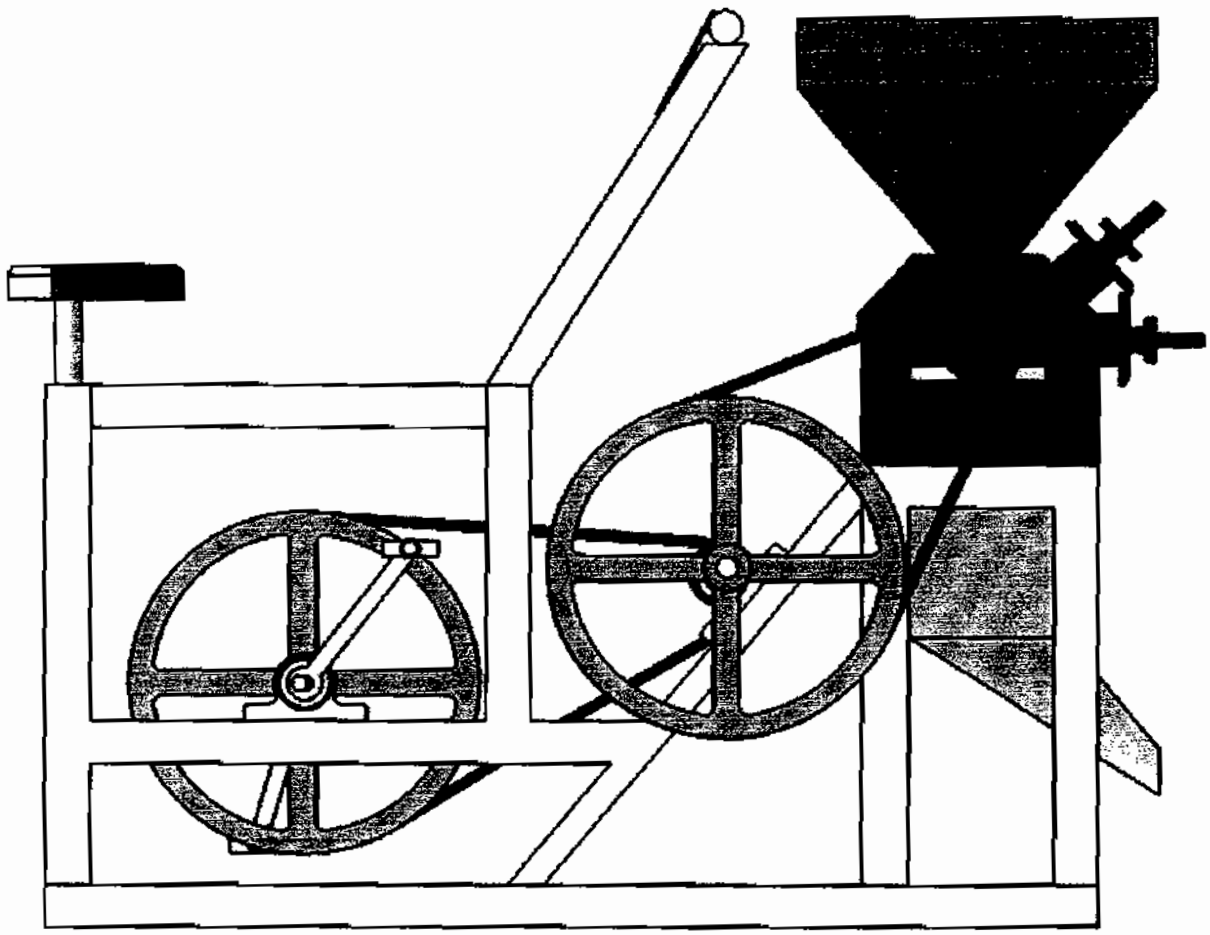
Mahasarakham University

ภาคผนวก

Mahasarakham University

