



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ

Jatropha Decorticator and Seed Sheller

นาย ชีรพงศ์ ผลโพธิ์

น.ส. ปานมนัส ศิริสมบูรณ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH  
TJ  
248  
ที่ 631ค

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน.....131038

วันที่เดือนปี 2.1.11ค. 2557

b. 12596486  
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูคำ  
แหล่งเงิน เงินงบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 72,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2555 /

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

1. นาย ชีรพงศ์ ผด โภธิ์ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล (หัวหน้าโครงการ)
2. น.ส. ปานมนัส ศิริสมบุญ สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล (ผู้ร่วมโครงการ)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูคำ  
ดังนี้ 1.ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูคำ ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 90 mm ยาว 320 mm และใช้  
หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งเป็นยางชนิด NR ความแข็งที่ 70 และถือลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุน ส่วนอีก  
หนึ่งตัวให้หมุนตามปกติ 2.ชุดคัดแยกเมล็ดสับดูคำได้ใช้ตะแกรงรูกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm  
ในการคัดแยกโดยมีรางลงสู่ชุดที่ 3.ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดโดยใช้ลูกกลิ้งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 90  
mm ยาว 320 mm และใช้หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งเป็นยางชนิด NR ความแข็งที่ 70 จำนวน 2 คู่ เพื่อ  
กะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูคำและได้เพิ่ม 4.ชุดพัดลม (blower) โดยใช้ใบพัดแบบตรงเพื่อแยกเปลือกออก  
จากเนื้อในเมล็ด มีใบพัดจำนวน 3 ใบ จากข้อมูลผลการทดลองทั้ง 4 ส่วนได้สภาวะที่ดีที่สุดดังนี้ 1.ชุด  
กะเทาะเปลือกผลสับดูคำที่ความเร็วรอบ 404 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 11.15 mm มีความสามารถในการ  
กะเทาะเมล็ด 30.86 kg/hr และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 98.71% 2.ชุดคัดแยกเปลือกผลและเมล็ด  
สับดูคำด้วยตะแกรงที่ความเร็วรอบที่เพลาข้อเหวี่ยงตะแกรง 404 rpm ระยะช่วงชัก 5 mm จะมี  
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 89.63 % ความสามารถในการคัดแยกเปลือกผลเฉลี่ย 74.84 g/s 3.  
ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูคำที่ความเร็วรอบที่ 409.5 rpm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (1) 5.8 mm และระยะห่าง  
ลูกกลิ้งลูกที่ (2) 4.8 mm จะได้ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 5.86 kg/hr และประสิทธิภาพการ  
กะเทาะเนื้อในเมล็ด 97.94% 4.ชุดคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ดที่ความเร็วรอบ โบลว์เวอร์  
651.1 rpm ความเร็วลม 1.8 m/s มีค่าความสามารถในการคัดแยก 8.20 kg/hr ประสิทธิภาพการคัดแยก  
เปลือกออกจากเมล็ดเนื้อใน 84.71 %

คำสำคัญ : เครื่องกะเทาะ เปลือกผล เปลือกเมล็ด สับดูคำ

**Research Title:** Jatropha Decorticator and Seed Sheller

**Researcher:** Teerapong Polpho and Panmanas Sirisomboon

**Faculty:** Engineering **Department:** Mechanical Engineering

## ABSTRACT

This research aimed to design and develop *Jatropha curcas L.* fruit and seed shelling machine. It was consisted of 4 main parts including the fruit shelling part, fruit shell separation part, seed shelling part, and seed shell and kernel separation part by air blown. The fruit shelling part was consisted of twin rollers with 90 mm diameter and 320 mm length and the roller surface was covered with rubber NR 70 Hardness and one of the roller was locked from turning. The fruit shell separation part was a 15 mm diameter circular hole perforated screen. The seed shelling part was consisted of 2 sets of rollers (90 mm in diameter and 320 mm length). The fruit shell separation part used the air blown system by 3 straight blade blower.

The performance test was done and the results were as followed: 1) The fruit shelling part worked best at 404 rpm and at 11.15 mm. clearance between the two rollers with the capacity of 30.86 kg/hr and shelling efficiency of 98.71% 2) The fruit shell separation part worked best at 404 rpm crank speed with the stroke of 55 mm with efficiency of 89.63% and 74.84% capacity. 3) The seed shelling part worked well at 409.5 rpm and 5.8 mm clearance between upper rollers and 4.8 mm clearance between lower rollers which provided a capacity of 5.86 kg/hr and efficiency of 97.94%. 4) The seek shell and kernel separation part worked well at 651.1 rpm blower speed (wind speed at 18 m/s) with the capacity of 8.20 kg/hr and efficiency of 84.708%.

**Keywords :** Decorticator, fruit peel, nut shell, Jatropha

## กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัย (อาจารย์ ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ) และคณะผู้ช่วยวิจัย (นายณฤ  
เดช สุจินพรม นางสาวชนกนันท์ พรปกเกล้า และนางสาวภรณ์ทิวา ชมใจ) ขอขอบคุณที่การวิจัยครั้ง  
นี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จาก  
งบประมาณเงินรายได้ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

นาย ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ (หัวหน้าโครงการ)

น.ส. ปานมนัส ศิริสมบุญ (ผู้ร่วมโครงการ)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 คำสำคัญของการวิจัย.....	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง.....	5
3.1 แนวทางในการปรับปรุงต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ.....	5
3.2 แรงที่กระทำต่อลูกกลิ้ง.....	7
3.3 การออกแบบเพลลา.....	11
3.4 การออกแบบพัคลม.....	23
3.5 แบบเครื่องกะเทาะเปลือกผล เปลือกเมล็ด ถัง รางเรียบตรง และโบสว์เวอร์.....	25
3.6 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ.....	35
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....	42
4.1 การทดสอบก่อนสร้างเครื่อง.....	42
4.1.1 การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดสับดูดำ.....	42
4.1.2 การวัดความชื้น.....	44

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.3 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับดำ.....	48
4.1.4 การทดสอบความเร็วลมจากเครื่อง Terminal Velocity.....	50
4.2 การทดสอบหลังการสร้างเครื่อง.....	53
4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของผลสับดำ และเมล็ดสับดำ.....	53
4.2.2 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะผลสับดำ.....	59
4.2.3 การทดสอบสมรรถนะตะแกรงคัดแยก.....	65
4.2.4 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับดำ.....	70
4.2.5 การทดสอบความเร็วลม และการทดสอบการแยกเนื้อในเมล็ดด้วยโบลว์เวอร์.....	75
<b>บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>83</b>
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	83
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	84
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>85</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>86</b>
<b>ประวัตินักวิจัย.....</b>	<b>89</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ขนาดระบุของเพลตามาตรฐาน ISO/R775-1969	24
3.2 ค่าตัวประกอบความถี่	25
4.1 ค่า GMD ของเมล็ดสับดู	43
4.2 การทดสอบความชื้น	46
4.3 สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดและสัดส่วนเมล็ดในสับดู	47
4.4 ความชื้นฐานเปียก และฐานแห้งเมล็ดสับดู	47
4.5 ผลการทดสอบ	49
4.6 การทดสอบความเร็วลมของเปลือก	51
4.7 การทดสอบความเร็วลมของเมล็ด	52
4.8 GMD ของผลสับดูชุดใหม่	54
4.9 GMD ของเมล็ดสับดูชุดใหม่	58
4.10 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสับดู	61
4.11 ค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสับดู	62
4.12 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และค่าเฉลี่ยความสามารถในการกะเทาะผล	63
4.13 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกผลสับดูและเมล็ดสับดูด้วยตะแกรง	67
4.14 ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลและเมล็ดสับดูด้วยตะแกรง	68
4.15 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล และเมล็ดสับดูด้วยตะแกรง	68
4.16 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะเมล็ดสับดู	72
4.17 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสับดู	73
4.18 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสับดู	73
4.19 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกเมล็ดและเนื้อในเมล็ดด้วยโบลว์เวอร์	78
4.20 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน	79
4.21 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน	80

๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
3.1 ชุดลูกกอล์ฟเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเค็ม	5
3.2 ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดสับดูดำของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเค็ม	6
3.3 ชุดจานกะเทาะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเค็ม	6
3.4 ไดอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสับดูดำมีระยะห่างมากที่สุด 9 mm	7
3.5 ปริมาตรของสับดูดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกอล์ฟ	8
3.6 ไดอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสับดูดำมีระยะห่างน้อยที่สุด 6 mm	9
3.7 ปริมาตรของสับดูดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกอล์ฟ	10
3.8 ชิ้นส่วนต่างๆของชุดลูกกอล์ฟที่มีแรงกระทำต่อเพลลา	11
3.9 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลลาลูกกอล์ฟ ในแนวตั้ง	12
3.10 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลลา โบลว์เวอร์	18
3.11 เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ	26
3.12 ลักษณะ โครงเครื่องเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ	27
3.13 ชุด โบลว์เวอร์	28
3.14 ชุดกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับดูดำ	29
3.15 ลักษณะถังบรรจุเปลือกผลสับดูดำ	30
3.16 ลักษณะถังป้อนบนลูกกอล์ฟชุดที่ 3	31
3.17 ลักษณะถังป้อนบนลูกกอล์ฟชุดที่ 2	32
3.18 ลักษณะถังป้อนบนลูกกอล์ฟชุดที่ 1	33
3.19 ลักษณะรางเรียบตรง	34
3.20 ถังป้อนบนลูกกอล์ฟชุดที่ 1	35
3.21 ถังบรรจุเปลือกผลสับดูดำ	36
3.22 ถังป้อนเมล็ดสับดูดำบนลูกกอล์ฟชุดที่ 2	37
3.23 ลูกกอล์ฟ	38
3.24 รางเรียบตรง	39
3.25 โบลว์เวอร์	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

	หน้า
3.26 เครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำที่สร้างเสร็จแล้ว.....	41
4.1 เมล็ดสับดูดำ.....	42
4.2 เปลือกเมล็ดใน และเนื้อในเมล็ด.....	45
4.3 ผลสับดูดำ.....	53
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกระเทาะเปลือกผล.....	63
4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการกระเทาะเปลือกผล.....	64
4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกระเทาะเปลือกผล.....	64
4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด.....	69
4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล.....	69
4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกระเทาะเมล็ดสับดูดำ.....	74
4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการกระเทาะเมล็ดสับดูดำ.....	74
4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกระเทาะเมล็ดสับดูดำ.....	75
4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อใน เมล็ด.....	80
4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจาก เมล็ดเนื้อใน.....	81
4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าในคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด.....	82

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากพลังงานเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาเศรษฐกิจและด้านอื่นๆของประเทศ พลังงานจากน้ำมันถูกนำมาใช้อย่างฟุ่มเฟือยและมีแนวโน้มที่จะเป็นปัญหาต่อไปในระยะยาวจึงมีการศึกษาถึงทางเลือกของพลังงานทดแทนต่างๆ ปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนได้ส่งเสริมให้เกิดการศึกษาอย่างจริงจัง

สบู่ดำ (*Jatropha curcas* L) เป็นพืชน้ำมันที่มีศักยภาพที่จะนำน้ำมันมาผลิตไบโอดีเซล (Prueksakorn, 2010) และใช้เป็นน้ำมันเชื้อเพลิงกับเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรงได้ (Reddy and Ramesh, 2006) ในการสกัดน้ำมันมีขั้นตอนต่อไปนี 1) กระเทาะเปลือกผลออก 2) กระเทาะเปลือกเมล็ดออก 3) นำไปตากแดดหรือลดความชื้นลง 4) นำไปหีบน้ำมัน จะเห็นได้ว่าการกระเทาะเปลือกผลและกระเทาะเปลือกเมล็ดมีความสำคัญมากเพราะเปลือกเหล่านี้ทำให้อัตราการระเหยน้ำออกจากเนื้อในเมล็ดช้ามาก และถ้าหีบน้ำมันทั้งเปลือกหุ้มเมล็ดจะทำให้น้ำมันถูกดูดซับไว้ที่เปลือกหุ้มเมล็ดส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ไม่ควรใช้การกระเทาะด้วยมือโดยตรงเพราะยางของสบู่ดำมีพิษต่อร่างกายคน ในปัจจุบันยังมีเครื่องกระเทาะเปลือกผล เช่นในประเทศอินเดียมีการพัฒนาเครื่องกระเทาะเปลือกผลที่ใช้แรงงานคน (Pradhan, 2010) แต่ยังไม่มีการพัฒนาเครื่องกระเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดสบู่ดำ หากมีการพัฒนาเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกหุ้มเมล็ดสบู่ดำจะทำให้กระบวนการรวดเร็วขึ้นและการผลิตน้ำมันจากสบู่ดำดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นโครงการนี้จึงมีความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ เพื่อสนับสนุนการนำน้ำมันสบู่ดำมาใช้เป็นพลังงานทดแทนน้ำมันดีเซลซึ่งเมื่อปีการศึกษา 2548 คณะนักศึกษาและอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผล เมล็ด และเมล็ดในสบู่ดำ (เฉลิมรัฐ และคณะ 2548) ได้แก่ ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นเนื้อ ความหนาแน่นรวม ความพรุน ความชื้น สัมประสิทธิ์ความเสียดทานบนพื้นผิวต่างๆ มุมกอสพื้น แรงกดแตก ความแข็ง พลังงานที่ใช้เพื่อการกดแตก พื้นผิวและพื้นที่ผิวจำเพาะ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการกระเทาะเปลือกผลและกระเทาะเปลือกเมล็ด การอบแห้งและการหีบน้ำมัน ดังนั้นคณะผู้ดำเนินการวิจัยในการดำเนินจึงมีความพร้อมในการทำโครงการวิจัยนี้

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบ สร้าง และ ทดสอบสมรรถนะ เครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำที่มีความสามารถในการกระเทาะที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร เพื่อให้การกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเป็นไปได้ง่ายและสะดวกรวดเร็วและง่ายต่อการนำมาสกัดน้ำมัน

## 1.3 ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการสร้างเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำที่มีระบบการคัดแยกเปลือกผลและเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

## 1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับผลสับดูดำและวิธีการกระเทาะเปลือกและกระเทาะเปลือกหุ้มเมล็ดพืชอื่นที่คล้ายคลึงกับสับดูดำ
2. ออกแบบเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำที่มีความสามารถในการกระเทาะที่เหมาะสมสำหรับเกษตรกร
3. สร้างเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ
4. ทดสอบเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ โดยศึกษาอัตราการป้อนและความเร็วรอบที่เหมาะสมที่ชุดกระเทาะเปลือกผลและชุดกระเทาะเปลือกเมล็ด ระยะห่างลูกกลิ้งกระเทาะที่เหมาะสมที่ชุดกระเทาะเปลือกผลและชุดกระเทาะเปลือกเมล็ด ประสิทธิภาพการกระเทาะเปลือกผลและกระเทาะเปลือกเมล็ด ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดที่ตะแกรง โยก การใช้พลังงาน ความสามารถในการทำงาน โดยใช้ตัวอย่างผลสับดูดำทำการทดลองอย่างน้อย 5 ซ้ำต่อหนึ่งการทดลอง
5. ปรับปรุงต้นแบบและทดสอบอีกครั้ง
6. ทำพิมพ์เขียวต้นแบบ
7. สรุปผลและเขียนรายงาน

## 1.5 คำสำคัญของการวิจัย

เครื่องกระเทาะเปลือกผล เปลือกเมล็ด สับดูดำ

## 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ต้นแบบพร้อมแบบเครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำที่พร้อมจะเผยแพร่ให้กับเกษตรกรหรือผู้สนใจ
2. ได้เครื่องกระเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำที่มีประสิทธิภาพในการกระเทาะเพื่อสนับสนุนการใช้น้ำมันสบูดำทดแทนน้ำมันดีเซลซึ่งเป็นการแก้ปัญหาพลังงานของชาติและทำให้เศรษฐกิจดีขึ้น



## บทที่ 2

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สบู่ดำ (*Jatropha curcas* L) เป็นพืชทนแล้ง ปลูกในบริเวณแถบ อเมริกา เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินเดีย และ แอฟริกา (Schmook and Seralta-Peraza, 1997) ต้นสบู่ดำเป็นพืชที่พุ่มใหญ่แต่ต้นเล็กสามารถปลูกได้หลายพื้นที่ มีความต้องการปุ๋ยและน้ำน้อยสามารถเติบโตพื้นที่เสื่อมสภาพได้ ประโยชน์สำคัญของเมล็ดสบู่ดำคือสามารถทำเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันดีเซลได้ Augustus et al. (2002) รายงานว่าค่าพลังงานรวมของเมล็ดสบู่ดำที่ความชื้น 0 % เท่ากับ 4980.3 cal/g (20.85 MJ/kg) ซึ่งสูงกว่าค่าความร้อนของถ่านหินลิกไนต์และสามารถเปรียบเทียบได้กับซังข้าวโพดที่ความชื้น 10 % ค่าความร้อนรวมของน้ำมันสบู่ดำเท่ากับ 9036.1 cal/g (37.83 MJ/kg) ซึ่งสูงกว่าค่าความร้อนของถ่านหินแอนทราไซต์ น้ำมันที่ได้จากเมล็ดสบู่ดำสามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลได้ 3 วิธี (Reddy and Ramesh 2006, Pramanik 2003, and Augustus et al. 2002) คือ 1) ใช้น้ำมันสบู่ดำบริสุทธิ์โดยตรง 2) ใช้น้ำมันสบู่ดำผสมกับน้ำมันดีเซลในอัตราส่วนต่างๆ 3) ใช้น้ำมันสบู่ดำไปทำไบโอดีเซล น้ำมันสบู่ดำมีค่าความร้อนและซีเทนนิ่มเบอร์ที่ขบได้กับดีเซลแต่มีค่าความหนาแน่นมากกว่า ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงเครื่องยนต์ ในการนำไปทำไบโอดีเซล เมทิลเอสเทอร์ ของน้ำมันสบู่ดำมีความเหมาะสมตามมาตรฐานของ อเมริกา, เยอรมัน และยุโรป (Mohibbe Azem et al. 2005)

สมบัติทางกายภาพของสบู่ดำที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ด สบู่ดำรายงานโดย Sirisomboon et al., 2007 ดังนี้ เปลือกผลเมื่อผลสุก (เหลือง) มีความชื้นสูงมากเมื่อเทียบกับเปลือกเมล็ดและเนื้อในเมล็ด ผลสบู่ดำทั้งผลมีความชื้น 77.03% w.b. ความกลมเท่ากับ 0.95 ซึ่งใกล้เคียงกับทรงกลม ส่วนเมล็ดเท่ากับ 0.64 และเนื้อในเมล็ด เท่ากับ 0.68 ซึ่งใกล้เคียงกับรูปทรงรี ความหนาแน่นรวมของผล เมล็ด และเนื้อในเมล็ด เท่ากับ 0.47, 0.45 and 0.42 g/cm<sup>3</sup> และความหนาแน่นเนื้อเท่ากับ 0.95, 1.04 and 1.02 g/cm<sup>3</sup> ความพรุนเท่ากับ 50.53%, 56.73% and 58.82% ตามลำดับ พื้นที่ผิวของผลมากกว่าของเมล็ด และเนื้อในเมล็ด เท่ากับ 5.88% and 10.24% ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานสถิต และมุมกอสพื้นของเนื้อในเมล็ดบนผิวไม้อัด เหล็กและสแตนเลสสูงกว่าค่าของผลและเมล็ดเนื่องจากมีผิวหยาบและมีความแข็งน้อย แรงแตกหัก ความแข็ง และความเหนียวของผล เมล็ด และเนื้อในเมล็ด เท่ากับ 135.39, 146.63 และ 67.72 N; 30.58, 69.98 และ 38.52 N/mm และ 300.88, 124.44 และ 51.61 N mm ตามลำดับ

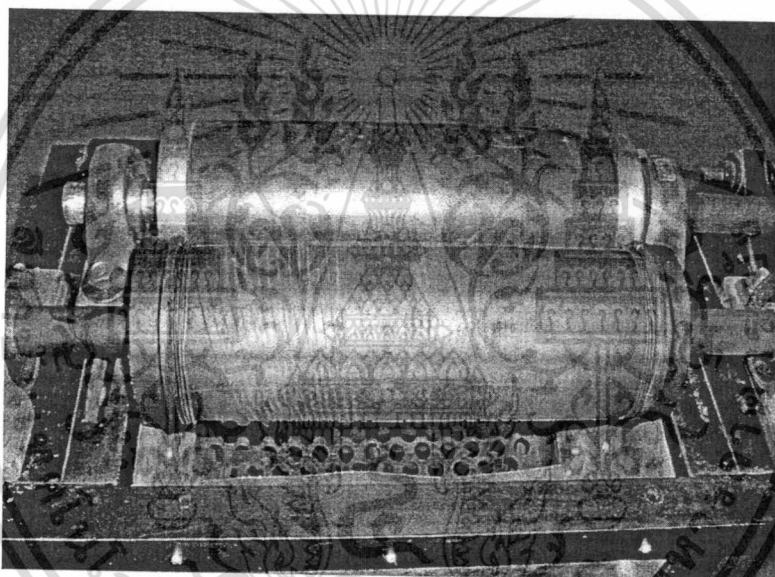
### บทที่ 3

#### การออกแบบและสร้าง

#### 3.1 แนวทางในการปรับปรุงต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ

##### 3.1.1 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ

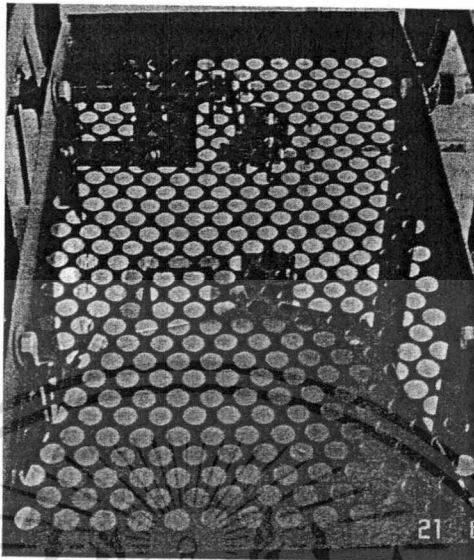
ในส่วนชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำยังคงใช้วิธีการกะเทาะแบบใช้ลูกกลิ้งเช่นเดิมเนื่องจากวิธีนี้สามารถกะเทาะเปลือกผลออกได้โดยเมล็ดสับดำไม่เสียหายมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กซึ่งมีขนาด 90 mm เป็นหน้าสัมผัสที่เป็นยาง NR 70 และถือลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุนส่วนอีกหนึ่งตัวให้หมุนตามปกติ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดลูกกลิ้งเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำเดิม

### 3.1.2 ปรับปรุงชุดคัดแยกเมล็ดสับดูดำ

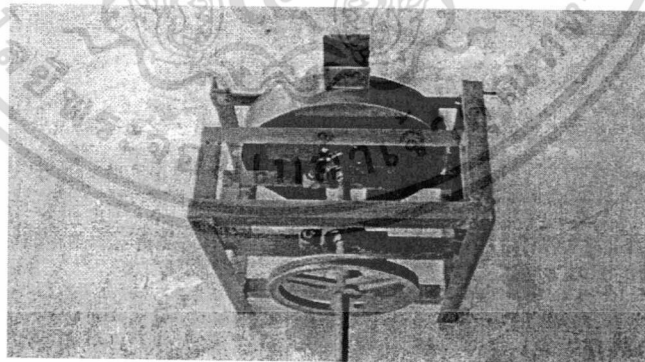
ชุดคัดแยกเมล็ดสับดูดำยังคงใช้ของเดิมดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดสับดูดำของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเดิม

### 3.1.3 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ

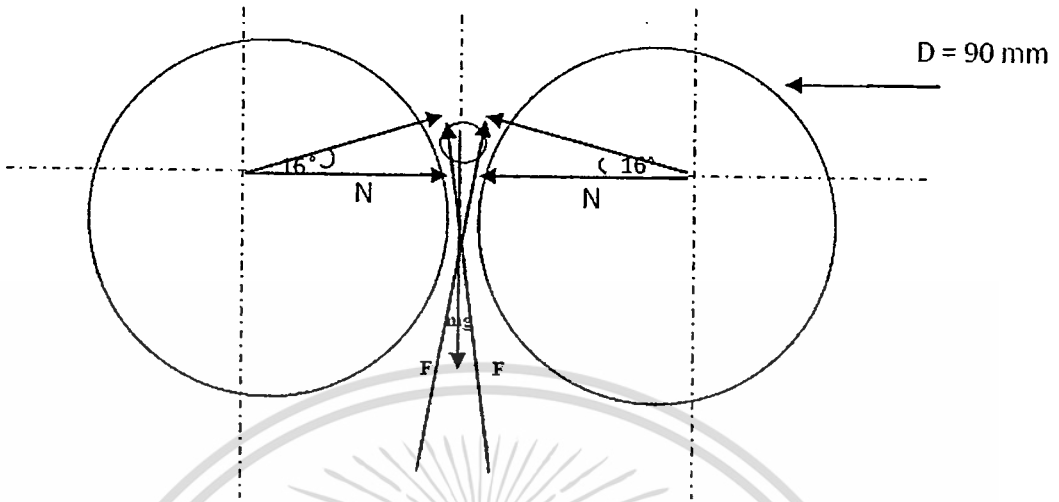
ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำเดิมมีลักษณะเป็นจานแผ่นดังรูปที่ 3.1 โดยลักษณะภายในเป็นจานแผ่น 2 แผ่น ปะกบกันอยู่ในแนวตั้ง โดยที่หน้าสัมผัสของจานแผ่นทั้งสองแผ่นเป็นยางแล้วติดแผ่นกันไว้ยังขอบจานโดยรอบเพื่อกันเมล็ดสับดูดำไม่ให้โดนแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่เมล็ดสับดูดำจะได้ลงไปโดนหน้าสัมผัสยางบีบให้เนื้อในหลุดออกจากเปลือกเมล็ด



รูปที่ 3.3 ชุดจานกะเทาะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2 แรงที่กระทำต่อลูกกลิ้ง



รูปที่ 3.4 ไตอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสบู่ดำมีระยะห่างมากที่สุด 9 mm

#### ข้อมูล

ระยะห่างลูกกลิ้งที่มากที่สุด = 9 mm

จำนวนลูกกลิ้งตลอดความยาวที่ลงได้ = 10 เมล็ด

เส้นผ่านศูนย์กลางกลางของลูกกลิ้ง = 90 mm

อัตราส่วนของลูกกลิ้ง = 2:1

อัตราส่วนกลิ้งใส่เมล็ด = 10:1

1. หาแรง (N) ได้จากสมการ  $\sum F = 0$

เมื่อพิจารณาในแนวแกน Y

$$\text{จาก } \sum F_y = 0$$

จะได้ สมการใหม่ดังนี้

$$N \sin \theta + N \sin \theta - mg = F \cos \theta + F \cos \theta \quad (1)$$

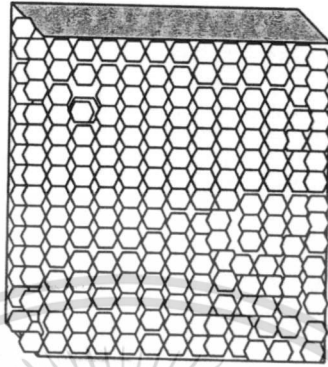
$$2N \sin \theta + 2F \cos \theta = mg \quad (2)$$

เนื่องจาก  $F = \mu N$

แทนค่า  $F = \mu N$  ลงในสมการที่ 2

จะได้  $2N \sin\theta + 2 \mu N \cos\theta = mg$   
 ดังนั้น

$$N = \frac{mg}{2(\sin\theta + \mu \cos\theta)} \quad (3)$$



รูปที่ 3.5 ปริมาตรของสบูดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง

2. น้ำหนักสบูดำต่อ 1 เมล็ด = 0.00095 kg

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวอนทั้งหมดในกลอง = ความยาวของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดใหญ่) ของเมล็ดสบูดำ

$$= \frac{30}{1.14} = 27 \text{ เมล็ด}$$

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกลอง = ความสูงของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดใหญ่) ของเมล็ดสบูดำ

$$= \frac{31.5}{1.14} = 28 \text{ เมล็ด}$$

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกลอง = 756 เมล็ด

น้ำหนักของเมล็ดสบูดำที่จุได้ 1 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.00095 kg

ถ้า 756 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.71820 kg

3. แทนค่า ลงในสมการที่ 3

$$N = \frac{(0.71820 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{2(\sin 16^\circ + (1) \cos 16^\circ)}$$

$$= 2.848 \text{ N}$$

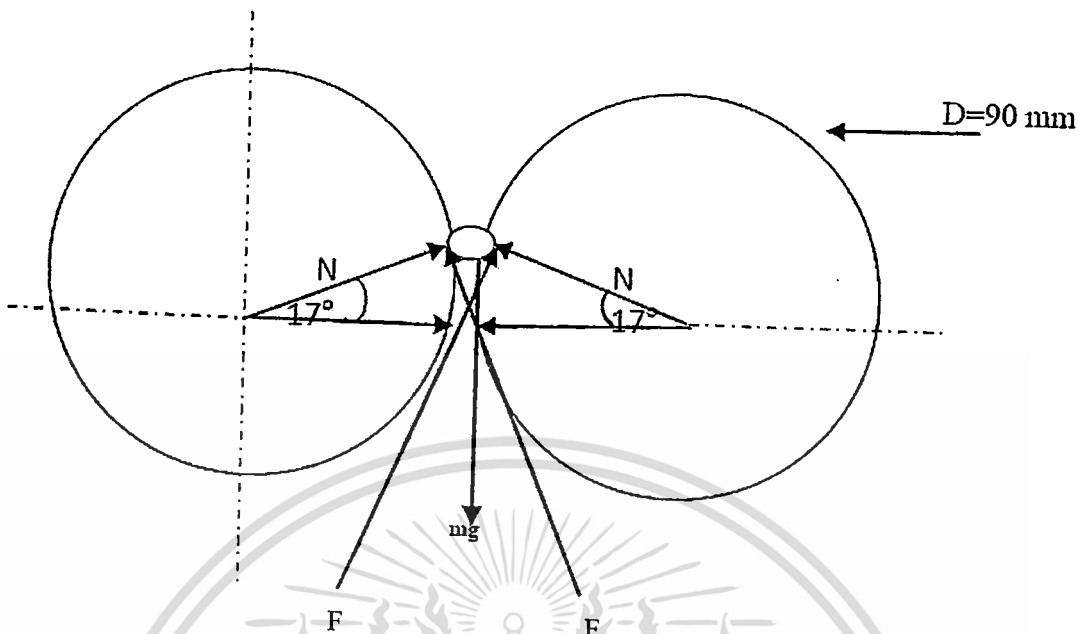
4. แรง F

สูตร  $F = \mu N$  (ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงสุด = 1)

$$= 1 * 2.848$$

$$= 2.848 \text{ N}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 ไตอะแกรมการรับแรงของเมตีดส์บู่ดำมีระยะห่างน้อยที่สุด 6 mm

ข้อมูล

ระยะห่างลูกกิ้งที่น้อยที่สุด = 6 mm

จำนวนลูกกิ้งตลอดความยาวที่ลงได้ = 13 เมตีดส์

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกิ้ง = 90 mm

อัตราส่วนย่อยของลูกกิ้ง = 2:1

อัตราส่วนกล่อใส่เมตีดส์ = 10:1

1. หาแรง (N) ได้จากสมการ  $\sum F = 0$

เมื่อพิจารณาในแนวแกน Y

จาก  $\sum F_y = 0$

จะได้ สมการใหม่ดังนี้

$$N \sin \theta + N \sin \theta - mg = F \cos \theta + F \cos \theta = 0 \quad (1)$$

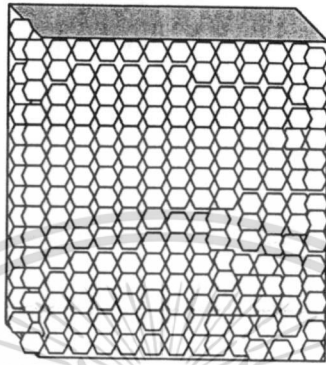
$$2N \sin \theta + 2F \cos \theta = mg \quad (2)$$

เนื่องจาก  $F = \mu N$

แทนค่า  $F = \mu N$  ลงในสมการ ที่ 2

จะได้  $2N \sin\theta + 2 \mu N \cos\theta = mg$   
 ดังนั้น

$$N = \frac{mg}{2(\sin\theta + \mu \cos\theta)} \quad (3)$$



รูปที่ 3.7 ปริมาตรของสบู่อัดในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาชนะต่อลูกกลิ้ง

2. น้ำหนักสบู่อัดต่อ 1 เมล็ด = 0.00095 kg

จำนวนเมล็ดสบู่อัดตามแนวนอนทั้งหมดในกล่อง = ความยาวของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดเล็ก)  
 ของเมล็ดสบู่อัด

$$= \frac{30}{1.06} = 29 \text{ เมล็ด}$$

จำนวนเมล็ดสบู่อัดตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = ความสูงของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดเล็ก)  
 ของเมล็ดสบู่อัด

$$= \frac{31.5}{1.06} = 30 \text{ เมล็ด}$$

จำนวนเมล็ดสบู่อัดตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = 870 เมล็ด

น้ำหนักของเมล็ดสบู่อัดที่จุได้ 1 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.00095 kg

ถ้า 870 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.8265 kg

3. แทนค่า ลงในสมการที่ 3

$$N = \frac{(0.8265 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)}{2(\sin 17^\circ + (1) \cos 17^\circ)}$$

$$= 3.246 \text{ N}$$

4. แรง F

สูตร  $F = \mu N$  (ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงสุด = 1)

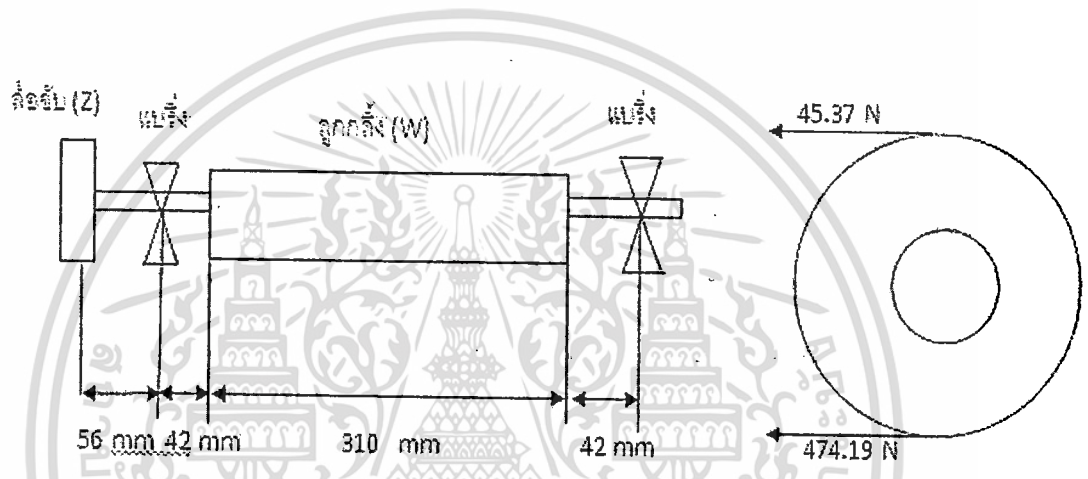
$$= 1 \times 3.246$$

$$= 3.246 \text{ N}$$

### 3.3 การออกแบบเพลา

#### การออกแบบเพลาลูกกลิ้ง

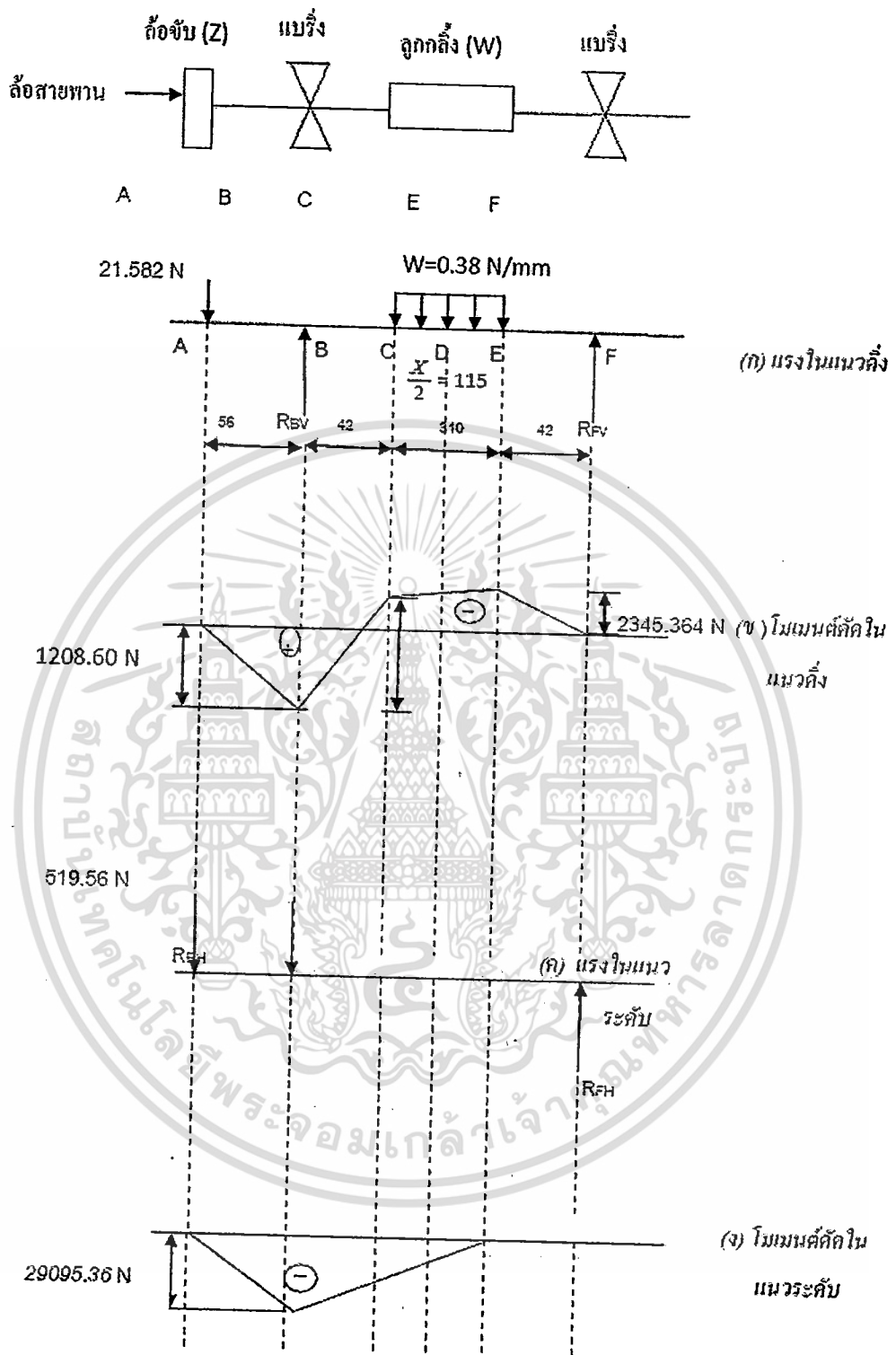
หลังจากที่คำนวณแรงที่กระทำต่อลูกกลิ้งได้แล้ว จากนั้นจึงทำการพิจารณาแรงที่กระทำต่อเพลาลูกกลิ้งเพื่อจะหาขนาดของเพลาลูกกลิ้งซึ่งส่วนต่างๆ ของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลา ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนต่างๆของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลา

น้ำหนักลูกกลิ้ง (W) = 120.62 N (ได้จากการชั่ง)

น้ำหนักลิ้นชักลูกกลิ้ง (Z) = 21.582 N ลิ้นชักลูกกลิ้งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง = 160 mm เนื่องจากแรงทั้งหมดไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์แรงและ โมเมนต์ที่ระนาบดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์คัตที่เกิดดับเพลาลูกกลิ้งในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### คำอธิบายตัวแปร

$Z$  = น้ำหนักล้อขับสายพาน (N)

$W$  = น้ำหนักลูกกลิ้ง (N)

$R_{BV}$  และ  $R_{FV}$  = แรงกระทำของเบร็ริงในแนวตั้งที่จุด B และ F ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

45.37N และ 474.19N = คือแรงในแนวระดับของแรงดึงขั้นต้น และ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังตามลำดับ

แรงในแนวตั้งและแรงในแนวระดับของแรงดึงขั้นต้น ได้จากใช้ขนาดมอเตอร์ 2 hp , ความเร็วรอบของมอเตอร์  $n_1 = 5600$  rpm , ความเร็วรอบของเพลาลูกกลิ้งตัวที่ 1  $n_2 = 2800$  rpm ดังนั้นขนาดมอเตอร์ = 1.49 kw

สมมติให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเพลา  $c = 900$  mm

ขั้นแรกต้องหาขนาดของหน้าตัดสายพาน ตัวประกอบใช้งาน  $N_s = 1.1$  ( $\leq 10$  ชั่วโมงต่อวัน)

$$\text{ดังนั้น } W_p \times N_s = 1.49 \times 1.1 = 1.64 \text{ kw}$$

เลือก เส้นผ่าศูนย์กลางพิชต์ของพูลี่ของลูกกลิ้ง  $d_p = 112$  mm ( สายพาน B สำหรับความยาว 2282 mm

ตารางในภาคผนวก ก-1)

$$\text{ดังนั้น } D_p = d_p \times mw = 112 \times 2 \\ = 224 \text{ mm}$$

$$; mw = \frac{n_1}{n_2} = \frac{5600}{2800} = 2$$

จากตารางภาคผนวก ก-2 เลือกใช้  $D_p = 224$  mm

ทดลองเลือกใช้  $c = 900$  mm

ความยาวพิชต์โดยประมาณของสายพาน

$$L_p = 2C + 1.57 (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \\ = 2(900) + 1.57 (224 + 112) + \frac{(224 - 112)^2}{4(900)} \\ = 2331 \text{ mm}$$

จากตารางภาคผนวก ก-1 เลือกใช้สายพาน  $L_p = L_i + 43 = 2286 + 43 = 2329$  mm

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคำนวณได้จาก

$$c = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0.25 L_p - 0.393 (D_p + d_p)$$

$$= 0.25 (2329) - 0.393 (224 + 112)$$

$$= 450.20 \text{ mm}$$

$$q = 0.125 (D_p - d_p)^2$$

$$= 0.125 (224 - 112)^2 = 1568$$

$$c = 450.20 + \sqrt{450.20^2 - 1568}$$

$$c = 898.66 \text{ mm}$$

$$\text{ส่วนโค้งสัมผัส } \frac{D_p - d_p}{c} = \frac{224 - 112}{898.66} = 0.12$$

ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_s = 0.98 \quad ((D_p - d_p)/c = 0.12)$$