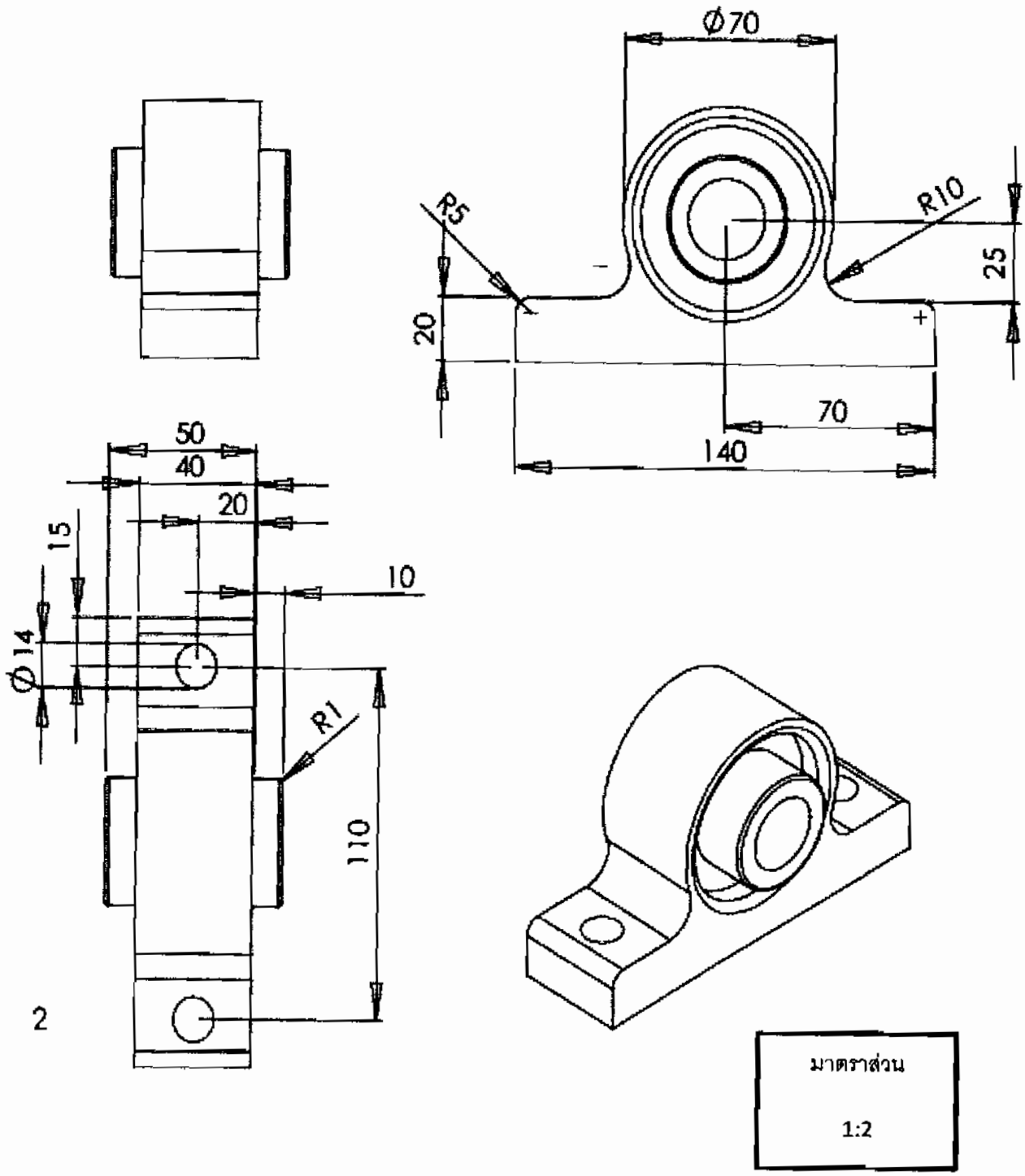
ภาคผนวก ก.
แบบเครื่องบดแกลบ

Mahasarakham University