จากภาคผนวก ก-1 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_1 = 1.00 \quad (L_p = 2329 \text{ mm ตารางภาคผนวก ก)}$$

และสำหรับล้อสายพาน ขนาด 112 mm อัตราทด  $m_w = 2$  และ  $n = 5600 \text{ rpm}$

จากตารางภาคผนวก ก-1

สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น PR (kw) = 3.35 kw ต่อเส้น ( $m_w = 2$ ,  $n = 5600 \text{ rpm}$  ตารางในภาคผนวก ก-1)

จากสมการ 2.37

$$Z = \frac{W_p \times N_s}{PR \times N_a \times N_1} = \frac{1.49 \times 1.1}{3.35 \times 0.98 \times 1} = 0.5$$

ดังนั้น เลือกใช้สายพานหน้าตัด B  $\times$  2300L, จำนวน 1 เส้น

จากสมการ มุมสัมผัสของล้อสายพาน ( $\alpha_1$ ) =  $\pi - 2\sin^{-1} \left( \frac{D_p - d_p}{2c} \right)$  rad

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \pi - 2\sin^{-1} \left( \frac{D_p - d_p}{2c} \right) \text{ rad} \\ &= 180 - 2\sin^{-1} \left( \frac{224 - 112}{2(898.66)} \right) \text{ rad} \\ &= 172.85^\circ \end{aligned}$$

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi d_p \times n = 180 \times \left( \frac{112}{1000} \right) \times \left( \frac{5600}{60} \right) = 32.84 \text{ m/s}$$

แรงดึงสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V} = \frac{1.49 \times 1000}{32.84} = 45.37 \text{ N}$$

$k_1 = 1.3$  (สภาวะการทำงาน งานเบา ทำงานคงที่)

$k_2 = 0.385$  (หน้าตัดสายพานแบบ B)

$$\sin \alpha/2 = 1$$

$$V^2 = 1078.47$$

แรงดึงชั้นต้นในสายพาน

$$F_1 = (k_1 F + Z k_2 v^2) \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_1 = ((1.3 \times 45.37) + 1 (0.385 \times 1078.47)) 1 = 474.19 \text{ N.}$$

AB = ความยาวจากล้อขับสายพานถึงแบร็งที่จุด B (mm) ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

BC = ความยาวจากแบร็งที่จุด B ถึงลูกกลิ้งที่จุด C (mm) ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

CE = ความยาวของลูกกลิ้ง (mm) ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

X/2 = ความยาวของลูกกลิ้ง หาร 2 ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

BD = ความยาวของแบร็งที่จุด B ถึงจุดกึ่งกลางของลูกกลิ้งที่จุด D ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

EF = ความยาวของขอบลูกกลิ้งทางขวาถึงแบร็งตัวที่ขวา ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

น้ำหนักของล้อสายพาน =  $2.2 \times 9.81 = 21.582 \text{ N}$

น้ำหนักของลูกกลิ้งต่อความยาวลูกกลิ้ง =  $0.38 \text{ N/mm}$  โดยลูกกลิ้งหนัก  $120.62 \text{ N}$  ความยาวลูกกลิ้ง =  $310 \text{ mm}$  ดังรูปที่ 3.9 (ก.) แรงในแนวตั้ง

(⊙+ ⊖-) หาแรงปฏิกิริยาที่ B และ F ในแนวตั้ง

รวมโมเมนต์ที่ปลาย F

$$0 = W \times CE \left( \frac{X}{2} + EF \right) - R_{BV} (BC + CE + EF) + Z (AB + BC + CE + EF)$$

$$0 = (0.38 \times 310 (155 + 42)) - R_{BV} (42 + 310 + 42) + 21.582 (56 + 42 + 310 + 42)$$

$$0 = 23206.6 - R_{BV} (394) + 21.582 (450)$$

$$R_{BV} = \frac{23206.6 + 21.582(450)}{394}$$

$$R_{BV} = 83.54 \text{ N}$$

$R_{FV}$  จาก  $\sum F_y = 0$

$$R_{BV} - Z - W(CE) + R_{FV} = 0$$

$$R_{FV} = -83.54 + 21.582 + 0.38(310)$$

$$R_{FV} = 55.842 \text{ N}$$

เนื่องจากบนเพลา จะ ไม่เกิด โมเมนต์คัตตรงจุดปลาย ดังนั้น โมเมนต์คัตที่เกิดขึ้นมี 2 จุด ลูกกลิ้ง (W) และ แบร็งที่จุด B ดังนี้

1. ลูกกลิ้ง จะเกิด โมเมนต์คัตตรงปลายลูกกลิ้งที่จุด C และ E จะได้  $M_{CV}$  และ  $M_{EV}$  ดังรูป 3.9 (ข)

โมเมนต์คัตในแนวตั้ง

2. แบร็งที่จุด B จะเกิด โมเมนต์คัต  $M_{BV}$  ดังรูป 3.9 (ข) โมเมนต์คัตในแนวตั้ง

⊙ + ⊙ -

โมเมนต์คัตที่เกิดจากลูกกลิ้งเป็นแบบแรงกระจายจะนั้นคิด โมเมนต์คัตที่จุดปลาย 2 จุดคือ  $M_{CV}$  และ

$M_{EV}$

ดังนี้

$$\begin{aligned} M_{CV} &= -Z(AC) - R_{BV}(BV) \\ &= -21.582(98) - 83.54(42) \\ &= -5623.716 \text{ N mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{EV} &= -R_{FV} \times EF \\ &= -55.842 \times 42 \\ &= -2345.364 \text{ N mm} \end{aligned}$$

โมเมนต์คัตที่แบร็ง จุด B

$$\begin{aligned} M_{BV} &= Z \times AB \\ &= 21.582 \times 56 \\ &= 1208.60 \text{ N mm} \end{aligned}$$

แรงในแนวระดับ

$$\text{แรงที่ล้อยสายพานในแนวระดับ คือ } 45.37 + 474.19 = 519.56 \text{ N}$$

ภาพ โมเมนต์ที่จุด F

$$\text{จาก } \sum M_F = 0$$

$$516.56(AF) + R_{BH}(BF) = 0$$

$$\begin{aligned} R_{BH} &= \frac{519.6(AE)}{BF} \\ &= \frac{519.6 \times 450}{394} \\ &= 593.45 \text{ N} \end{aligned}$$

จาก  $\sum F_x = 0$ ,  $519.56 - R_{BH} - R_{FH} = 0$

$$R_{FH} = (R_{BH} + 519.56) = (593.45 + 519.56) = 1113.01 \text{ N}$$

ฉะนั้น โมเมนต์คัตตันในแนวระดับที่ B คือ

$$\begin{aligned} M_{BH} &= \text{แรงที่ล้อยายพานในแนวระดับ} \times (AB) \\ &= 519.56(56) = 29095.36 \text{ N mm} \end{aligned}$$

จากการพิจารณารูปที่ ข และ ง จะเห็นว่าโมเมนต์คัตตันสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่ จุด B

$$\begin{aligned} M_B &= \sqrt{(M_{BV})^2 + (M_{BH})^2} \\ \text{ดังนั้น} &= \sqrt{(1208.60)^2 + (29095.36)^2} = 29120.451 \text{ N mm} \end{aligned}$$

ดังนั้น โมเมนต์คัตตันสูงสุดเกิดที่ตำแหน่ง B  $M_B = 29120.451 \text{ Nmm}$

โมเมนต์บิดเนื่องจากการส่งกำลังจากสายพานคือ

$$T = (474.19 - 45.37) (160/2) = 34305.6 \text{ Nmm}$$

จากตารางที่ 3.2 (ค่าตัวประกอบความถี่ เล็กเพลลาหมุน, แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ)

จะได้  $C_M = 1.5$ ,  $C_t = 1.0$

สมมติให้เพลานี้มีร่องลิ้นเพื่อใช้ยึดสายพาน และพัฒนาให้ติดกับเพลาดังนั้น ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน

จะเท่ากับ  $\tau_D = 41 \text{ N/mm}^2$

จากสมการ (2.10)  $d^3 = \frac{16}{\pi \tau_D} [(C_t T)^2 + (C_m M_B)^2]^{\frac{1}{2}}$

$$d^3 = \frac{16}{\pi 41} [(1 \times 34305.6)^2 + (1.5 \times 29120.451)^2]^{\frac{1}{2}}$$

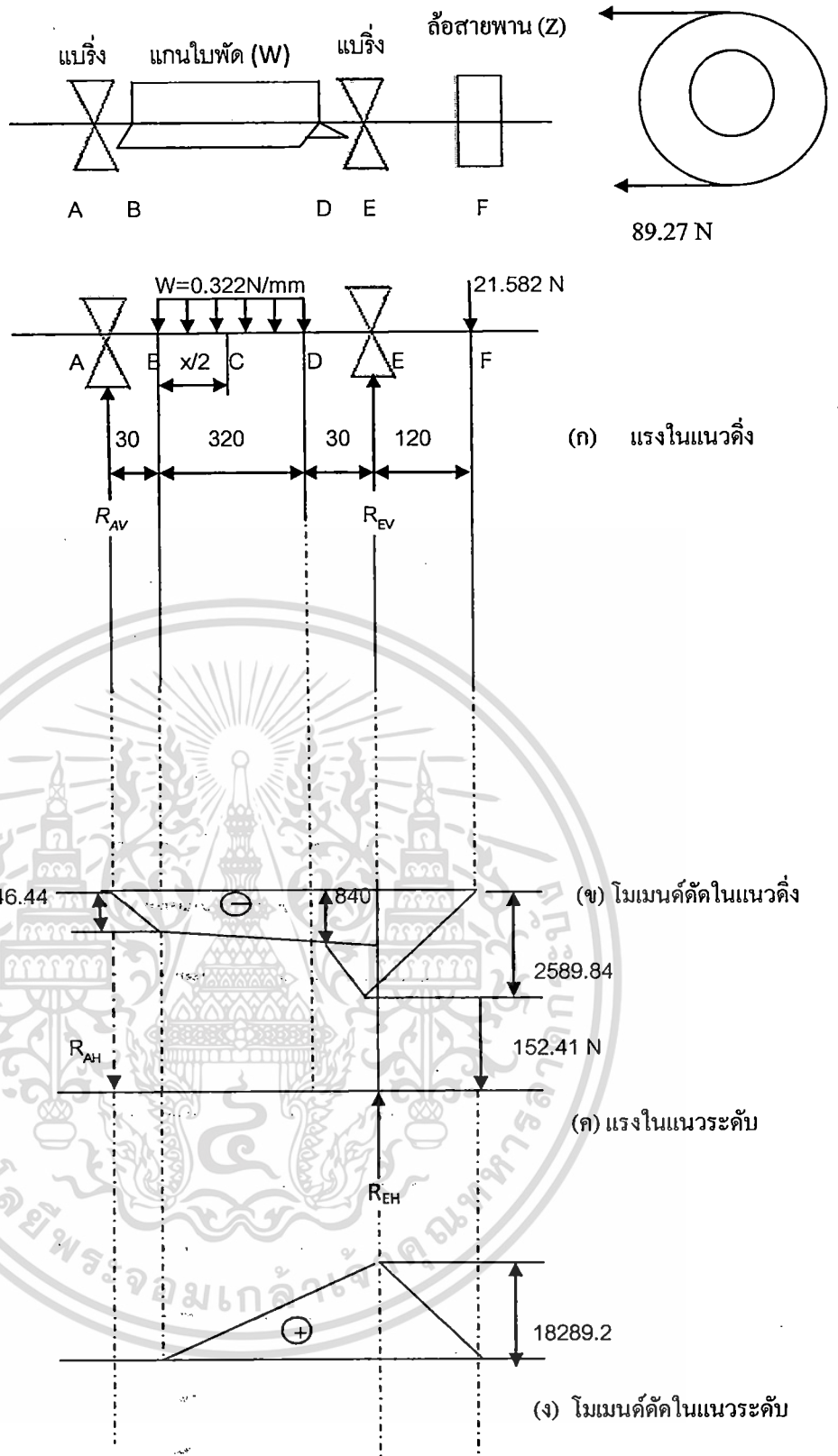
$$d^3 = 6899.30$$

$$d = 19.037 \text{ mm} = 0.75 \text{ in}$$

จากตารางที่ 3.1 ให้เลือกใช้เพลาสี้นผ่าศูนย์กลาง 1 in

131038

การออกแบบเพลาโบลว์เวอร์



รูปที่ 3.10 กราฟแสดงแรงเฉือนและ โมเมนต์ค้ดที่เกิดกับเพลา โบลว์เวอร์

คำอธิบาย

$W =$  น้ำหนักของแกนใบพัด (N)

$Z =$  น้ำหนักของล้อยาสายพาน (N)

$R_{AV}$  และ  $R_{EV} =$  แรงกระทำของแบร์ริงในแนวตั้งที่จุด A และ E ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง 63.14 N และ 89.27 N = คือแรงในแนวระดับของแรงดึงขั้นต้น และ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังตามลำดับ

แรงในแนวตั้งและแรงในแนวระดับของแรงดึงขั้นต้น ได้จากใช้ขนาดมอเตอร์ 2 hp ,ความเร็วรอบของมอเตอร์  $n_1 = 5600$  rpm , ความเร็วรอบเพลาโบลว์เวอร์  $n_2 = 2800$  rpm ดังนั้นขนาดมอเตอร์ = 1.49 kw

สมมติให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง = 700 mm

ขั้นแรกต้องหาขนาดของหน้าตัดสายพาน ตัวประกอบใช้งาน  $N_s = 1.1$  ( $\leq 10$  ชั่วโมงต่อวัน )

$$\text{ดังนั้น } W_p \times N_s = 1.49 \times 1.1 = 1.64 \text{ kw.}$$

เลือกเส้นผ่าศูนย์กลางพิชต์ของฟุ่เลย์ของลูกกลิ้ง  $d_p = 140$  mm. (สายพาน B สำหรับความยาว 2282 mm

ตารางในภาคผนวก ก-1)

$$\text{ดังนั้น } D_p = d_p \times mw = 140 \times 2$$
$$= 280 \text{ mm} \quad ; mw = \frac{n_1}{n_2} = \frac{5600}{2800} = 2$$

จากตารางภาคผนวก ก-2 เลือกใช้  $D_p = 280$  mm

ทดลองเลือกใช้  $c = 700$  mm

จากสมการ 2.25 ความยาวพิชต์โดยประมาณของสายพาน

$$L_p = 2C + 1.57 (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C}$$
$$= 2(900) + 1.57 (280 + 140) + \frac{(280 - 140)^2}{4(700)}$$
$$= 2066.4 \text{ mm}$$

จากตารางภาคผนวก ก-1 เลือกใช้สายพาน  $L_p = Li + 43 = 2000 + 43 = 2043$  mm

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ

$$c = p + \sqrt{p^2 - q}$$

$$p = 0.25 L_p - 0.393 (D_p + d_p)$$

$$= 0.25 (2043) - 0.393 (280 + 140)$$

$$= 345.69$$

$$q = 0.125 (D_p - d_p)^2$$

$$= 0.125 (280 - 140)^2 = 2450$$

$$c = 345.69 + \sqrt{345.69^2 - 2450}$$

$$c = 687.82 \text{ mm}$$

$$\text{ส่วนโค้งสัมผัส} \frac{D_p - d_p}{c} = \frac{224 - 112}{687.82} = 0.2$$

ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_2 = 0.97$$

$$((D_p - d_p)/c = 0.2)$$

จากตารางภาคผนวก ก-1 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_1 = 1.00$$

$$(L_p = 2066.4 \text{ mm ตาราง})$$

ภาคผนวก ก-1)

และสำหรับล้อสายพาน ขนาด 112 mm. อัตราทด  $m_w = 2$  และ  $n = 5600 \text{ rpm}$ .

จากตารางจากตารางภาคผนวก ก-1

สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเส้น PR (kw) = 3.93 kw. ต่อเส้น ( $m_w = 2$ ,  $n = 5600 \text{ rpm ตาราง}$ )

ในภาคผนวก ก -1)

จากสมการ 2.37

$$Z = \frac{W_p \times N_s}{PR \times N_a \times N_1} = \frac{1.49 \times 1.1}{3.93 \times 0.97 \times 0.98} = 0.44$$

ดังนั้น เลือกใช้สายพานหน้าตัด B X 2030L<sub>1</sub> จำนวน 1 เส้น

จากสมการ มุมสัมผัสของล้อสายพาน ( $\alpha_1$ ) =  $\pi - 2\sin^{-1} \left( \frac{D_p - d_p}{2c} \right)$  rad

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \pi - 2\sin^{-1} \left( \frac{D_p - d_p}{2c} \right) \text{ rad} \\ &= 180 - 2\sin^{-1} \left( \frac{280 - 140}{2(687.82)} \right) \text{ rad} \\ &= 168.32^\circ \end{aligned}$$

ความเร็วสายพาน

$$V = \pi d_p \times n = 180 \times \left( \frac{140}{1000} \right) \times \left( \frac{5600}{60} \right) = 41.05 \text{ m/s}$$

แรงดึงสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = \frac{W_p}{V} = \frac{1.49 \times 1000}{41.05} = 36.3 \text{ N}$$

$k_1 = 1.3$  (สภาวะการทำงาน งานเบา ทำงานคงที่)

$k_2 = 0.385$  (หน้าตัดสายพานแบบ B)

$$\sin \alpha/2 = 0.99$$

$$V^2 = 1685.10$$

แรงค้ำขึ้นต้นในสายพาน

$$F_1 = (k_1 F + Z k_2 v^2) \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$F_1 = ((1.3 \times 36.3) + 1 (0.385 \times 1685.10)) 0.99 = 688.99 \text{ N.}$$

AB = ความยาวจากแบร็งที่จุด A ถึงใบพัดที่จุด B (mm) ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง

BD = ความยาวของโบลว์เวอร์ (mm) ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง

DE = ความยาวของใบพัดที่จุด D ถึงแบร็งที่จุด E (mm) ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง

EF = ความยาวจากแบร็งที่จุด E ถึงล้อสายพานที่จุด F (mm) ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง

X/2 = ความยาวของโบลว์เวอร์ ทาร 2 ดังรูปที่ 3.10 (ก.) แรงในแนวตั้ง

(⊙+ ⊖-) หาแรงปฏิกิริยาที่เกิดจากแบร็ง ที่จุด A และ E ดังรูปที่ 3.10 (ก) แรงในแนวตั้ง

รวมโมเมนต์ที่จุด A จาก

$$\text{จาก } \sum MA = 0$$

$$\text{ดังนั้น } W \times BD(X/2 + AB) - (AE)R_{EV} + (AE + EF)Z = 0$$

$$0.322 \times 320(320/2 + 30) - (380)R_{EV} + (380 + 120)21.582 = 0$$

$$R_{EV} = (19577.6 + 500(21.582))/380$$

$$R_{EV} = 79.91 \text{ N}$$

$$\text{จาก } \sum Fy = 0$$

$$\text{ดังนั้น } R_{AV} + R_{EV} - W(BD) + Z = 0$$

$$R_{AV} = W(BD) - Z - R_{EV}$$

$$R_{AV} = 0.322(320) - 21.582 - 79.91 ; R_{AV} = 1.548 \text{ N}$$

เนื่องจากบนเพลลา จะไม่คิด โมเมนต์คัตตรงจุดปลาย ดังนั้น โมเมนต์คัตที่เกิดขึ้นมี 2 จุด คือ โบลว์เวอร์ (W) และ แบร็งที่จุด E ดังนี้

1. โบลว์เวอร์ จะเกิด โมเมนต์คัตตรงปลาย โบลว์เวอร์ที่จุด B และ D จะได้  $M_{BV}$  และ  $M_{DV}$  ดังรูป 3.10(ข)

โมเมนต์คัตในแนวตั้ง

2. แบร็งที่จุด E จะเกิด โมเมนต์คัต  $M_{EV}$  ดังรูป 3.10 (ข) โมเมนต์คัตในแนวตั้ง

⊕ + ⊖- โมเมนต์คัตที่เกิดจากโบลว์เวอร์เป็นแบบแรงกระจายนั้นคิด โมเมนต์คัตที่จุดปลาย 2

จุดคือ  $M_{BV}$  และ  $M_{DV}$   
ตั้งนั้น

$$M_{BV} = R_{AV} \times (AB)$$

$$M_{BV} = 1.548 \times 30 \\ = 46.66 \text{ Nmm}$$

$$M_{DV} = Z(DF) - R_{EF}(DE)$$

$$M_{DV} = 21.582(150) - 79.91(30) = 840 \text{ Nmm}$$

โมเมนต์ที่จุด E

$$M_{EV} = Z \times (EF)$$

$$M_{EV} = 21.582 \times 120 \\ = 2589.84 \text{ Nmm}$$

แรงแนวระดับ

แรงที่ล้อยสายพานในแนวระดับ คือ  $89.27 + 63.14 = 152.41 \text{ N}$

ภาพโมเมนต์ที่จุด A

จาก  $\sum MA = 0$

$$152.41(AF) - R_{EH}(AE) = 0$$

$$R_{EH} = (152.41(AE))/AE$$

$$R_{EH} = (152.41 \times 500)/380$$

$$R_{EH} = 200.539 \text{ N}$$

จาก  $\sum Fx = 0$

$$152.41 - R_{AH} - R_{EH} = 0$$

$$R_{AH} = -(-152.41 + R_{EH})$$

$$R_{AH} = -67.01 \text{ N}$$

ฉะนั้น โมเมนต์คัตในแนวระดับที่ E คือ

$$M_{EH} = 152.41 \text{ (EF)}$$

$$= 152.41 \times 120$$

$$MEH = 18289.2 \text{ Nmm}$$

จากการพิจารณารูปที่ ข และ ง จะเห็นว่าโมเมนต์ดัดสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่