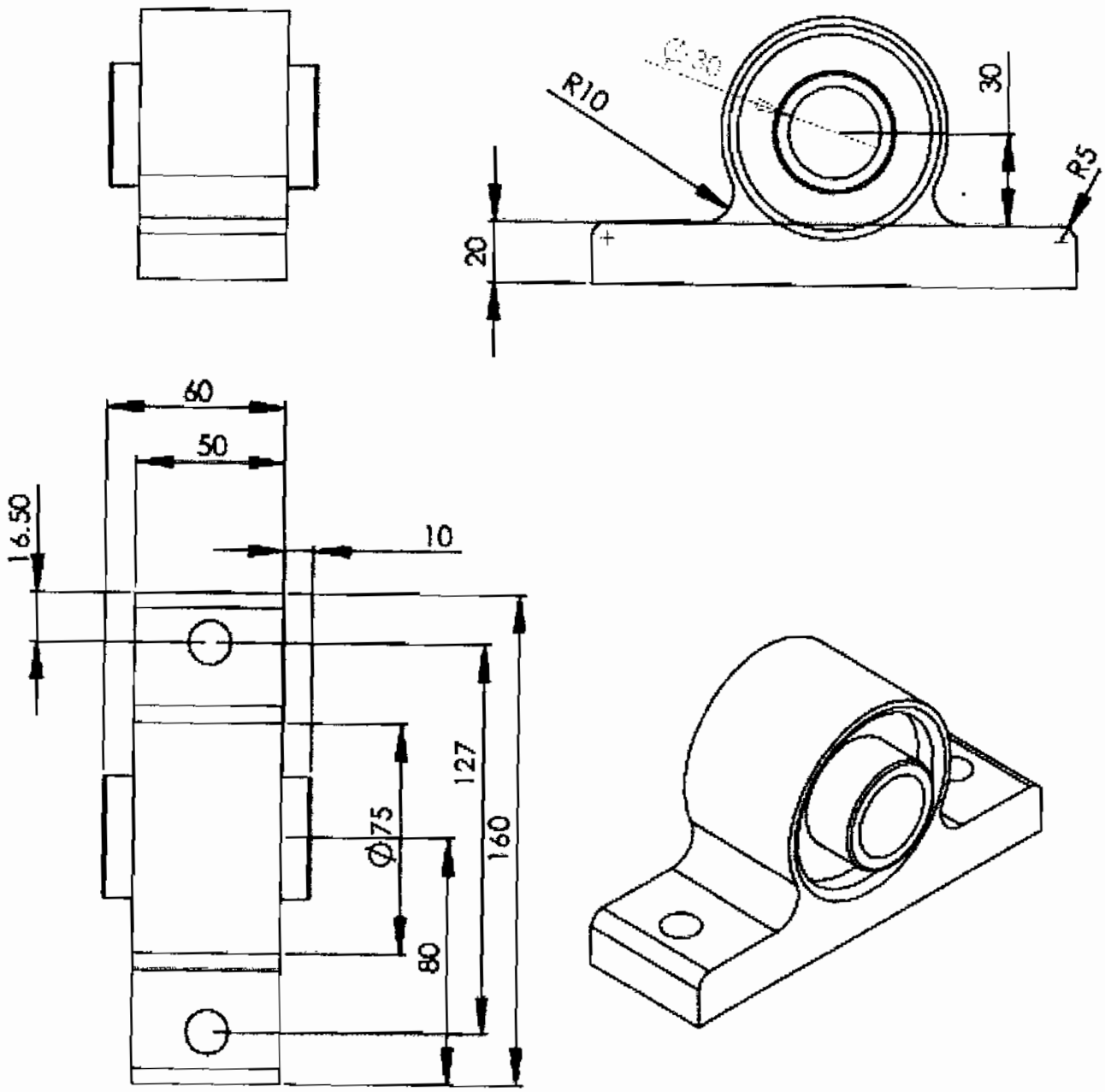
ภาพประกอบ 23 แบบเครื่องบดแกลบลูกหิน 3 ลูก