จุด E  $M_E = \sqrt{(M_{EV})^2 + (M_{EH})^2}$

$$\text{ดังนั้น } M_E = \sqrt{(2589.84)^2 + (18289.2)^2}$$

$$= 18471.65 \text{ Nmm}$$

ดังนั้น โมเมนต์ดัดสูงสุดเกิดที่ตำแหน่ง E  $M_E = 18471.65 \text{ Nmm}$

โมเมนต์บิดเนื่องจากการส่งกำลังจากสายพาน คือ

$$T = (89.27 - 63.14) (160/2) = 2090.4 \text{ Nmm}$$

จากตารางที่ 3.1 (ค่าต่อประกอบความถี่) เลือกเพลลาหมุน (แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ)

$$CM = 1.5, Ct = 1.0$$

สมมติให้เพลลาที่มีร่องลิ้นเพื่อใช้ยึดสายพาน และพัคลมให้ติดกับเพลลา ดังนั้น ค่าความเค้นเฉือน

ใช้งานจะเท่ากับ

$$\tau_D = 41 \text{ N/mm}^2$$

จากสมการ (2.10),  $d^3 = \frac{16}{\pi \tau_D} [(C_t T)^2 + (C_m M_E)^2]^{\frac{1}{2}}$

$$d^3 = \frac{16}{\pi 41} [(1 \times 2090.4)^2 + (1.5 \times 18471.65)^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$d^3 = 3451.56$$

$$d = 15.112 \text{ mm}$$

$$d = 0.60 \text{ in}$$

จากตารางที่ 3.2 ให้เลือกใช้เพลลาเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 in

### 3.4 การออกแบบพัคลม

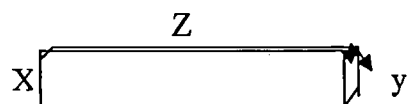
#### 1. การหาน้ำหนักใบพัด

$$\text{ปริมาตรใบพัด} = X \times Y \times Z$$

$$= 0.073 \times 0.001 \times 0.32$$

$$= 2.336 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

เมื่อ



X = ความกว้างของใบพัด (m)

Y = ความหนาของใบพัด (m)

$$\rho_s = 7860 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น  $m = \rho_s \times v$

$$m = 7860 \text{ kg/m}^3 \times 2.336 \times 10^5 \text{ m}^3$$

$$m = 0.1836 \text{ kg}$$

ดังนั้นใบพัดทั้ง 3 ใบ มี  $m = 0.5508 \text{ kg}$

## 2. น้ำหนักของโครงเหล็ก

ปริมาตรโครงเหล็ก =  $X \times Y \times Z$  เมื่อ

$$= 0.083 \times 0.008 \times 0.635$$

$$= 4.216 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$Z =$  ความยาวของใบพัด (m)

$\rho_s =$  ความหนาแน่นของเหล็ก ( $\text{kg/m}^3$ )

$X =$  ความกว้างของโครงเหล็ก (m)

$Y =$  ความหนาของโครงเหล็ก (m)

$Z =$  ความยาวของโครงเหล็ก (m)

$$\rho_s = 7860 \text{ kg/m}^3$$

ดังนั้น  $m = \rho_s \times v$

$$m = 7860 \text{ kg/m}^3 \times 4.216 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$m = 3.314 \text{ kg}$$

ดังนั้นโครงเหล็กทั้ง 3 ด้าน มี  $m = 9.9597 \text{ kg}$

จะได้น้ำหนักส่วนใบพัดและโครงเหล็กที่ติดกับใบพัดที่กระทำต่อเพลลา (kg) = ใบพัดทั้ง 3 ใบ + โครงเหล็กทั้ง 3 ด้าน

$$= 0.5508 + 9.9597 = 10.5105 \text{ kg}$$

ตารางที่ 3.1 ขนาดระบุของเพลลาตามมาตรฐาน ISO/R775-1969

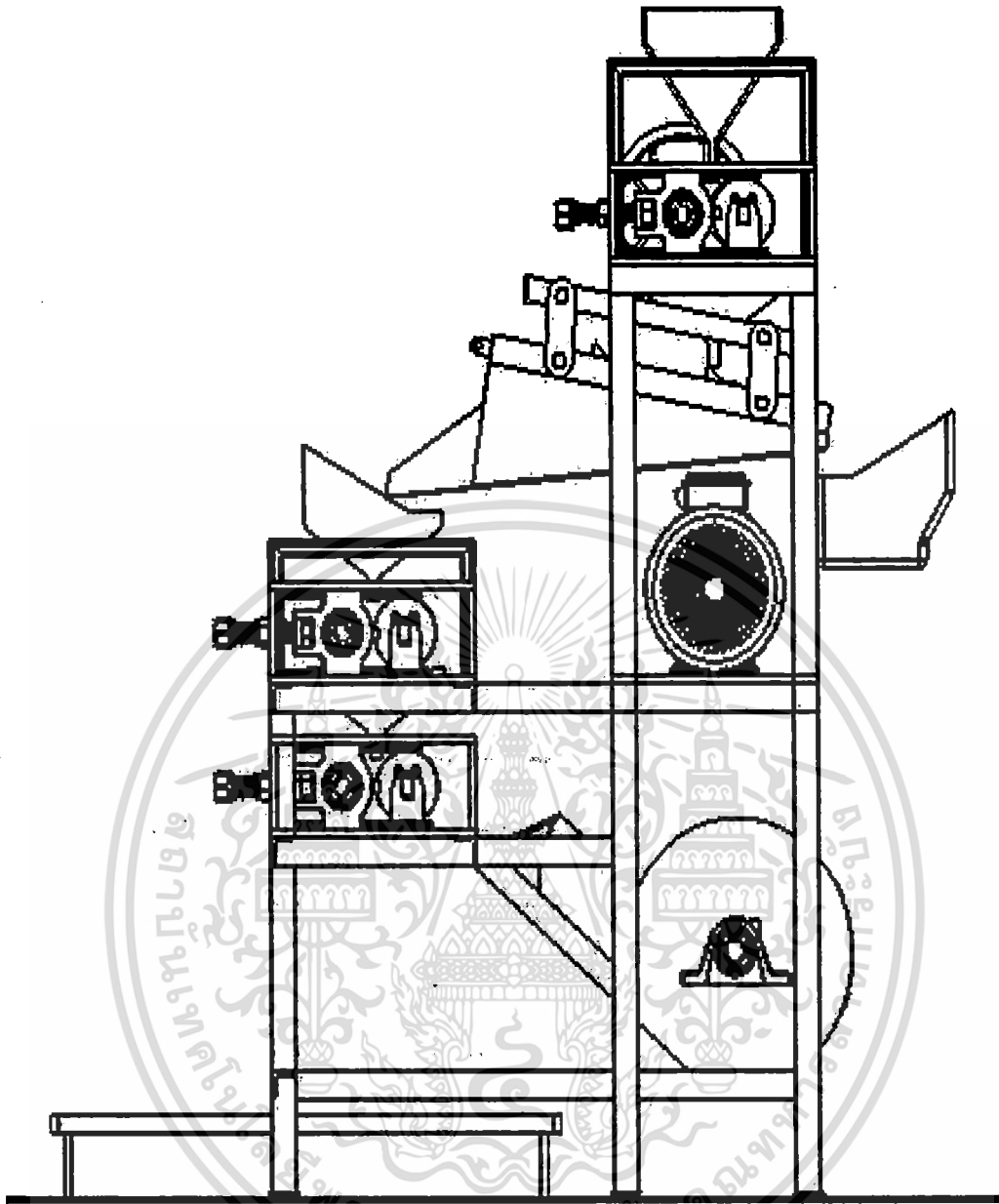
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
16	60	110	200	380
18	65	120	220	

ตารางที่ 3.2 ค่าตัวประกอบความถี่

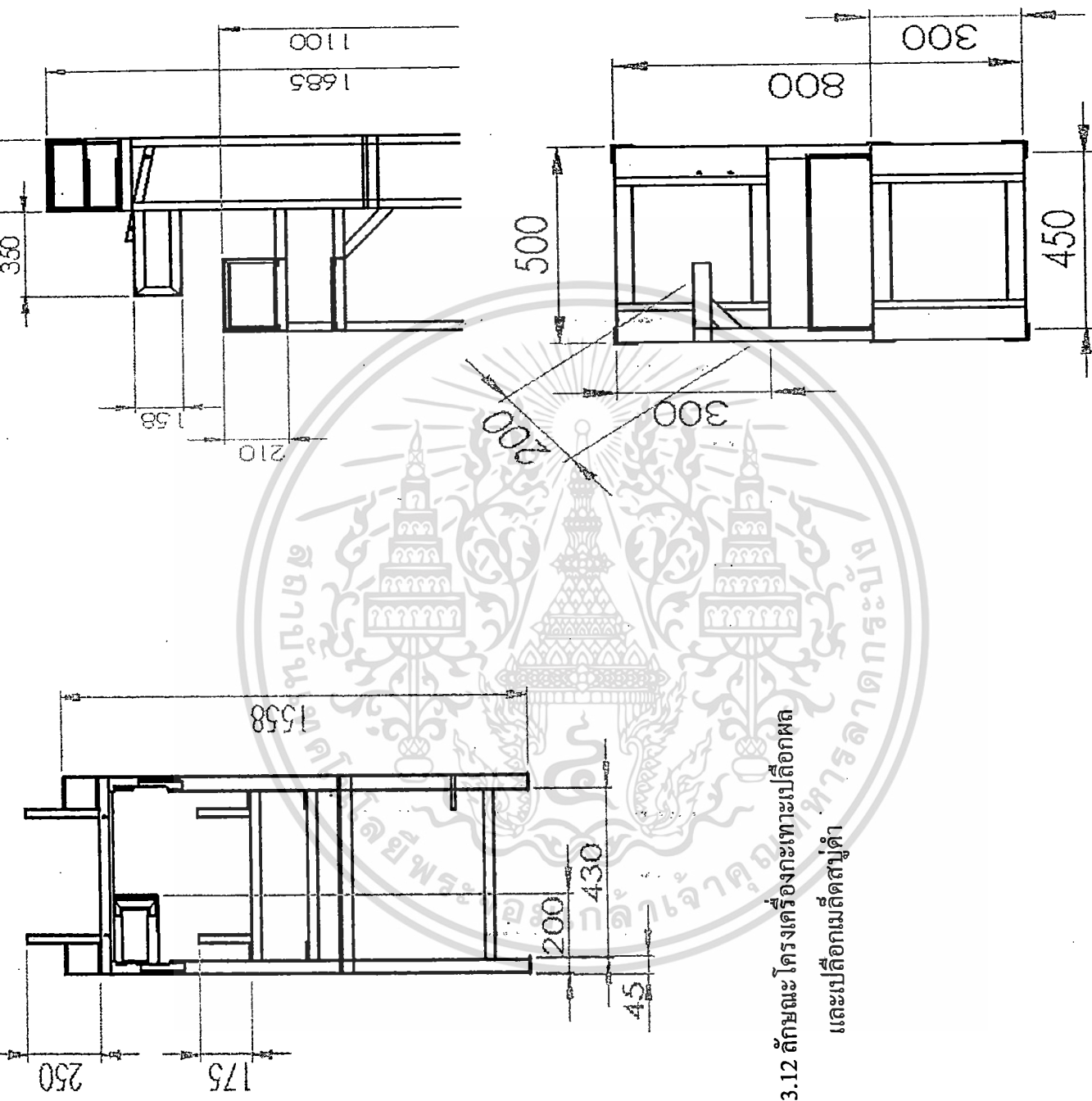
ชนิดของแรง	$c_m$	$c_t$
<b>เพลาอยู่หนึ่ง :</b>		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
<b>เพลาหมุน :</b>		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

### 3.5 แบบเครื่องกะเทาะเปลือกผล เปลือกเมล็ด ถัง รียงเรียบตรง และโบลว์เวอร์

- 3.3.1 แบบชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ และเมล็ดสับดำที่ได้ออกแบบนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.11
- 3.3.2 โครงเครื่องกะเทาะเปลือกผล และกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ แสดงไว้ในรูปที่ 3.12
- 3.3.3 แบบ โบลว์เวอร์ที่ได้ออกแบบนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.13
- 3.3.4 แบบชุดกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับดำแสดงไว้ในรูปที่ 3.14
- 3.3.5 แบบถังบรรจุเปลือกผลสับดำแสดงไว้ในรูปที่ 3.15
- 3.3.6 แบบถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 3 แสดงไว้ในรูปที่ 3.16
- 3.3.7 แบบถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 2 แสดงไว้ในรูปที่ 3.17
- 3.3.8 แบบถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1 แสดงไว้ในรูปที่ 3.18
- 3.3.9 แบบรางเรียบตรงแสดงไว้ในรูปที่ 3.19

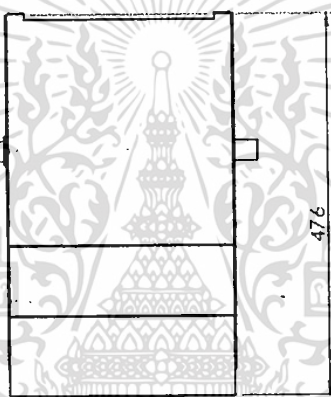
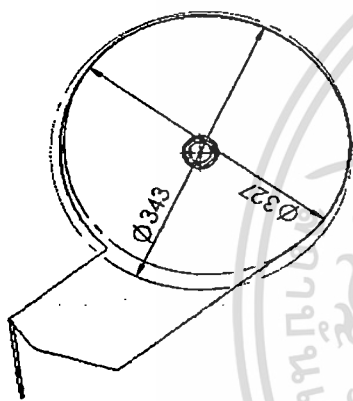
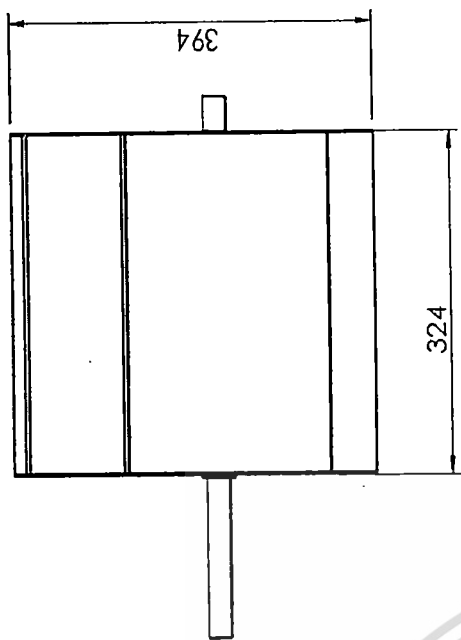


รูปที่ 3.11 เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ

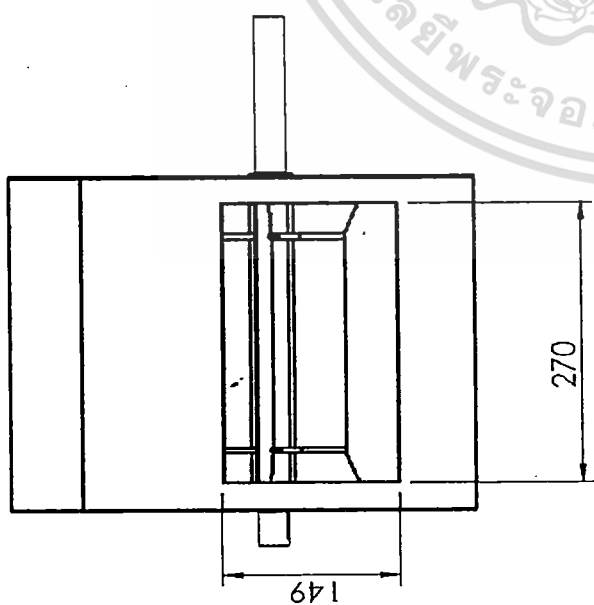


รูปที่ 3.12 ลักษณะ โครงเครื่องกะเทาะเปลือกผล  
และเปลือกเมล็ดทุเรียน

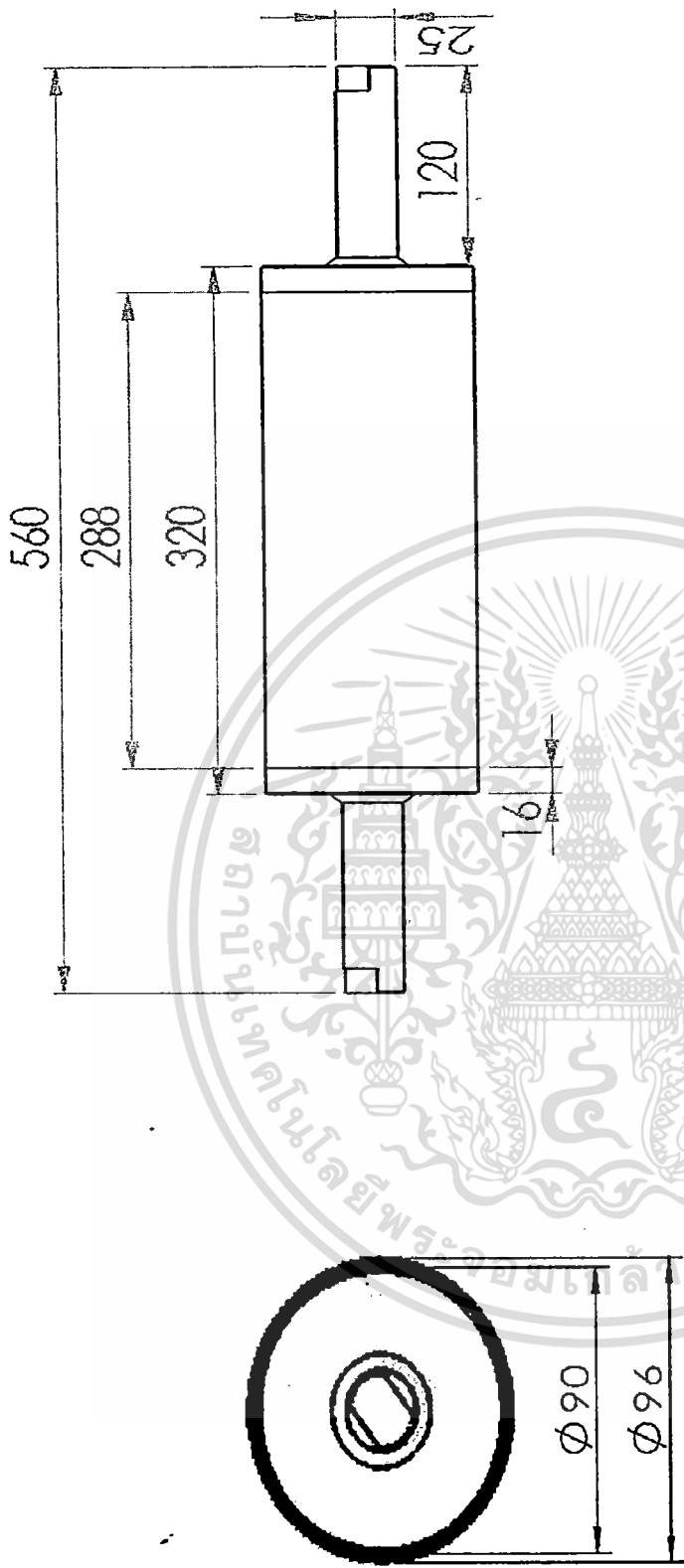
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ชุดโบลเวอร์