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 24 แบบแบริ่งขนาด 1 นิ้ว

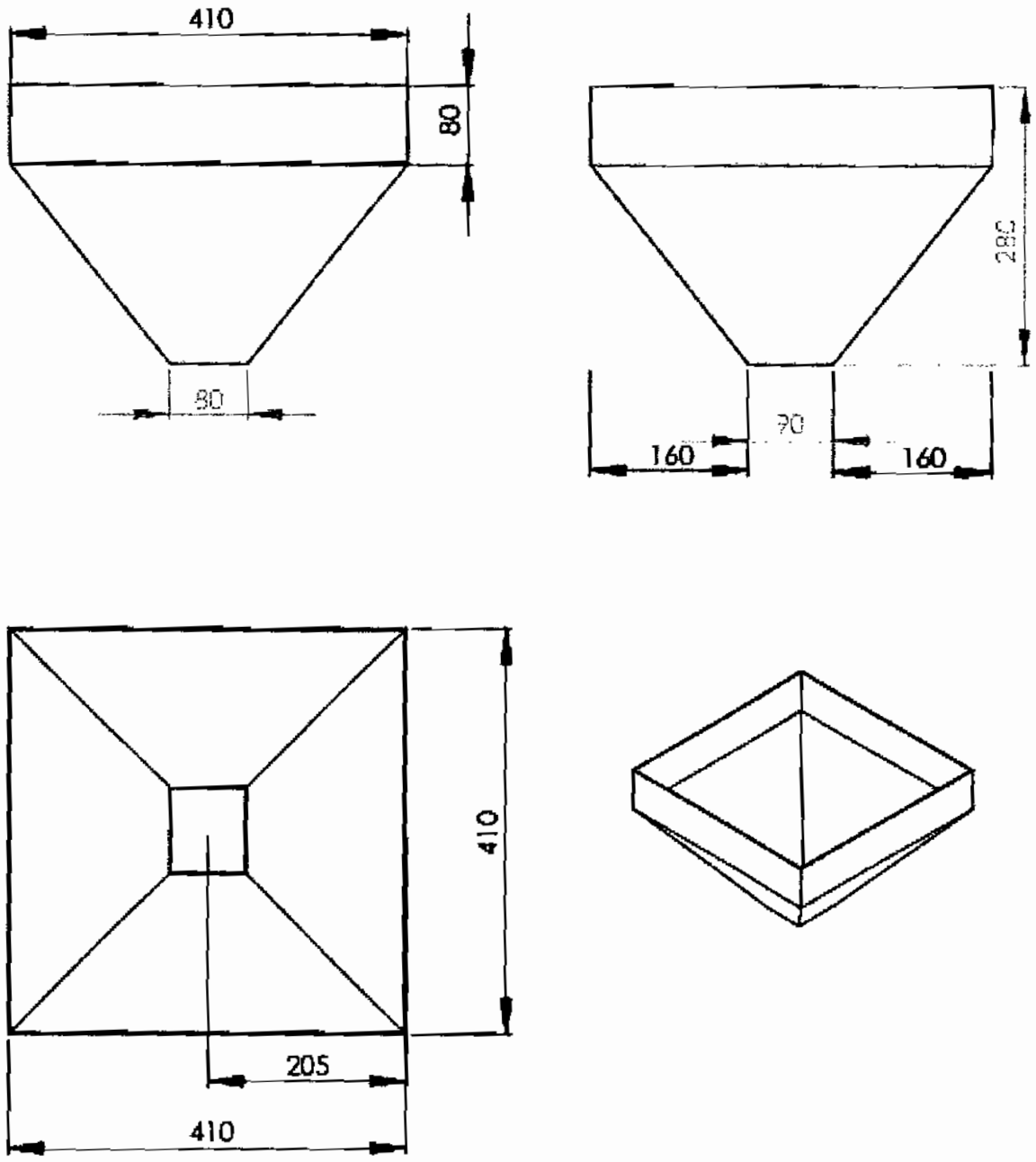
Mahasarakham University



มาตราส่วน
1:2

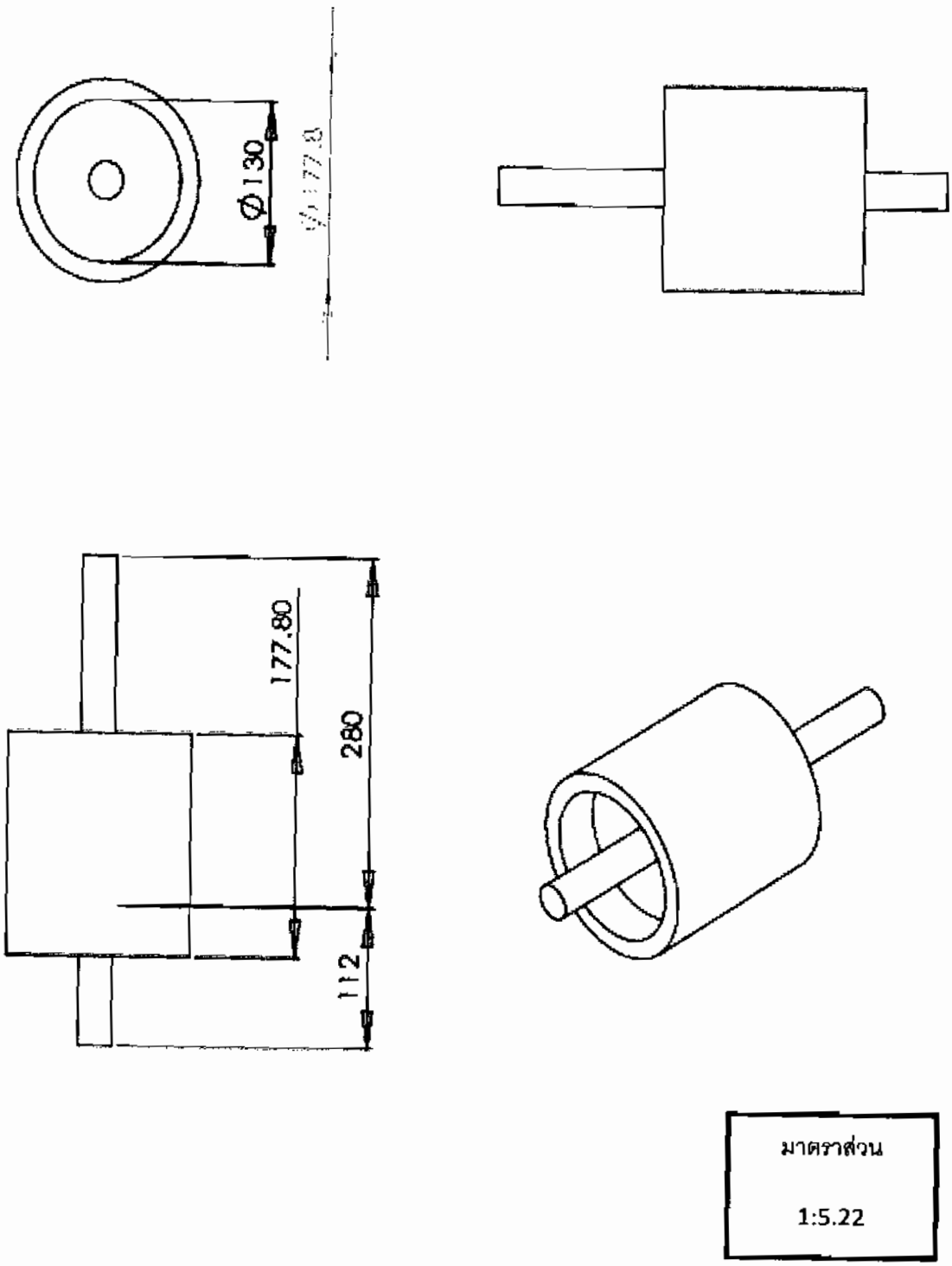
ภาพประกอบ 25 แบบแบริ่งขนาด 1.2 นิ้ว

Mahasarakham University



ภาพประกอบ 26 แบบกระบะแกลบขนาด 0.02 ลูกบาศก์เมตร