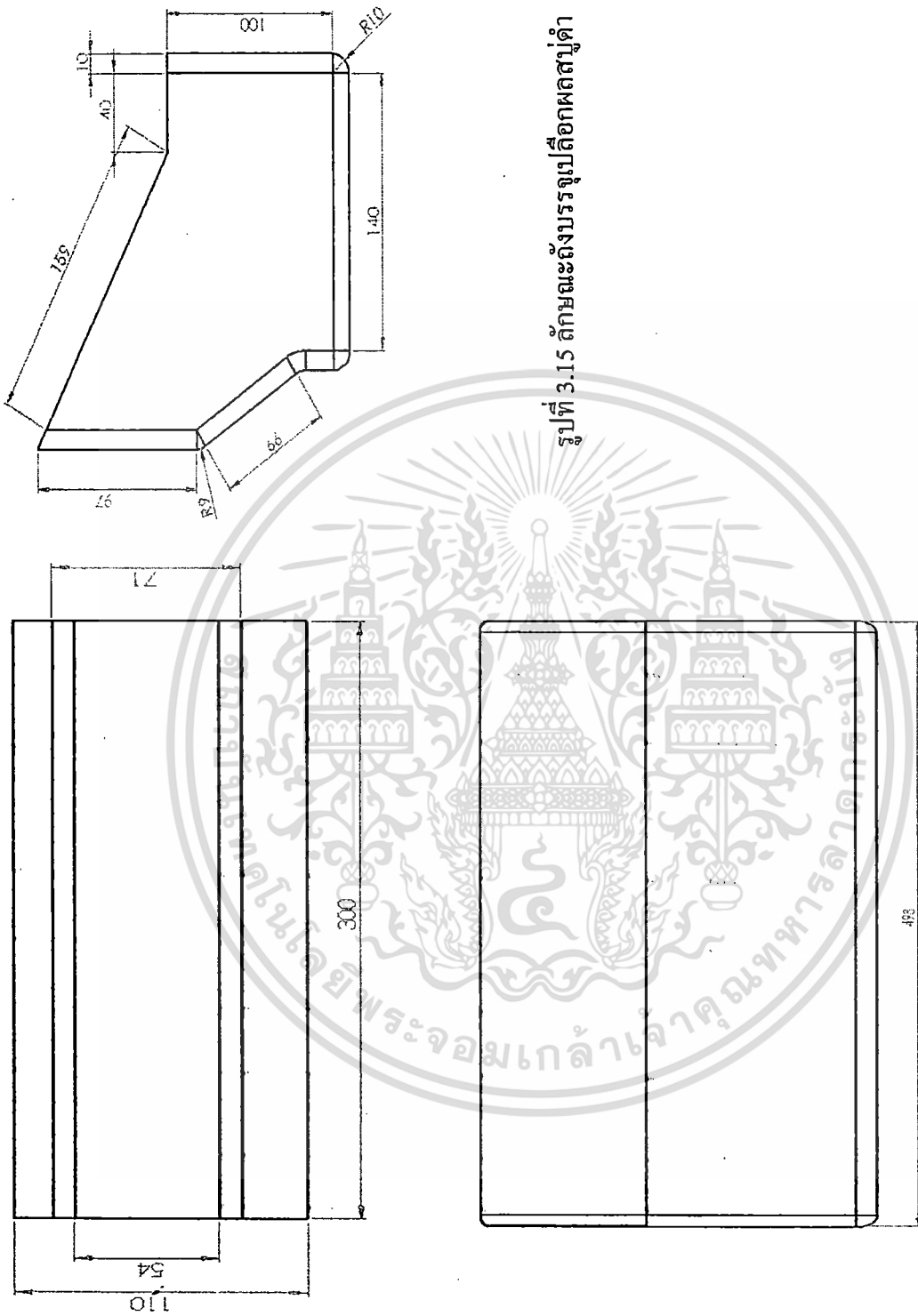


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



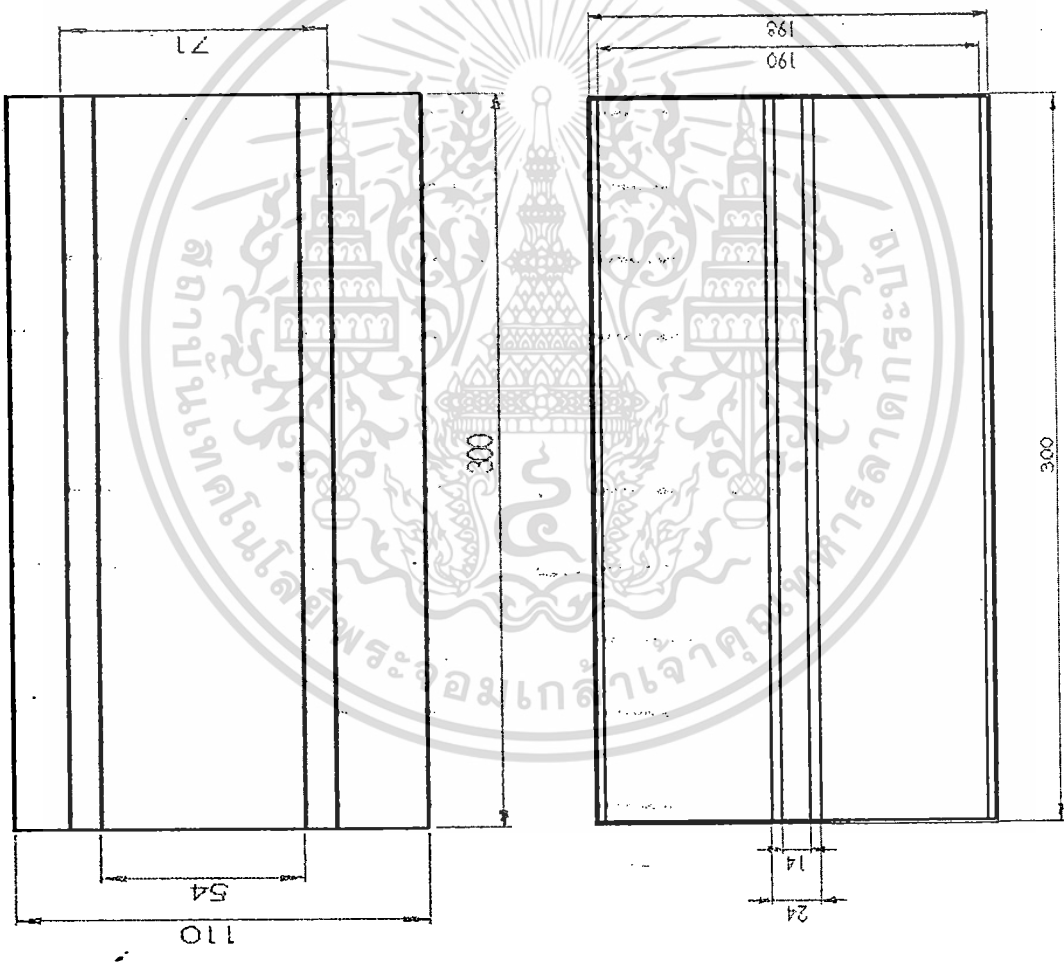
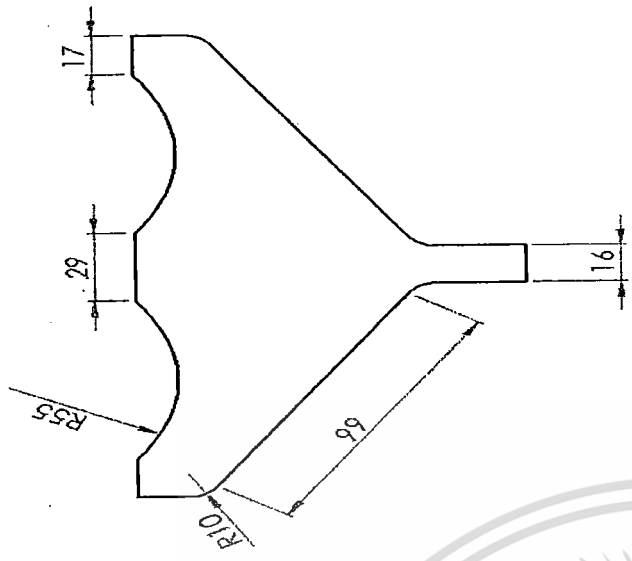
รูปที่ 3.14 ชุดกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับเต้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



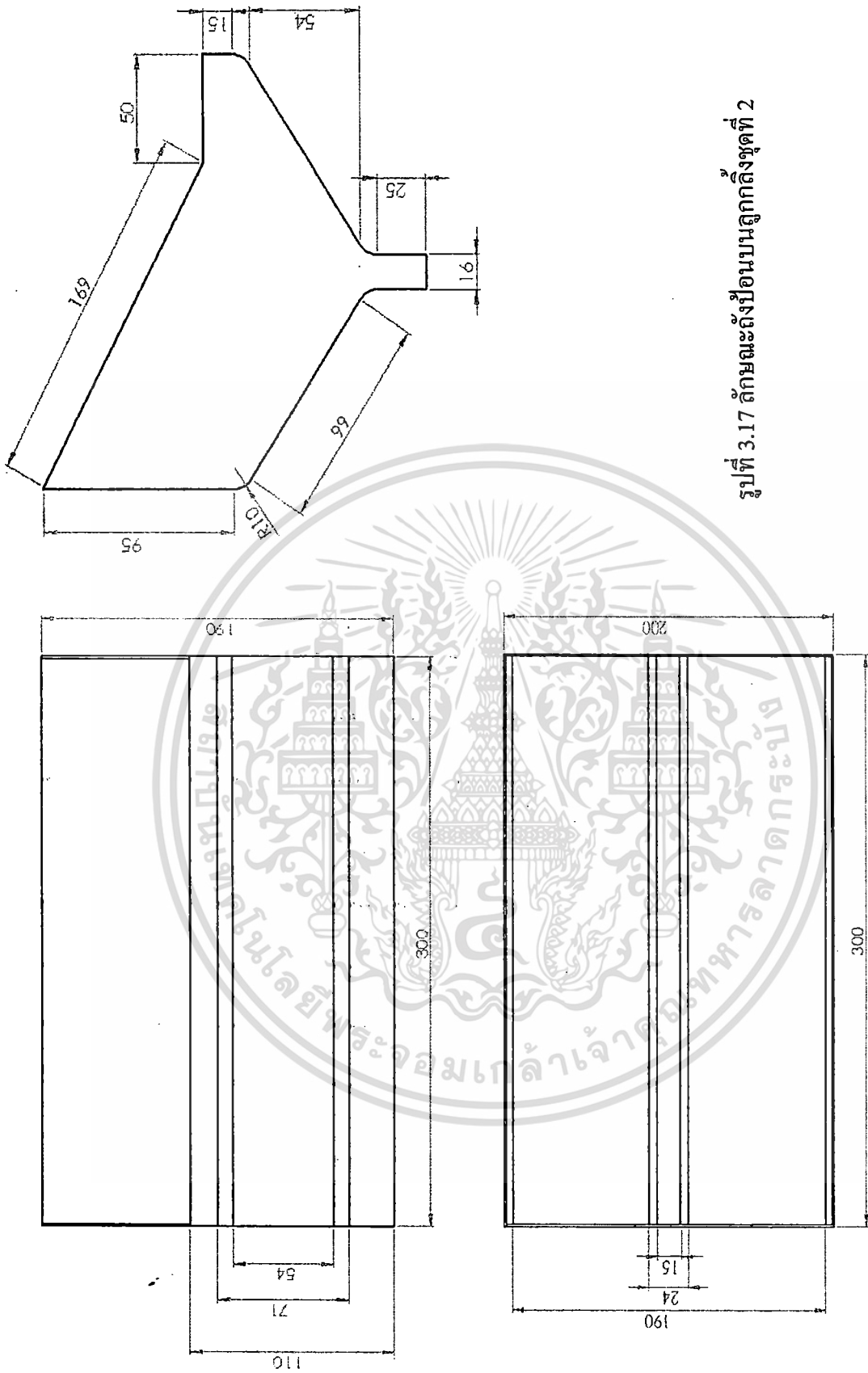
รูปที่ 3.15 ลักษณะถังบรรจุเปลือกผลสุบู่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



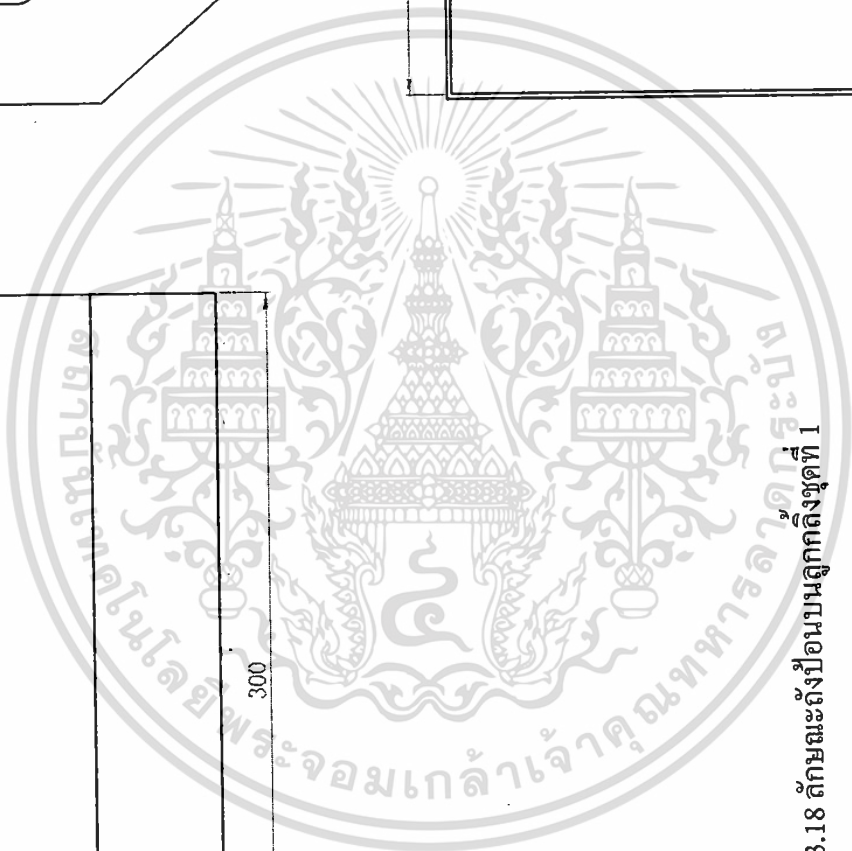
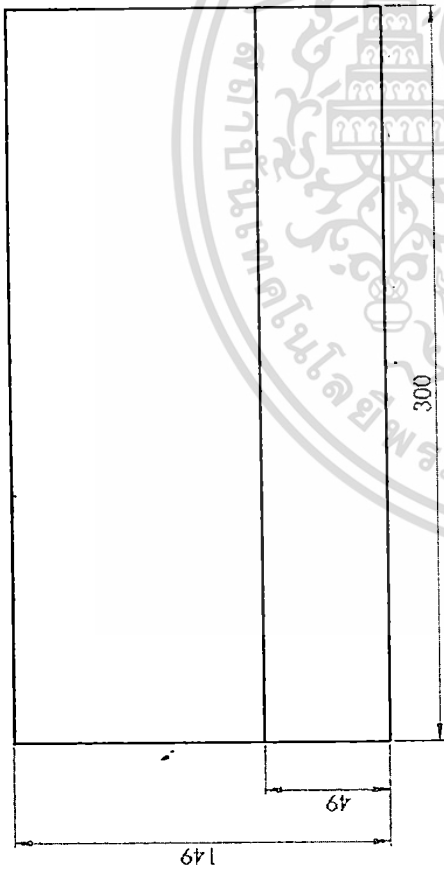
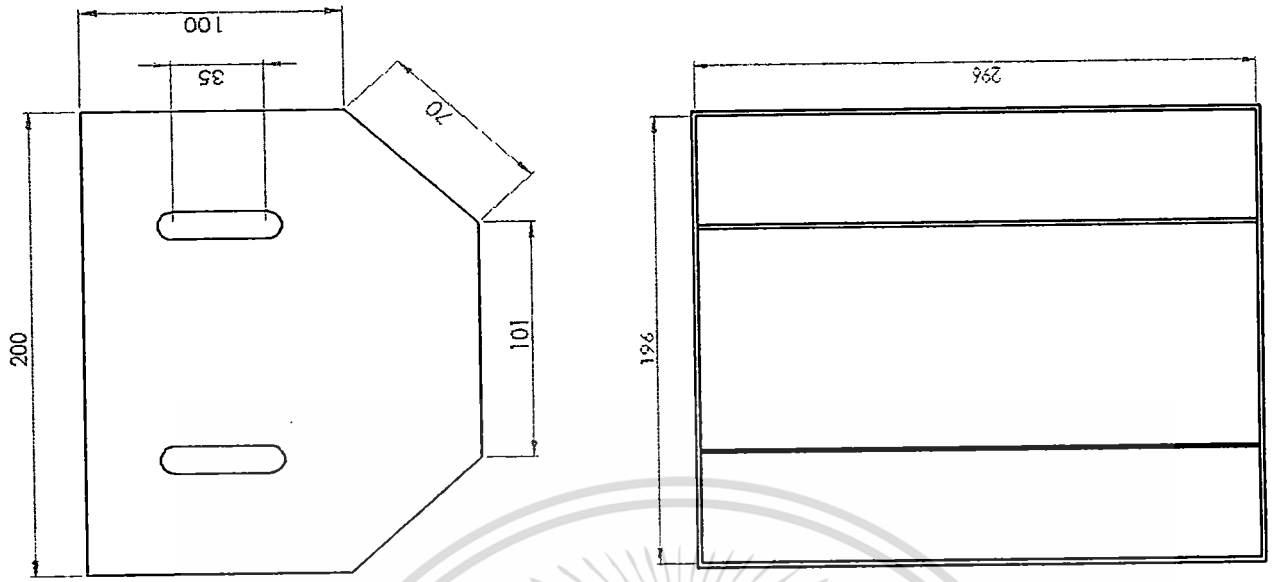
รูปที่ 3.16 ลักษณะถึงป้อนบนลูกถึงชุดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



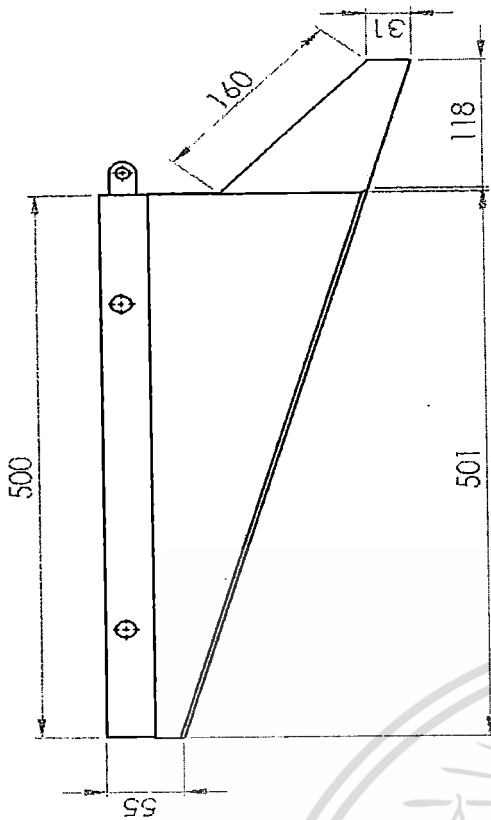
รูปที่ 3.17 ลักษณะถังบ่อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

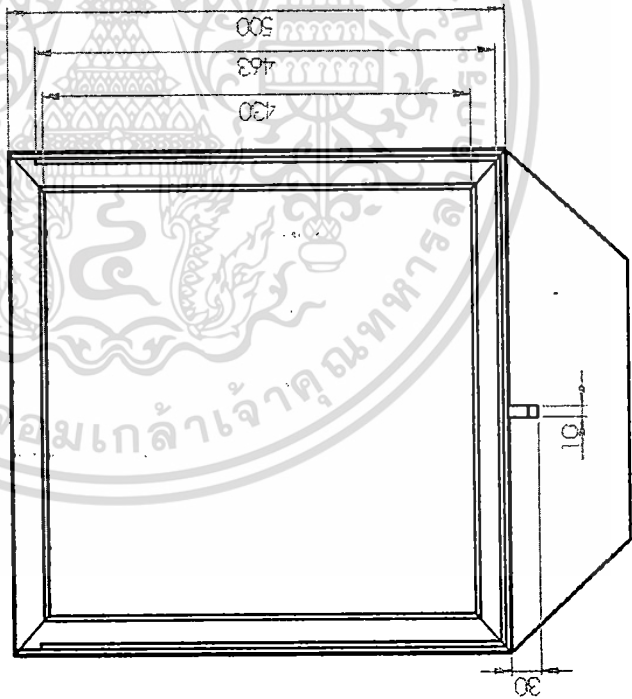
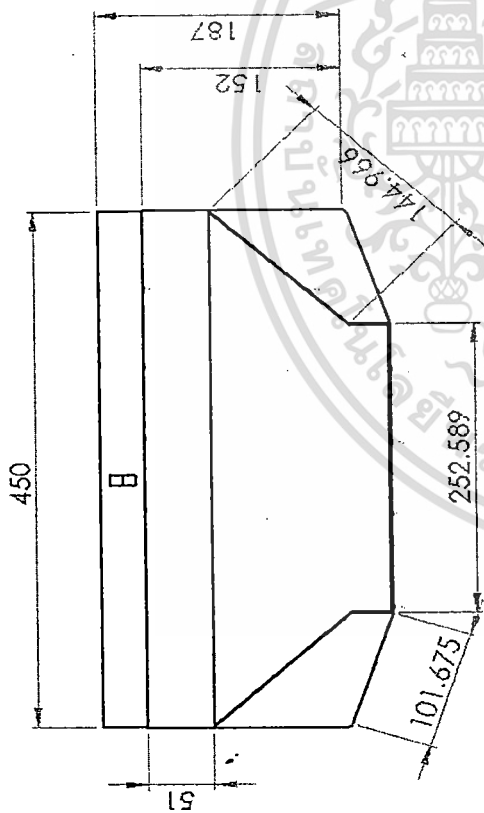


รูปที่ 3.18 ลักษณะถังป้อนบนลูกตึงชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



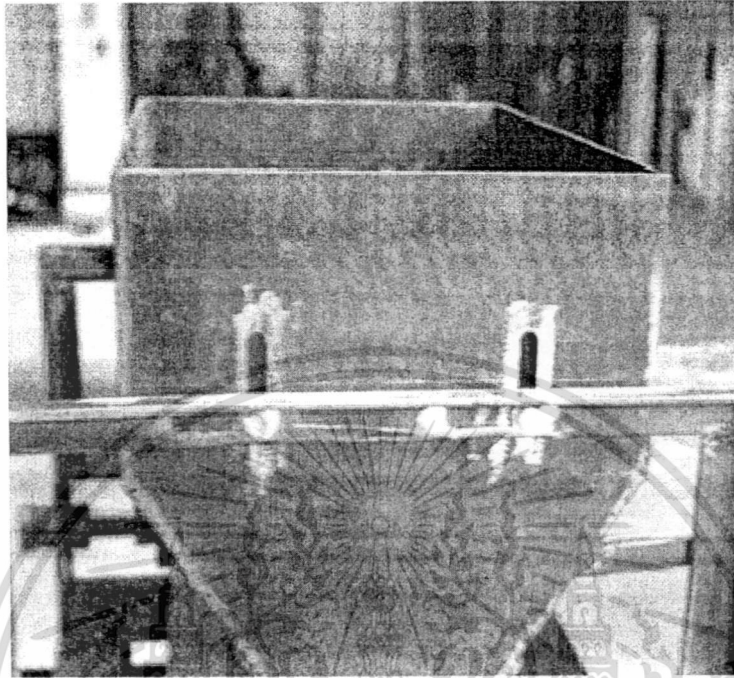
รูปที่ 3.19 ลักษณะรางเรียบตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำ