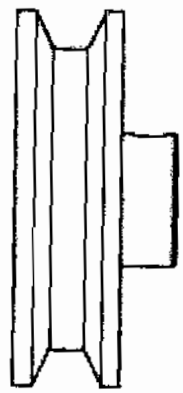
Mahasarakham University

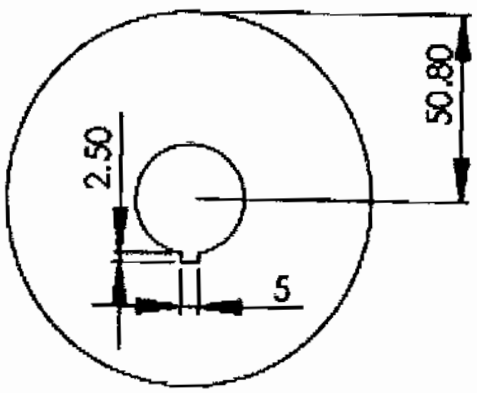


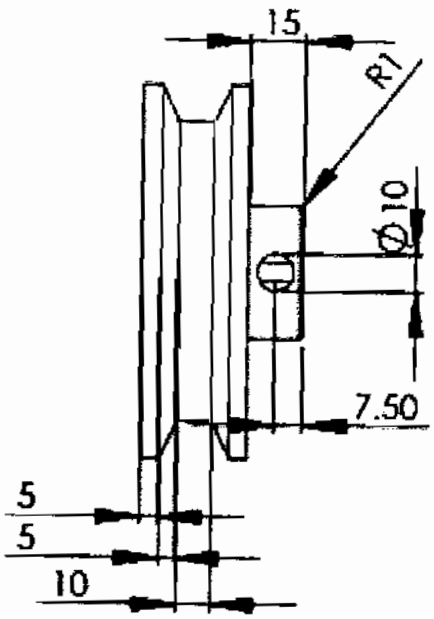
มาตราส่วน
1:5.22

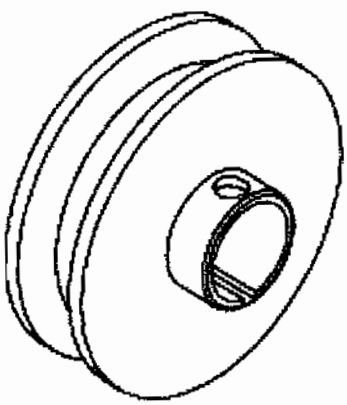
ภาพประกอบ 27 แบบชุดลูกหินบดกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว

Mahasarakham University





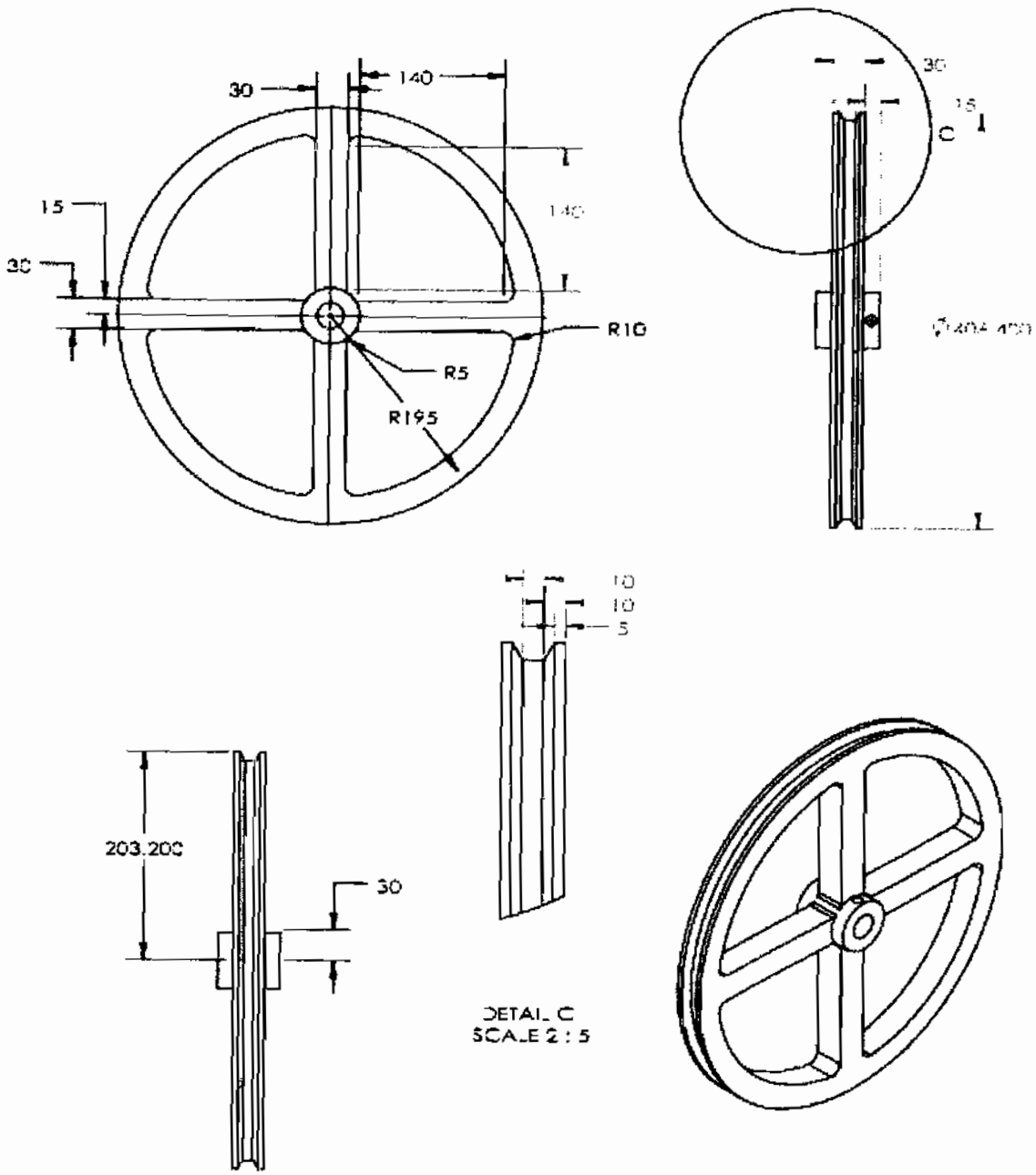




มาตราส่วน
1:2.03

ภาพประกอบ 28 แบบพูเล่ย์ 4 นิ้ว

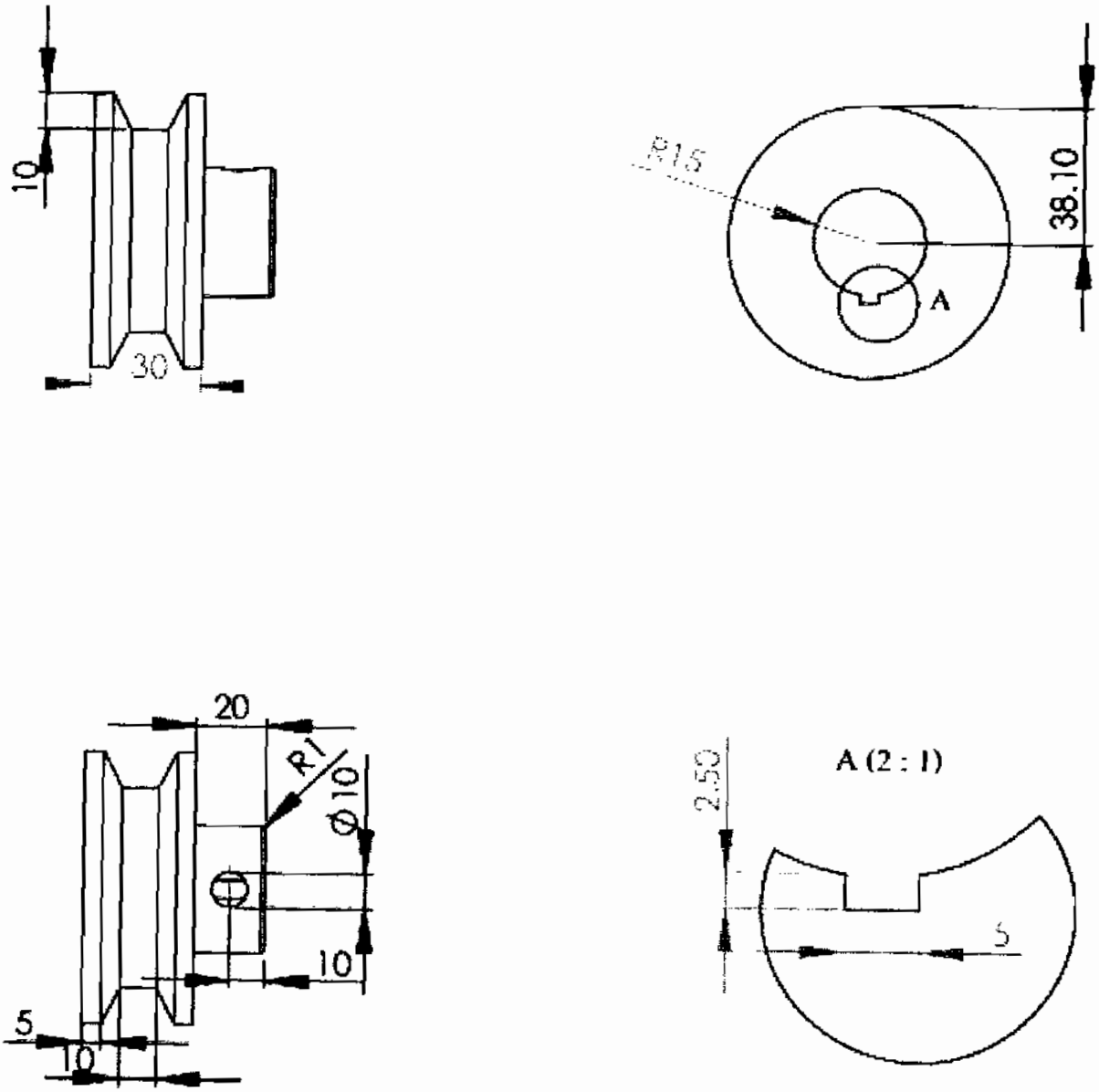
Mahasarakham University



มาตราส่วน
1:6.66

ภาพประกอบ 29 แบบพูเล่ย์ 8 นิ้ว

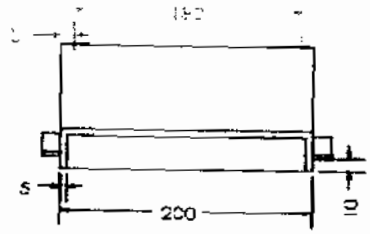
Mahasarakham University

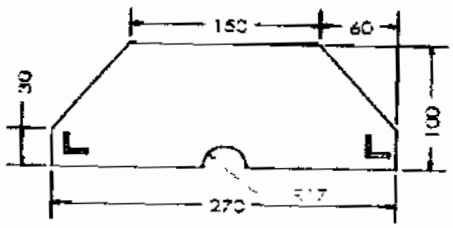


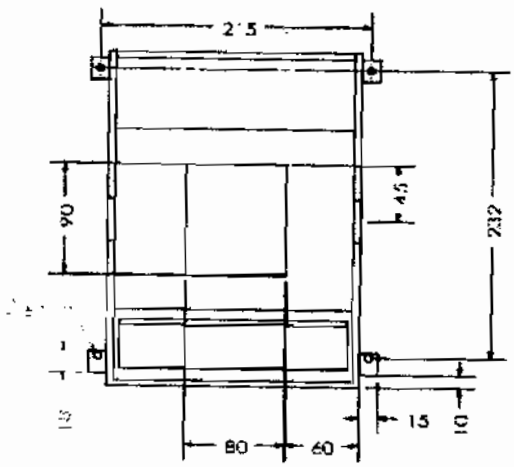
มาตราส่วน
1:1.9

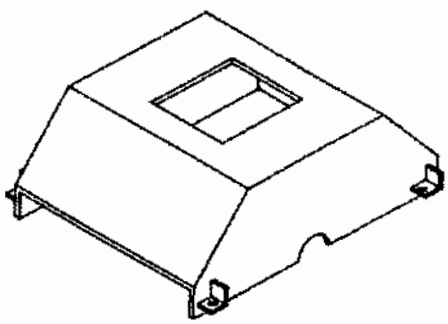
ภาพประกอบ 30 แบบพูเล่ย์ 3 นิ้ว

Mahasarakham University





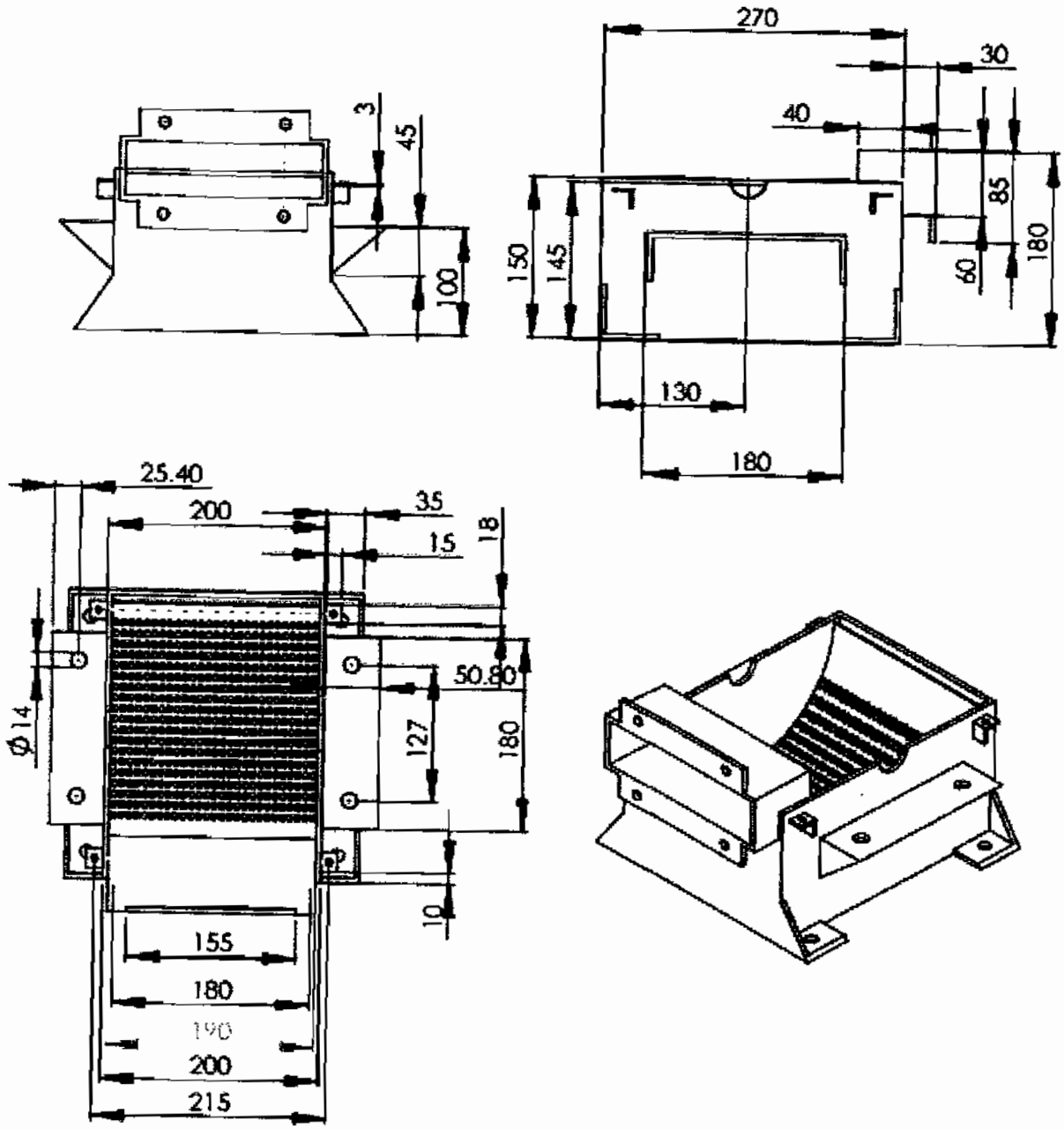




มาตราส่วน
1:6.06

ภาพประกอบ 31 แบบห้องบดแกลบบน ขนาด 4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

Mahasarakham University



มาตราส่วน
1:10.68

ภาพประกอบ 32 แบบห้องบดแกลบล่าง ขนาด 4000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ นายปรีชา สาระวาท

วันเกิด 24 พฤษภาคม 2531

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดร้อยเอ็ด

สถานที่อยู่ปัจจุบัน บ้านเลขที่ 45 หมู่ 13 ตำบลหนองแวง อำเภอเมือง
จังหวัดร้อยอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2547	มัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนพลาญชัยพิทยาคม
พ.ศ. 2550	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2552	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2558	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ	นายพรชัย สมน้ำคำ
วันเกิด	13 พฤษภาคม 2532
สถานที่เกิด	อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 69 หมู่ที่ 5 บ้านลิ้นฟ้า ตำบลหนองขาม อำเภออาจสามารถ จังหวัดร้อยเอ็ด รหัสไปรษณีย์ 45160

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2548	มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนอาจสามารวิทยา
พ.ศ. 2551	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2553	ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สาขาวิชาเทคนิคยานยนต์ วิทยาลัยเทคนิคร้อยเอ็ด
พ.ศ. 2558	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วศ.บ.) สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Mahasarakham University