#### 3.6.1 ถังบรรจุเปลือกผลสบูดำ



รูปที่ 3.20 ถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1

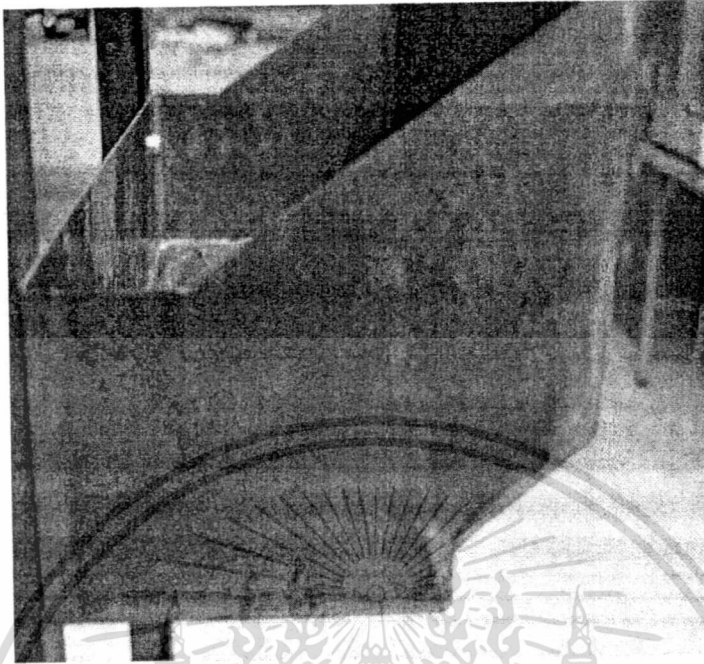
#### (1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด  $30 \times 19.2$  cm

#### (2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

### 3.6.2 ถังบรรจุเปลือกสบูดำที่ช่องทางออกเปลือกผล



รูปที่ 3.21 ถังบรรจุเปลือกผลสบูดำ

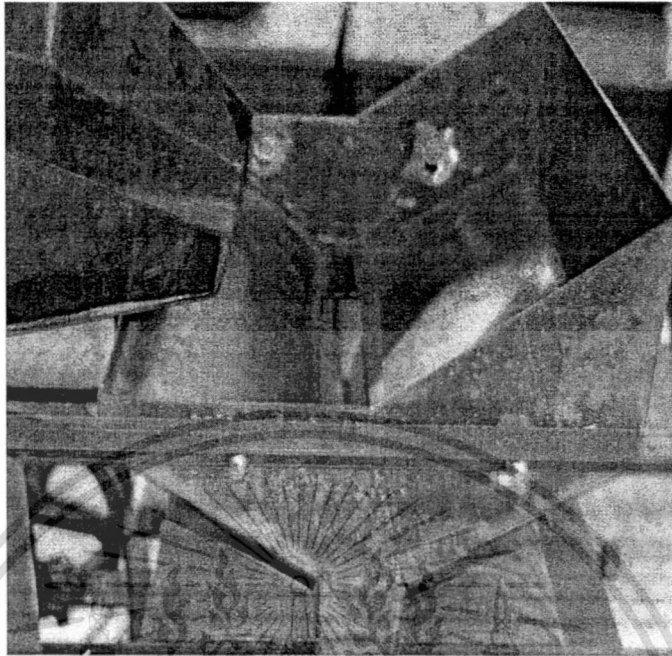
(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด  $49.7 \times 19$  cm

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

### 3.6.3 ถังบรรจุเมล็ดในสบู่นำบนลูกกลิ้งชุดที่ 2



รูปที่ 3.22 ถังป้อนเมล็ดสบู่นำบนลูกกลิ้งชุดที่ 2

#### (1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด  $30 \times 17.3$  cm

#### (2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบตั้งโดยการเชื่อม

### 3.6.4 ถังบรรจุเมล็ดในสบู่นำบนลูกกลิ้งชุดที่ 3

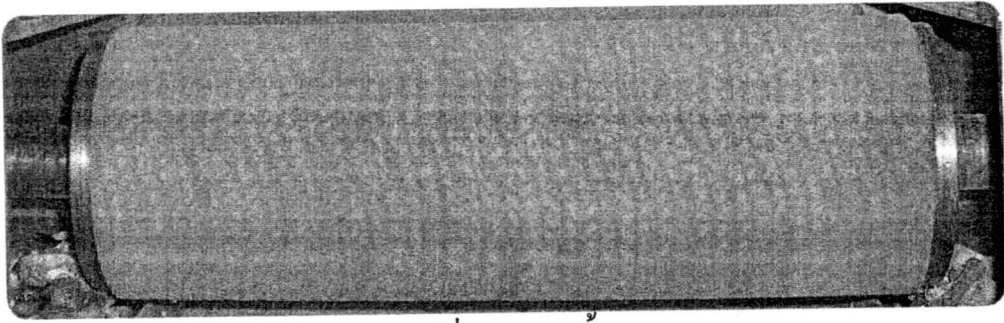
#### (1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด  $30 \times 17.3$  cm<sup>2</sup>

#### (2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบตั้งโดยการเชื่อม

### 3.6.5 ชุดลูกกึ่งชุดที่ 1, 2, 3



รูปที่ 3.23 ลูกกึ่ง

#### (1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. ท่อเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 in ยาว 30 cm จำนวน 6 ท่อน
2. เหล็กขนาด 1 in ยาว 50 cm จำนวน 1 ท่อน และยาว 60 cm จำนวน 3 ท่อน
3. ฝาครอบลูกกึ่งจำนวน 12 ชิ้น

#### (2) ขั้นตอนในการสร้าง

1. นำเหล็กต้นมากึ่งขอบให้มีลักษณะเหมือนฝาแล้วเจาะรูไว้สำหรับใส่เหล็ก
2. จากนั้นนำมาประกอบเข้ากับเหล็กกลางทั้งส่วนหัวและส่วนท้าย
3. นำยางชนิด NR 70 มาติดกลับลูกกึ่งทั้งหมด 6 ลูก ติดด้วยความร้อน

### 3.6.6 โครงเครื่อง

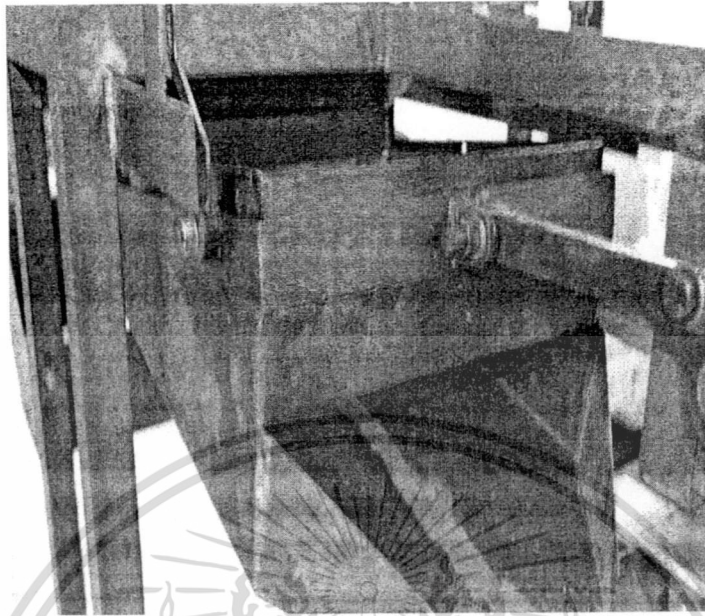
#### (1) วัสดุที่ใช้ในสร้าง

เหล็กฉากรูปตัว L ขนาด  $140 \times 77 \text{ cm}^2$  หนา 3.05 mm

#### (2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็กตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้
2. ประกอบโครงตามแบบที่ได้ออกแบบไว้โดยการใช้อุปกรณ์เชื่อมติด

### 3.6.7 รางเรียบตรง



รูปที่ 3.24 รางเรียบตรง

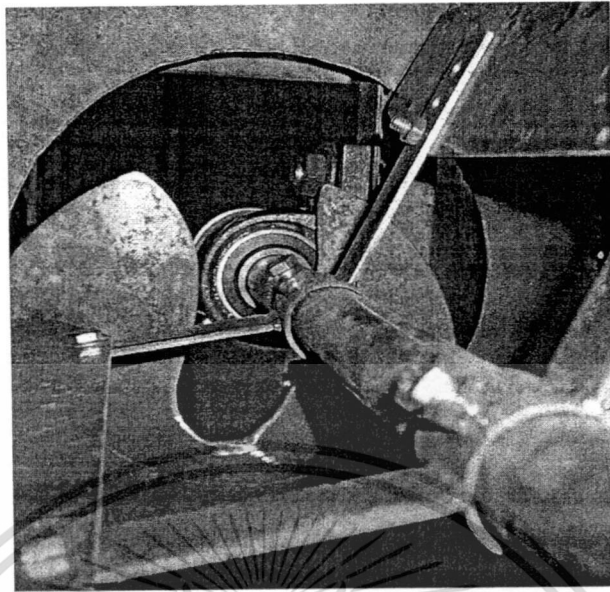
#### (1) วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นเหล็กขนาด  $57.2 \times 22 \text{ cm}^2$  จำนวน 1 แผ่น
2. เหล็กฉากตัว L ขนาด  $4.7 \times 42.4 \text{ mm}^2$  ยาว 64.9 cm จำนวน 2 เส้น

#### (2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ยึดเหล็กเส้นที่เตรียมไว้เข้ากับโครงชุดกะเทาะเปลือกผลเพื่อเป็นโครงของรางโดยให้เอียงเท่ากับมุมเท่ากับ 15 องศา
2. ตัดเหล็กแผ่นที่เตรียมไว้ให้ได้ขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ  $450 \times 619 \text{ mm}$  จากนั้นนำมาพับขอบขึ้นและนำมาเจาะรูสำหรับสวมน็อตยึดกับโครงงาน
3. ประกอบรางเข้ากับโครงราง

### 3.6.8 ขั้นตอนการสร้างโบลั้วเวอร์



รูปที่ 3.25 โบลั้วเวอร์

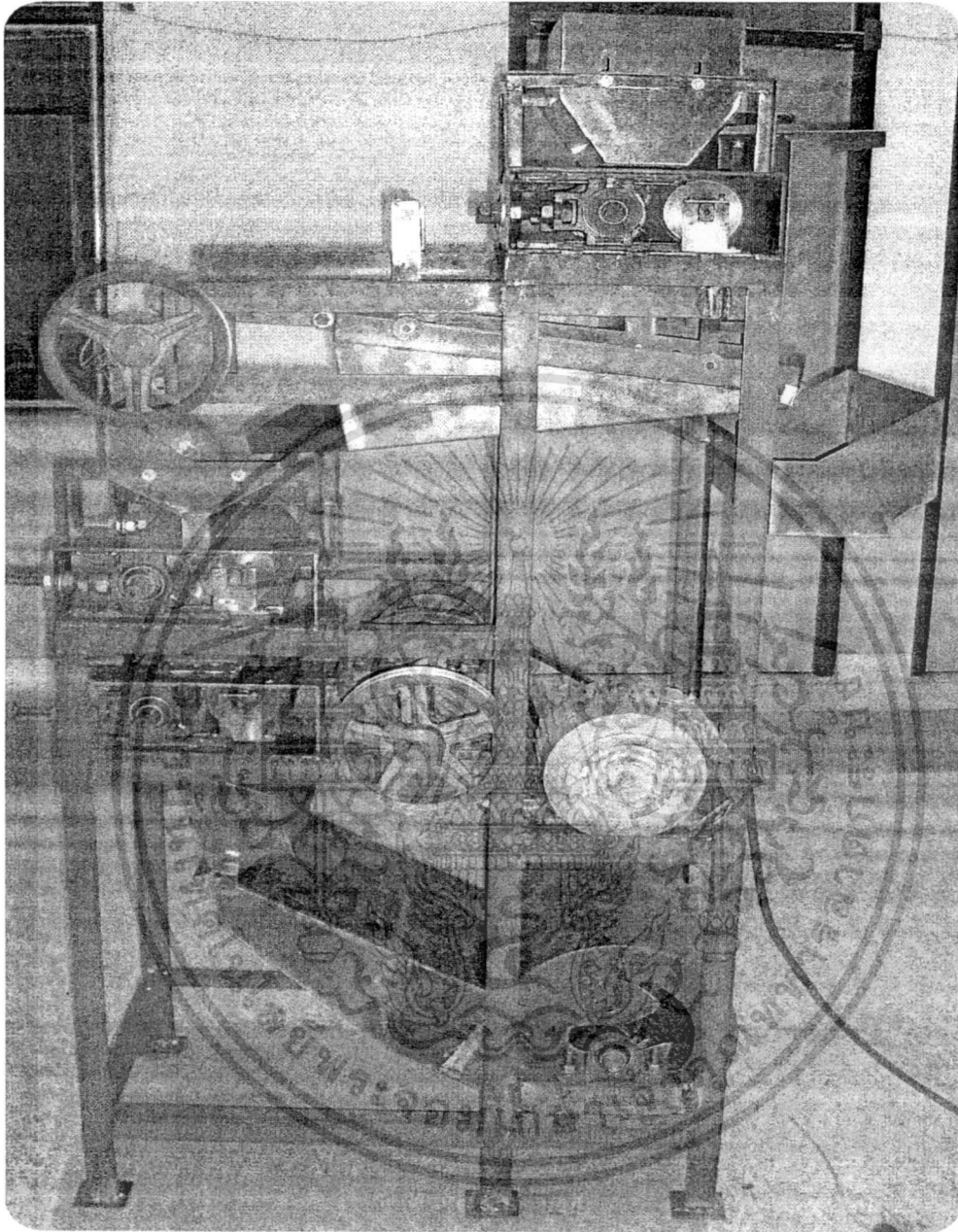
#### (1) วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นเหล็กหนา 3 mm. ขนาด  $120 \times 240 \text{ cm}^2$

#### (2) ขั้นตอนการสร้างโบลั้วเวอร์

1. นำแผ่นเหล็กมาตัดเป็นใบ 3 ชั้น และนำแผ่นเหล็กตัดเป็นเส้นเพื่อใช้ติดใบพัด โบลั้วเวอร์ 6 ชั้นตามขนาดที่กำหนด
2. นำเหล็กแผ่นม้วนเป็น โครงโบลั้วเวอร์ 2 ชั้น
3. ทำปากของโบลั้วเวอร์ตามขนาดที่กำหนด
4. นำใบมาติดที่แกนเพลลา เมื่อทำทุกส่วนเสร็จแล้วนำโครงโบลั้วเวอร์ทั้ง 2 ชั้น มาเชื่อมติดกัน

### 1.6.9 เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำ



รูปที่ 3.26 เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำที่สร้างเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดสอบและผลการทดสอบ

#### 4.1 การทดสอบก่อนสร้างเครื่อง

##### 4.1.1 การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดสบู่ดำ

###### (1) วัตถุประสงค์

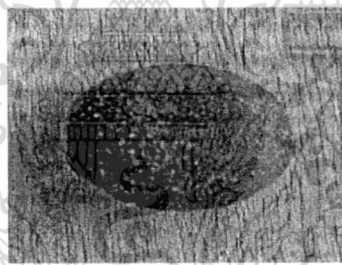
เพื่อคำนวณหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดสบู่ดำที่นำมาทดสอบ

###### (2) วัสดุอุปกรณ์

1. เมล็ดสบู่ดำจำนวน 30 เมล็ด
2. เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิทัล (MITUTOYO ความละเอียด 0.01 mm ยาว 8 นิ้ว 1 อัน)

###### (3) วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบจำนวนอย่างละ 30 เมล็ด เพื่อนำมาวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเชิงเรขาคณิตโดยการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์
2. บันทึกผลและคำนวณจากสมการ เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD)



รูปที่ 4.1 เมล็ดสบู่ดำ

###### (4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตามตารางที่ 4.1

###### (5) สรุปผลการทดสอบ

เมล็ดสบู่ดำที่ทำการทดสอบนั้นจะมีค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต เท่ากับ 12.33 mm.

ตารางที่ 4.1 ค่า GMD ของเมล็ดสนุ่นดำ

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
1	19.48	11.58	9.44	12.87
2	19.48	11.58	9.44	12.87
3	18.65	11.69	9.03	12.53
4	18.13	11.48	8.84	12.25
5	18.46	11.08	8.36	11.96
6	17.52	9.77	7.34	10.79
7	15.36	8.79	7.07	9.85
8	19.32	11.54	9.18	12.70
9	19.68	11.64	9.23	12.83
10	18.32	11.5	8.57	12.18
11	19.99	12.19	9.51	13.23
12	18.6	11.91	9.06	12.61
13	19.76	11.47	9.16	12.76
14	19.93	11.74	9.24	12.93
15	19.3	11.03	9.19	12.51
16	19.78	11.87	9.3	12.97
17	16.25	10.91	7.98	11.23
18	19.73	12.32	9.29	13.12
19	18.37	11.57	8.65	12.25
20	18.31	11.05	8.62	12.04
21	19.54	12.28	9.87	13.33
22	18.21	11.63	8.63	12.23

ตาราง 4.1 GMD ของเมล็ดสบู่ดำ ( ต่อ )

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
23	19.32	12.36	8.45	12.64
24	19.45	12.01	7.32	11.96
25	17.63	11.55	9.2	12.33
26	19.35	11.34	9.15	12.62
27	18.62	8.26	8.52	10.94
28	18.34	11.63	8.23	12.06
29	19.56	12.32	9.34	13.11
30	18.23	11.12	9.12	12.27
ผลรวม	562.67	341.21	264.33	369.95
ค่าเฉลี่ย	18.76	11.37	8.81	12.33
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	1.07	0.94	0.68	0.78

#### 4.1.2 การวัดความชื้น

ก่อนสร้างเครื่อง

##### (1) วัตถุประสงค์

เพื่อคำนวณหาความชื้นของสบู่ดำที่นำมาทดสอบ

##### (2) วัสดุอุปกรณ์

1. สบู่ดำจำนวน 100 g
2. ตู้อบความร้อน (Memmert, USA)
3. ถาดแก้ว
4. โถ Desicator ( โถดูดความชื้น )
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( MODEL : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.001 g จำนวน 1 เครื่อง



รูปที่ 4.2 เปลือกเมล็ดใน และเนื้อในเมล็ด

### (3) วิธีการทดสอบ

1. นำเมล็ดสับจำนวน 100 g มาแบ่งเป็น 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 g
2. นำถาดแก้วไปซั่งน้ำหนักบนที่ก่า แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อน 15-30 นาที จากนั้นนำไปเข้าโถดูดความชื้นทิ้งไว้ 30 นาที
3. จากนั้นนำเมล็ดสับแต่ละตัวอย่างแยกเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดและเมล็ดใน เมื่อแยกเสร็จเรียบร้อยแล้วนำตัวอย่างทั้งหมดมาใส่ถาดแก้ว ซั่งน้ำหนักบนที่ก่าแล้วนำเข้าตู้อบ โดยอบที่อุณหภูมิ  $130 \pm 3$  °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
4. เอาออกจากตู้อบนำไปใส่ โถดูดความชื้นจนเย็นทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
5. จากนั้นนำเปลือกหุ้มเมล็ด และเมล็ดในของแต่ละตัวอย่างไปซั่งน้ำหนักบนที่ก่าผล
6. แล้วนำไปอบอีก 6 ชั่วโมง ทำตามข้อที่ 3,4,5 และนำค่าที่ได้จากการอบครั้งที่ 2 มาเปรียบเทียบกับการอบในครั้งแรกค่าที่ได้ควรไม่เกิน  $\pm 0.004$  g ถ้าเกินจะต้องนำไปอบอีก 6 ชั่วโมงไปเรื่อยจนกว่าค่าที่ได้จะไม่เกินค่าที่กำหนดแล้วบันทึก
7. นำค่าที่ได้ของแต่ละตัวอย่างมาหาค่าจากสูตรดังต่อไปนี้
  - 7.1 สัดส่วนเปลือกเมล็ดสับค่าสมการที่ 2.46 บันทึกผล
  - 7.2 สัดส่วนเมล็ดในสับค่าสมการที่ 2.47 บันทึกผล
  - 7.3 ความชื้นเมล็ดในสับค่าสมการที่ 2.48 บันทึกผล
  - 7.4 ความชื้นเปลือกเมล็ดสับค่าสมการที่ 2.49 บันทึกผล
  - 7.5 ความชื้นเมล็ดสับค่าสมการที่ 2.45 บันทึกผล
8. จากนั้นทำตารางผลการทดลองและสรุป

## ผลการทดสอบตามตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 การทดสอบความชื้น

น้ำหนัก	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3		ตัวอย่างที่ 4		ตัวอย่างที่ 5	
	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน (๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)
น้ำหนักถาด (๕)	88.629	88.327	87.882	94.039	90.121	89.881	87.602	87.369	88.952	89.672
น้ำหนักเมล็ดเริ่มต้น(๕)	20.354		20.694		20.366		20.610		20.206	
ก่อนอบ	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.824	96.600	107.312	98.983	101.879	97.735	98.596	100.334	102.058
หลังอบครั้งที่ 1	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.158	95.720	106.582	98.130	101.206	96.848	97.896	99.404	101.351
หลังอบครั้งที่ 2	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.116	95.708	106.566	98.111	101.063	96.828	97.838	99.395	101.329
หลังอบครั้งที่ 3	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.091	95.708	106.515	98.131	101.124	96.843	97.804	99.399	101.239
หลังอบครั้งที่ 4	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.021	95.673	106.482	98.102	101.086	96.795	97.756	complete	101.211
หลังอบครั้งที่ 5	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	100.020	95.702	106.450	98.096	101.608	96.814	97.720	complete	101.164
หลังอบครั้งที่ 6	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	complete	95.676	106.432	98.084	101.021	96.797	97.693	complete	101.257
หลังอบครั้งที่ 7	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	complete	95.692	106.181	98.081	100.909	96.709	97.689	complete	101.164
หลังอบครั้งที่ 8	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	complete	95.690	106.147	complete	100.907	96.645	complete	complete	101.257
หลังอบครั้งที่ 9	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	complete	complete	106.145	complete	complete	96.643	complete	complete	101.234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3		ตัวอย่างที่ 4		ตัวอย่างที่ 5	
	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๕)	เมล็ดใน(๕)
น้ำหนักถาด (๕)	88.629	88.327	87.882	94.039	90.121	89.881	87.602	87.369	88.952	89.672
น้ำหนักเมล็ดเริ่มต้น(๕)	20.354		20.694		20.366		20.610		20.206	
ก่อนอบ	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๕)	96.398	100.824	96.600	107.312	98.983	97.735	98.596	100.334	102.058
	น้ำหนักวัสดุ(๕)	7.769	12.497	8.718	13.273	8.862	10.133	11.227	11.382	12.386
สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ด (%) และสัดส่วนเมล็ดใน (%)		38.34	61.66	39.64	60.36	42.48	47.44	52.56	47.89	52.11

ตาราง 4.4 ความชื้นฐานเปียก และฐานแห้งเมล็ดสุก้า

ค่าความชื้น	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ด ใน	ค่าเบี่ยงเบน		ค่าเบี่ยงเบน		ค่าเบี่ยงเบน	
			ค่าเฉลี่ยของเปลือก	มาตรฐานของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ด	มาตรฐานของเมล็ดใน	ค่าเฉลี่ยของเมล็ด	มาตรฐานของเมล็ด
ความชื้นฐานเปียก (%)	10.30	7.61	1.34	1.02	-	-	-	-
ความชื้นฐานแห้ง (%)	11.50	8.25	1.65	1.19	-	-	-	-
ความชื้นฐานเปียกของ เมล็ด (%)	-	-	-	-	9.17	0.97	-	-
ความชื้นฐานแห้งของ เมล็ด (%)	-	-	-	-	10.13	1.18	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### (5) สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดสับุดามีค่า  $9.26 \pm 0.63$

#### 4.1.3 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำ

##### (1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบใช้งานที่ดีที่สุดของลูกกลิ้ง
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ดีที่สุด

##### (2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. สับุดำจำนวน 19 ถุง ถุงละ 300 g
2. เครื่องกะเทาะเมล็ดสับุดำ
3. มอเตอร์ (Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 0.5 แรงม้า) จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องปรับความถี่ของกระแสไฟฟ้า (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES , LTD. ) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (FLUKE 322) จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( MODEL : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
8. เครื่องวัดรอบ (Digicon รุ่น DT – 235T) จำนวน 1 เครื่อง
9. กระดาษ 5 ใบ และถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกะเทาะ

##### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมผลสับุดำที่จะใช้ในการทดสอบ โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ 300 g 19 ถุง
2. ปรับความเร็วรอบและ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งตามตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำโดยการเทลงถึงบรรจุให้มีอัตราการป้อน 300g ภายใน 35 วินาที หรือ  $30.85 \text{ kg/hr}$  อย่างสม่ำเสมอ
4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ 3 ค่า โดย ค่าเริ่มการทดลอง ค่าระยะห่างทดลองและ ค่าการทดลองเสร็จสิ้น ดูจากช่วงการจับเวลา และบันทึกผล
5. จับเวลาการกะเทาะ และ บันทึกผล
6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เหลือจากการกะเทาะ แบ่งเป็น 5 ชนิด ตามตารางบันทึกผลการทดลองและบันทึกค่า
7. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด

8. ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยทำทั้งหมด 19 ครั้ง แต่แต่ละครั้งจะกำหนดระยะห่างลูกกิ้ง และความเร็ว

ตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบ

ลำดับ ที่	ระยะห่าง ลูกกิ้ง (mm)	ความเร็ว รอบ(rpm, Hz)	ความสามารถ ในการ กระเทาะ เมล็ด (kg/hr)	% เมล็ด เนื้อใน สมบูรณ์	%เมล็ด เนื้อใน แตก	พลังงาน (W)	ประสิทธิภาพ ในการ กระเทาะเมล็ด (%)	การ สูญเสียใน การคัด แยก(%)
1	8.00	363.76,15.51	30.0	18.87	81.13	90.18	67.20	32.80
2	9.00	703.60,30.00	30.0	69.48	30.52	206.13	19.77	80.23
3	7.00	703.60,30.00	29.2	1.03	98.97	212.57	96.13	3.87
4	8.00	562.88,24.00	30.9	21.07	78.93	96.62	74.70	25.30
5	9.41	562.88,24.00	30.0	43.80	56.20	199.69	9.87	90.13
6	9.00	703.60,30.00	30.0	60.82	39.18	229.75	20.80	79.20
7	8.00	761.99,32.49	30.9	9.95	90.05	214.72	94.71	5.29
8	8.00	562.88,24.00	30.0	24.36	75.64	94.48	68.73	31.27
9	9.00	422.16,18.00	30.0	70.11	29.89	197.54	14.50	85.50
10	8.00	761.99,32.49	29.2	21.29	78.71	96.62	73.90	26.10
11	9.00	422.16,18.00	30.0	65.19	34.81	203.98	13.27	86.73
12	9.41	562.88,24.00	29.2	43.64	56.36	206.13	6.73	93.27
13	6.59	562.88,24.00	30.0	4.44	95.56	203.98	83.13	16.87
14	8.00	363.76,15.51	30.0	15.81	84.19	90.18	63.93	36.07
15	6.59	562.88,24.00	30.0	4.35	95.65	206.13	93.90	6.10
16	7.00	422.16,18.00	29.2	8.33	91.67	98.77	87.57	12.43
17	7.00	422.16,18.00	30.0	8.85	91.15	199.69	95.33	4.67
18	8.00	562.88,24.00	30.0	9.20	90.80	201.84	81.37	18.63
19	7.00	30.00,30.00	30.0	1.61	98.39	210.43	90.73	9.27

(5) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าระยะลูกกิ้งที่ 7 mm เป็นระยะที่ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพในการกระเทาะดีที่สุดเท่ากับ 96.13 ที่ความเร็วรอบ 806.89 rpm.

#### 4.1.4 การทดสอบความเร็วลมจากเครื่อง Terminal Velocity

##### (1) วัตถุประสงค์

เพื่อวัดความเร็วลม และความถี่ที่เหมาะสมที่สามารถแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกได้

##### (2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัด Terminal Velocity 1 เครื่อง
2. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า ( SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES , LTD. ) จำนวน 1 เครื่อง
3. เปลือกเมล็ดสบู่ดำ และเมล็ดในสบู่ดำ
4. เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอล MITUTOYO ความละเอียด 0.01 mm 1 อัน
5. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( MODEL : NHB - 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
6. เครื่องวัดรอบ ( Digicon รุ่น DT - 235T ) จำนวน 1 เครื่อง
7. กะละมังชั่งน้ำหนัก

##### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. นำเปลือกเมล็ด และเนื้อในเมล็ดสบู่ดำวางตรงช่องเป่าลมของเครื่อง Terminal Velocity
2. เปิดเครื่อง Terminal Velocity และปรับค่าความถี่ตามตาราง 4.6

##### (4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบจากตาราง 4.6

##### (5) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบความเร็วลมที่ 5.8 m/s เป็นช่วงความเร็วลมที่ทำให้เปลือกปลิวออกจากเครื่องวัด Terminal Velocity ดีที่สุด และช่วงความเร็วลมที่ 7.74 m/s เป็นความเร็วลมที่ทำให้เมล็ดปลิวออกจากเครื่องวัด Terminal Velocity ซึ่งทำให้ทราบว่าเปลือกกับเมล็ดในของสบู่ดำ จะปลิวด้วยการเป่าที่ความเร็วลมไม่เท่ากัน

ตาราง 4.6 การทดสอบความเร็วลมของเปลือก

ลำดับที่	ชนิด	ขนาดใหญ่ (mm)	ขนาดเล็ก (mm)	น้ำหนัก (g)	ความถี่ (Hz)	ความเร็วลมที่ ทำให้ปลิว (m/s)
1	เปลือก	6.19		0.0043	9	5.3334
				5.31	0.0016	9
2	เปลือก	16.950		0.024	11.000	6.519
				3.630	0.002	11.000
2	เปลือก	15.950		0.052	9.000	5.333
				5.450	0.004	9.000
3	เปลือก	17.070		0.076	10.000	5.926
				5.930	0.008	10.000
4	เปลือก	18.500		0.079	10.000	5.926
				3.860	0.003	10.000
5	เปลือก	15.240		0.047	9.000	5.333
				3.990	0.002	9.000
6	เปลือก	17.860		0.061	9.000	5.333
				6.530	0.006	9.000
7	เปลือก	17.070		0.070	10.000	5.926
				4.900	0.004	10.000
8	เปลือก	17.170		0.098	9.000	5.333
				5.200	0.007	9.000
9	เปลือก	17.940		0.100	11.000	6.519
				5.240	0.007	11.000
10	เปลือก	16.800		0.048	10.000	5.926
				4.140	0.006	10.000
	ค่าเฉลี่ย	17.055	4.887	0.035	9.800	5.807
	ค่า เบี่ยงเบน	3.40	0.92	0.03	0.77	0.45

ตาราง 4.7 การทดสอบความเร็วลมของเมล็ด

ลำดับที่	ชนิด	ขนาดใหญ่ (mm)	ขนาดเล็ก (mm)	น้ำหนัก (g)	ความถี่ (Hz)	ความเร็วลมที่ เมล็ดปลิว (m/s)
1	เมล็ด	16.320		0.052	13.000	7.704
			6.440	0.035	13.000	7.704
2	เมล็ด	9.580		0.074	12.000	7.111
			7.790	0.007	12.000	7.111
3	เมล็ด	15.510		0.175	13.000	7.704
			4.480	0.010	13.000	7.704
4	เมล็ด	15.330		0.098	13.000	7.704
			4.510	0.008	13.000	7.704
5	เมล็ด	14.600		0.190	13.000	7.704
			3.530	0.012	13.000	7.704
6	เมล็ด	13.980		0.148	13.000	7.704
			5.500	0.024	13.000	7.704
7	เมล็ด	15.470		0.186	13.000	7.704
			4.550	0.013	13.000	7.704
8	เมล็ด	15.070		0.226	13.000	7.704
			6.890	0.050	13.000	7.704
9	เมล็ด	13.420		0.185	14.000	8.296
			5.500	0.003	14.000	8.296
10	เมล็ด	14.930		0.190	13.000	7.704
			5.610	0.026	13.000	7.704
	ค่าเฉลี่ย	14.421	5.480	0.086	13.000	7.704
	ค่า เบี่ยงเบน	1.89	1.29	0.08	0.46	0.27

## 4.2 การทดสอบหลังการสร้างเครื่อง

### 4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของผลสับดำ และเมล็ดสับดำ

#### (1) วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของสับดำที่นำมาทดสอบ

#### (2) วัสดุอุปกรณ์

1. ผลสับดำจำนวน 100 ผล และเมล็ดสับดำจำนวน 30 เมล็ด
2. เวอร์เนียคาลิเปอร์แบบดิจิตอล (MITUTOYO ความละเอียด 0.01 mm ยาว 8 นิ้ว) 1 อัน



รูปที่ 4.3 ผลสับดำ

#### (3) วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างผลสับดำ 100 ผล และเมล็ดสับดำขนาดใหญ่กับขนาดเล็กอย่างละ 10 เมล็ด เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบ เพื่อนำมาวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเชิงเรขาคณิตโดยการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์
2. บันทึกผลตามตาราง 4.8 และ 4.9 จากนั้นคำนวณจากสมการ เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD)

#### (4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบได้จากตาราง 4.8 และ 4.9

#### (5) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของผลมีขนาดเท่ากับ 20.67 mm.

ตารางที่ 4.8 GMD ของผลสุบุดำชุดใหม่

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
1	23.82	20.74	20.38	21.59
2	22.31	20.86	18.76	20.59
3	24.56	21.40	20.24	21.99
4	24.90	21.20	21.12	22.34
5	22.46	19.40	19.38	20.36
6	22.20	20.54	19.86	20.84
7	22.54	20.24	19.85	20.84
8	21.41	19.18	16.42	18.89
9	24.98	21.26	20.92	22.31
10	22.79	17.70	47.51	26.76
11	21.52	19.32	19.13	19.96
12	22.72	21.32	20.67	21.55
13	21.19	20.40	19.75	20.44
14	23.20	21.08	19.42	21.18
15	22.56	19.57	18.93	20.29
16	21.10	20.78	20.40	20.76
17	22.27	19.11	19.04	20.09
18	22.56	20.01	18.56	20.31
19	22.28	20.91	20.20	21.11
20	22.52	20.88	17.80	20.30
21	22.39	20.07	15.85	19.24
22	23.18	19.26	18.61	20.25
23	21.06	20.37	16.13	19.06
24	23.71	19.65	19.30	20.79
25	20.55	18.19	17.75	18.79

ตารางที่ 4.8 GMD ของผลสบู่ดำชุดใหม่ ( ต่อ )

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
26	22.74	19.47	18.61	20.20
27	22.98	19.32	18.83	20.30
28	20.04	19.04	18.85	19.30
29	21.36	19.68	19.34	20.11
30	21.74	19.84	19.63	20.38
31	23.48	20.99	20.17	21.50
32	26.16	20.44	19.94	22.01
33	24.04	20.40	19.85	21.35
34	22.58	20.09	19.03	20.51
35	22.77	20.11	19.01	20.57
36	22.80	20.61	19.64	20.98
37	19.76	18.24	13.67	17.02
38	19.72	18.20	17.44	18.43
39	19.76	18.91	18.59	19.08
40	23.06	20.20	19.31	20.80
41	21.61	20.60	19.39	20.51
42	23.69	20.11	17.12	20.13
43	19.38	16.44	15.34	16.97
44	24.88	20.40	20.31	21.76
45	24.17	22.05	21.63	22.59
46	22.13	20.93	19.70	20.90
47	22.00	21.22	16.70	19.83
48	24.50	21.56	18.23	21.27
49	22.52	19.00	18.36	19.88
50	20.72	19.49	18.70	19.62

ตารางที่ 4.8 GMD ของผลสบู่อำชูดใหม่ (ต่อ)

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
51	22.69	21.39	20.18	21.40
52	21.73	18.59	16.82	18.94
53	23.54	21.49	19.94	21.61
54	24.90	20.70	19.10	21.43
55	23.15	20.06	19.98	21.01
56	25.43	21.00	18.63	21.51
57	20.66	18.49	18.16	19.07
58	23.19	20.35	19.91	21.10
59	21.36	20.32	18.91	20.17
60	24.83	19.76	18.79	20.97
61	23.74	19.58	18.90	20.63
62	26.14	22.56	21.39	23.28
63	24.47	19.90	16.39	19.99
64	26.10	19.90	16.52	20.47
65	22.90	18.17	14.45	18.18
66	25.59	22.05	21.36	22.93
67	24.78	19.24	18.80	20.77
68	24.22	18.71	15.48	19.14
69	22.77	19.60	19.40	20.53
70	25.30	20.87	18.18	21.25
71	27.90	20.47	19.65	22.39
72	22.17	18.92	15.36	18.61
73	22.93	19.60	18.97	20.43
74	27.41	19.01	16.03	20.29
75	26.23	20.33	19.76	21.92
76	26.37	20.00	19.93	21.91

ตารางที่ 4.8 GMD ของผลสุ่มค่าชุดใหม่ (ต่อ)

ลำดับ	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
77	22.65	22.39	18.39	21.05
78	22.27	20.79	18.84	20.59
79	24.44	20.23	16.65	20.19
80	21.96	17.97	17.28	18.96
81	26.44	22.97	22.13	23.78
82	23.71	20.79	20.47	21.61
83	29.40	21.45	18.15	22.54
84	27.52	21.96	21.11	23.37
85	26.27	20.79	20.72	22.45
86	26.24	20.78	20.61	22.40
87	23.76	21.01	18.37	20.93
88	25.43	19.73	19.56	21.41
89	25.94	21.41	20.73	22.58
90	23.74	19.31	16.61	19.67
91	24.94	20.97	16.93	20.69
92	20.86	18.73	15.24	18.13
93	22.33	19.21	15.41	18.77
94	27.22	20.74	20.59	22.65
95	20.58	17.44	14.33	17.26
96	20.99	16.70	13.83	16.92
97	23.22	18.18	15.26	18.61
98	27.31	20.32	19.57	22.15
99	30.32	20.21	19.68	22.93
100	26.15	19.01	18.95	21.12
<b>ค่าเฉลี่ย</b>	23.48	20.05	18.94	20.67
<b>ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)</b>	2.16	1.21	3.42	1.54

ตารางที่ 4.9 GMD ของเมล็ดสนูปดำชุดใหม่

ลำดับที่	ขนาดเมล็ด	a (mm)	b (mm)	c (mm)	GMD (mm)
1	ขนาดเมล็ดเล็ก	16.94	10.80	7.84	11.28
2		16.78	10.80	7.90	11.27
3		17.10	10.35	7.80	11.13
4		16.60	10.67	7.60	11.04
5		16.30	11.34	7.50	11.15
6		16.70	10.20	7.70	10.95
7		14.80	10.07	7.80	10.51
8		16.80	11.05	7.90	11.36
9		15.60	10.95	8.08	11.13
10		14.11	10.08	6.64	9.81
	ค่าเฉลี่ย	16.17	10.63	7.68	10.96
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	1.01	0.44	0.40	0.47
1	ขนาดเมล็ดใหญ่	16.80	11.80	2.00	7.35
2		18.50	12.50	9.06	12.80
3		18.59	11.60	8.70	12.33
4		17.80	11.10	8.06	11.68
5		17.50	11.27	8.09	11.69
6		17.46	12.08	9.25	12.50
7		17.76	10.75	8.40	11.71
8		17.50	10.80	8.08	11.52
9		16.90	11.07	8.47	11.66
10		16.17	11.15	7.87	11.24
	ค่าเฉลี่ย	16.09	11.41	7.80	11.45
	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	0.74	0.57	2.09	1.52

#### 4.2.2 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะผลสับดูต้า

##### (1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบใช้งานที่ดีที่สุดของลูกกลิ้ง ชุดกะเทาะเปลือกผล
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ดีที่สุด

##### (2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. ผลสับดูต้าจำนวน 8 ถุง ถุงละ 300 g
2. เครื่องกะเทาะผลสับดูต้า
3. มอเตอร์ Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 2 แรงม้า จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า ( SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES , LTD. ) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (FLUKE 322) จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( MODEL : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
8. กะละมัง 6 ใบ
9. ถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกะเทาะ

##### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมผลสับดูต้าที่จะใช้ในการทดสอบ โดยชั่งน้ำหนักเมล็ดที่ 300 g 19 ถุง
2. ปรับระยะห่างลูกกลิ้ง และความเร็วรอบตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.10
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสับดูต้า โดยการเทลงถังบรรจุให้มีอัตราการป้อน 300g ภายใน 25 วินาที หรือ 43.2 kg/hr อย่างสม่ำเสมอ
4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ 3 ค่า โดย ค่าเริ่มการทดลอง ค่าระหว่างทดลองและ ค่าการทดลองเสร็จสิ้น ดูจากช่วงการจับเวลา และบันทึกผล
5. จับเวลาการกะเทาะ และ บันทึกผล
6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เหลือจากการกะเทาะแบ่งเป็น 6 ชนิด ตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.10 และบันทึกค่า
7. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด
8. ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยทำทั้งหมด 8 ครั้ง แต่ละครั้งจะกำหนดความเร็วรอบดังตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.10 , 4.11 และ 4.12 ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5

(5) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดลองที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกผลสับคือที่ความเร็วรอบ 404.0 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 11.15 mm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 30.86 kg/hr และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 98.71% ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5



	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	351.80	404.00	479.30	557.80	351.80	404.00	479.30	557.80
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)								
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15							
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (s)	35.19	35.00	35.12	35.15	35.20	35.00	35.14	35.14
น้ำหนักผลสุดท้ายที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00	300.00
น้ำหนักเมล็ด (g)	141.48	146.12	133.89	84.83	142.02	145.30	129.03	83.05
น้ำหนักเมล็ดที่ช่องทางออกเปลือก (g)	36.41	16.15	51.56	97.29	27.02	17.77	46.39	93.39
น้ำหนักเมล็ดที่ติดผล (g)	น้ำหนักเปลือกผล	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15
	น้ำหนักเมล็ด	3.76	1.62	3.59	5.34	1.82	1.93	3.80
น้ำหนักเปลือกทั้งหมด (g)	75.58	80.60	89.23	90.74	69.27	80.73	88.26	91.62
น้ำหนักเปลือกที่ช่องทางออกเมล็ด (g)	22.33	18.90	19.20	12.73	18.71	22.30	18.24	14.81
น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกะเทาะ (g)	5.02	3.82	8.21	9.44	3.81	3.66	9.63	8.81
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ (Amp)	4.14	4.52	4.23	4.15	4.21	4.51	4.35	4.2

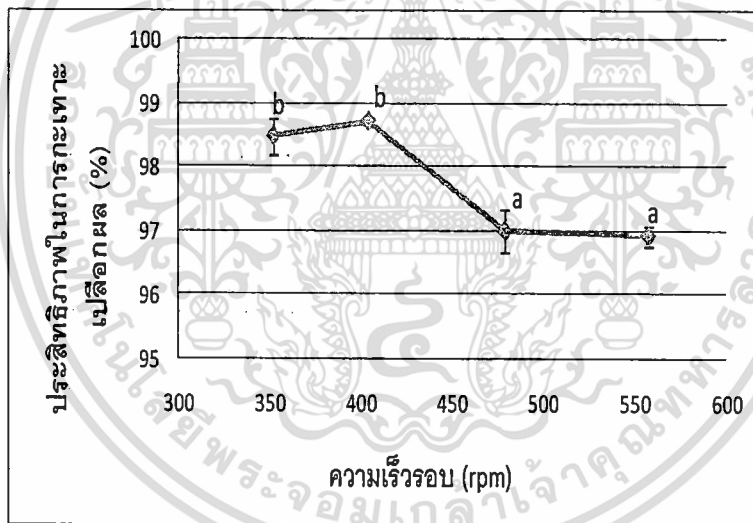
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 ค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสบูดำ

	การทดสอบครั้งที่ 1				การทดสอบครั้งที่ 2			
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง	352	404	479	558	352	404	479	558
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15				11.15			
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด(kg/hr)	31	31	31	31	31	31	31	31
ประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกผล	98.28	98.68	97.21	96.81	98.68	98.73	96.74	97.01
กำลังไฟฟ้า (W)	889	971	908	891	904	968	934	902
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกผล (SD)					0.28	0.04	0.33	0.14
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการกะเทาะผล (SD)					0	0	0	0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังไฟฟ้า (SD)					10.63	1.52	18.22	7.59

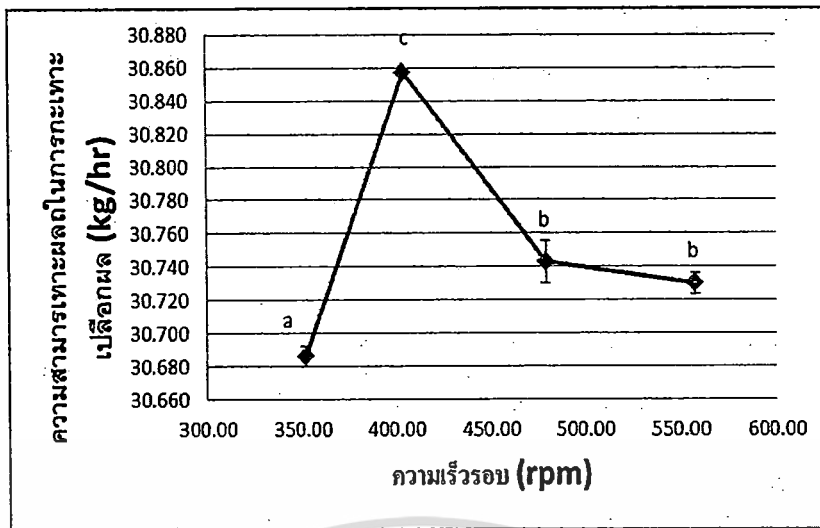
ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และค่าเฉลี่ยความสามารถในการกะเทาะผล

	ค่าเฉลี่ย			
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	352	404	479	558
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15			
ความสามารถในการกะเทาะเปลือกผล (kg/hr)	31	31	31	31
ประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกผล (%)	98 ± 0.28	99 ± 0.04	97 ± 0.33	97 ± 0.41
กำลังไฟฟ้า (W)	896 ± 10.63	969 ± 1.52	921 ± 18.22	896 ± 7.59



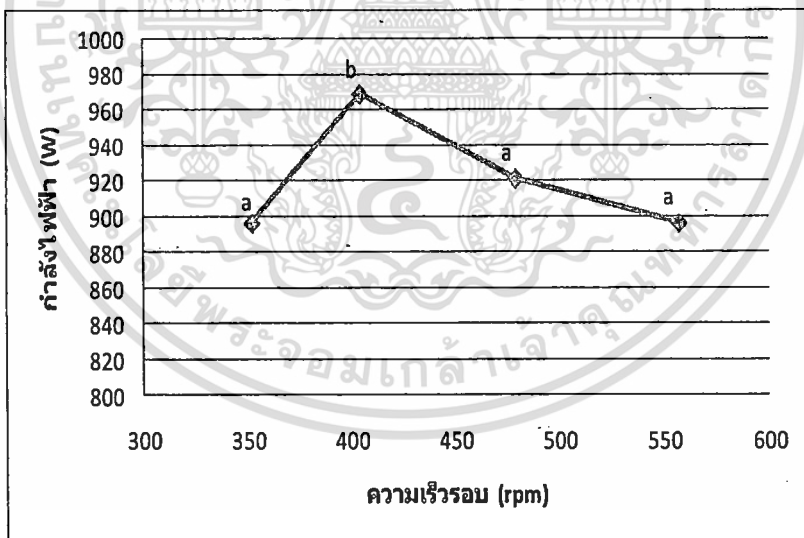
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกผล

จากรูป 4.4 พบว่าที่ 404 rpm มีค่าประสิทธิภาพการกะเทาะสูงที่สุด และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพการกะเทาะ ที่ความเร็วรอบ 351.8 และ 404 rpm ไม่แตกต่างกัน และที่ความเร็วรอบ 479.3 และ 557.8 rpm ไม่แตกต่างกัน



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการกะเทาะเปลือกผล

จากรูปที่ 4.5 พบว่าที่ความเร็วรอบ 404 rpm มีความสามารถในการกะเทาะเปลือกผลสูงสุดและลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ดี จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสามารถในการกะเทาะเปลือกผลที่ความเร็วรอบ 352 และ 404 rpm แตกต่างกัน และที่ความเร็วรอบ 479 และ 558 rpm ไม่แตกต่าง



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกผล

จากรูปที่ 4.6 พบว่าที่ความเร็วรอบ 404 rpm มีกำลังไฟฟ้าในการกะเทาะเปลือกผลสูงสุดและลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ดี จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าในการ

กะเทาะเปลือกผลที่ความเร็วรอบ 479 และ 552 rpm ไม่แตกต่างกัน และที่ความเร็วรอบ 352 และ 404 rpm แตกต่างกัน

#### 4.2.3 การทดสอบสมรรถนะตะแกรงคัดแยก

##### (1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเร็วรอบเพลาค้อเหวี่ยงของตะแกรงที่เหมาะสมกับการใช้งานของชุดตะแกรง

##### (2) วัสดุและอุปกรณ์

1. สบู่ดำจำนวน 300 g จำนวน 8 ชุด
2. เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ
3. มอเตอร์ (Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 2 แรงม้า) จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า (Sumitomo รุ่น AF-500) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดรอบ (Digicon รุ่น DT – 235T) จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( Model : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
8. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (FLUKE 322) จำนวน 1 เครื่อง
9. ถุงพลาสติกเก็บข้อมูล

##### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมผลสบู่ดำที่ใช้ในการทดสอบ โดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 300 g
2. ปรับตั้งค่าความเร็วรอบของชุดลูกเบี้ยวเขย่าตะแกรงโดยปรับไปที่ 92.3 , 101.4 , 131.2 , 156.5 , 180.2 rpm ตามลำดับ
3. ทดสอบชุดคัดแยกเมล็ดสบู่ดำโดยการเทลงถึงบรรจุให้มีอัตราการป้อนสม่ำเสมอ
5. ชั่งน้ำหนักเมล็ดดี , น้ำหนักเปลือกผล ที่ช่องทางออกเมล็ด บันทึกลงผล
6. ชั่งน้ำหนักเปลือกผล , น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกะเทาะ , น้ำหนักผลที่กะเทาะไม่สมบูรณ์ , น้ำหนักเมล็ดดีที่ช่องทางออกเปลือกผล บันทึกลงผล
7. ชั่งน้ำหนักเปลือกผลที่ติดบนตะแกรง, เมล็ดที่ค้างบนตะแกรง บันทึกลงผล
8. นำไปคำนวณหาประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด, ความสามารถในการคัดแยกเมล็ดและการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด ดังสมการ 2.41, 2.38 และ 2.43 ตามลำดับ

##### (4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.13, 4.14 และ 4.15

(5) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าถ้ามีความเร็วรอบสูงมากเกินไป จะทำให้เครื่องสั่นอย่างแรงและถ้ามีความเร็วรอบช้าเกินไป จะทำให้ไม่เกิดการคัดแยกในกระบวนการนี้ซึ่งค่าที่ได้จากการทดลองที่ดีที่สุดคือที่ 404 rpm มีการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด 10.37 % ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 89.63% ประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลเฉลี่ย 74.84 % ดังรูปที่ 4.6 และ 4.7



	ครั้งที่ 1					ครั้งที่ 2						
	101	131	157	180	101	131	157	180	101	131	157	180
ความเร็วรอบที่ตะแตรง (rpm)	101	131	157	180	101	131	157	180	101	131	157	180
เวลาที่ใช้ในการกะเทาะ (s)	35.00	35.41	35.12	35.25	35.00	35.20	35.10	35.22	35.00	35.20	35.10	35.22
น้ำหนักผลสุญญากาศที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	300.00	300.01	300.01	300.00	300.01	300.01	300.04	300.01	300.01	300.01	300.04	300.01
น้ำหนักเมล็ดดี (g)	141.48	146.12	133.89	84.83	142.02	145.30	129.03	83.05	142.02	145.30	129.03	83.05
น้ำหนักเมล็ด error (g)	36.41	16.15	51.56	97.29	33.29	17.77	46.39	93.39	33.29	17.77	46.39	93.39
น้ำหนักเมล็ดที่ติดผล (g)	น้ำหนัก											
	เปลือกผล	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15
น้ำหนักเมล็ดทั้งหมด (g)	น้ำหนัก											
	เมล็ด (g)	3.76	1.62	3.59	5.34	1.82	1.93	3.80	1.82	0.18	1.93	3.80
น้ำหนักเปลือกทั้งหมด (g)	75.58	80.60	89.23	90.74	69.27	80.73	88.26	91.62	69.27	80.73	88.26	91.62
น้ำหนักเปลือกที่ต่าง (g)	18.51	5.47	0.67	0.00	16.01	4.32	0.54	0.10	16.01	4.32	0.54	0.10
น้ำหนักเปลือกที่ช่องทางออกเปลือก (g)	57.07	75.13	88.55	90.74	53.26	76.41	87.72	91.52	53.26	76.41	87.72	91.52
น้ำหนักเปลือก error (g)	22.33	18.90	19.20	12.73	18.71	22.30	18.24	14.81	18.71	22.30	18.24	14.81
น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกะเทาะ (g)	6.71	3.82	8.21	9.44	3.81	3.66	13.69	8.81	3.81	3.66	13.69	8.81

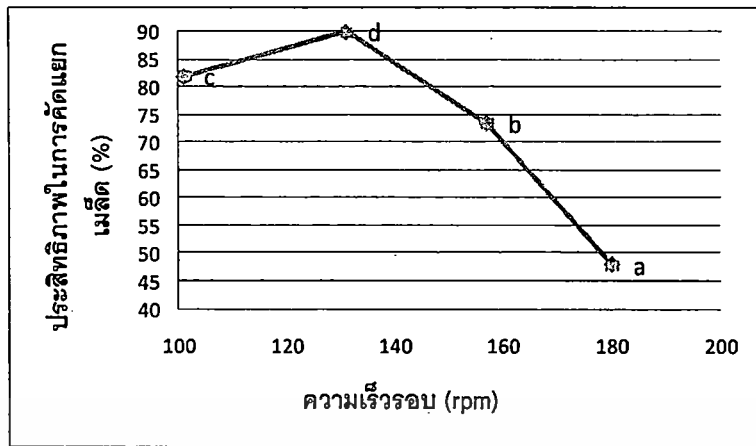
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลและเมล็ดสับคั่วด้วยตะแกรง

	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	101	131	157	180	101	131	157
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15				11.15			
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดจากตะแกรง (%)	80	90	73	48	84	90	74	48
การสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด (%)	20.05	9.86	27.28	51.90	18.80	10.89	26.16	51.81
ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกผลจากตะแกรง (%)	59	76	82	88	66	74	82	86
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดจากตะแกรง (SD)					2.83	0	0.71	0
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลจากตะแกรง (SD)					4.95	1.41	0	1.41

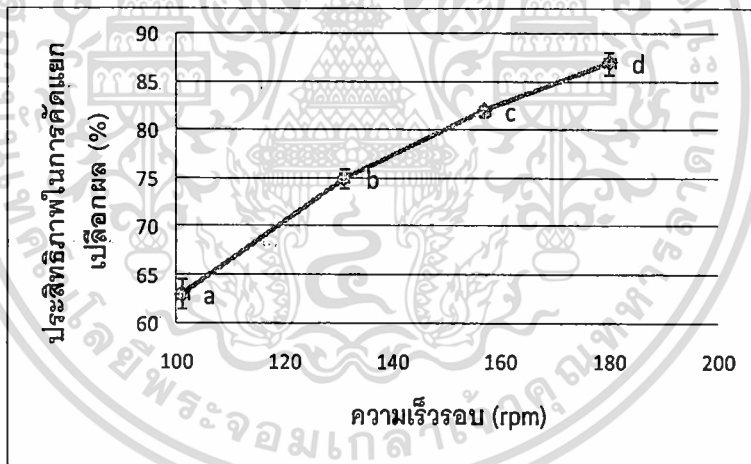
ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล และเมล็ดสับคั่วด้วยตะแกรง

	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	101	131	157
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15			
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดจากตะแกรง (%)	82 ± 2.83	90 ± 0.00	74 ± 0.71	48 ± 0.00
ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกผลจากตะแกรง (%)	63 ± 4.95	75 ± 1.41	82 ± 0.00	87 ± 1.41



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพการตัดแยกเมล็ด

จากรูป 4.7 พบว่าที่ 131 rpm มีค่าประสิทธิภาพการตัดแยกเมล็ดที่สูงที่สุดเท่ากับ 90% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพการตัดแยกเมล็ด ที่ความเร็วรอบต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการตัดแยกเปลือกผล

จากรูป 4.8 พบว่าที่ 180 rpm มีค่าประสิทธิภาพการตัดแยกเปลือกผลที่สูงที่สุดเท่ากับ 88% และลดลงเมื่อความเร็วรอบลดลง แต่เลือกใช้ที่ 131 rpm เพราะให้ประสิทธิภาพในการตัดแยกเมล็ดดีที่สุด แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพในการตัดแยกเปลือกผล ที่ความเร็วรอบต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.2.4 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสบู่ดำ

##### (1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบใช้งานที่ดีที่สุดของลูกกลิ้งกะเทาะเมล็ด ชั้นบนและชั้นล่าง
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ดีที่สุด

##### (2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. เมล็ดสบู่ดำจำนวน 8 ถุง ถุงละ 140 g
2. เครื่องกะเทาะเมล็ดสบู่ดำ
3. มอเตอร์ (Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 2 แรงม้า) จำนวน 1 เครื่อง
4. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า (Sumitomo รุ่น AF-500) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า (FLUKE 322) จำนวน 1 เครื่อง
6. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน
7. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( Model : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
8. เครื่องวัดรอบ (Digicon รุ่น DT – 235T) จำนวน 1 เครื่อง
9. กะละมัง 6 ใบ
10. ถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกะเทาะ

##### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมเมล็ดสบู่ดำที่จะใช้ในการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 140 g 8 ถุง
2. ปรับความเร็วรอบลูกกลิ้งตามตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสบู่ดำโดยการเทลงถึงบรรจุให้มีอัตราการป้อน 140 g ภายใน 90 วินาที หรือ 5.8 kg/hr อย่างสม่ำเสมอ
4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ 3 ค่า โดย ค่าเริ่มการทดลอง ค่าระหว่างทดลองและ ค่าการทดลองเสร็จสิ้น ดูจากช่วงการจับเวลา และบันทึกผล
5. จับเวลาการกะเทาะ และ บันทึกผล
6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่เหลือจากการกะเทาะ แบ่งเป็น 5 ชนิด 1) น้ำหนักเนื้อในสมบурณ์ 2) น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ด 3) น้ำหนักเนื้อในไม่สมบурณ์ 4) น้ำหนักเมล็ดแตกไม่สมบурณ์ 5) น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะ ตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.16 และบันทึกค่า
7. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด
8. ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยทำทั้งหมด 8 ครั้ง แต่ละครั้งจะกำหนดความเร็วรอบดังตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.16 4.17 และ 4.18 ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9

(5) สรุปผลการทดสอบ

จากการทดลองที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำคือที่ความเร็วรอบ 409.5 rpm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (1) 5.8 mm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (2) 4.8 mm มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ด 97.94 % มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 5.86 kg/hr ดังรูปที่ 4.8 และ 4.9



ตารางที่ 4.16 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะเมล็ดสบูดำ

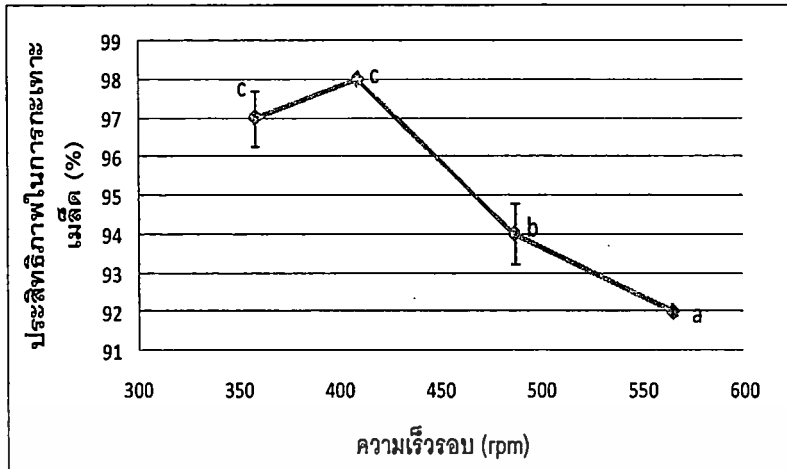
	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	358	409	487	565	358	409	487	565
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 1 (mm)	5.8				5.8			
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 2 (mm)	4.8				4.8			
เวลาที่ใช้ในการ กะเทาะ (s)	93	90	89	91	91	90	90	92
น้ำหนักเมล็ดสบูดำ ที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	145.24	147.74	137.48	90.16	143.83	145.48	130.96	86.85
น้ำหนักเนื้อใน สมบูรณ์ (g)	2.73	1.32	1.97	0.55	2.09	0.86	2.04	0.35
น้ำหนักเปลือกหุ้ม เมล็ด (g)	70.49	78.57	63.43	42.31	70.18	71.69	59.27	40.72
น้ำหนักเนื้อในไม่ สมบูรณ์ (g)	55.62	61.75	46.03	32.99	54.05	64.39	44.38	30.04
น้ำหนักเมล็ดแตกไม่ สมบูรณ์ (g)	0.67	0.02	1.12	1.92	-	0.03	1.51	2.27
น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้ รับการกะเทาะ (g)	3.66	2.94	6.59	5.05	5.72	3.06	7.28	4.58
กระแสไฟฟ้าที่ใช้ (Amp)	4.14	4.52	4.23	4.15	4.21	4.51	4.35	4.2

ตารางที่ 4.17 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	358	409	487	565	358	409	487
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 1 (mm)	5.8							
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 2 (mm)	4.8							
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (kg/hr)	5.62	5.91	5.56	3.57	5.69	5.82	5.24	3.40
ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (%)	97.02	97.97	94.39	92.27	96.02	97.88	93.29	92.11
กำลังไฟฟ้า (W)	888.94	970.53	908.27	891.09	903.97	968.39	934.03	901.82
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (SD)					0.05	0.06	0.23	0.12
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (SD)					0.70	0.06	0.78	0.11
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังไฟฟ้า (SD)					10.63	1.52	18.22	7.59

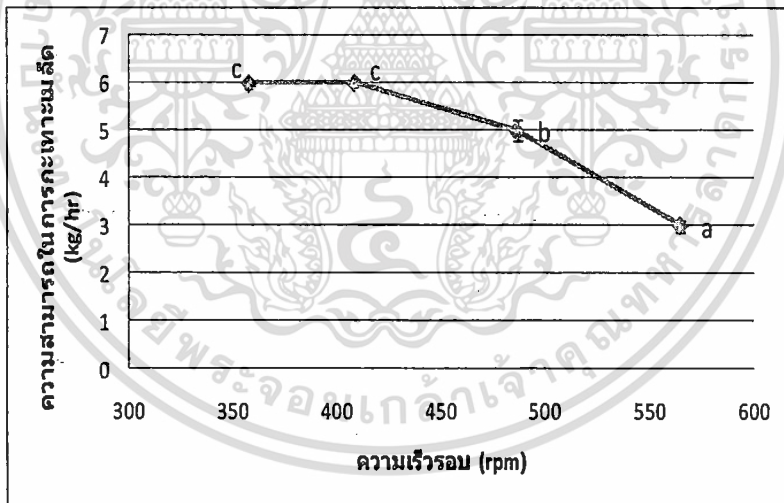
ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	358	409	487
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 1 (mm)	5.8			
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 2 (mm)	4.8			
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (kg/hr)	6 ± 0.05	6 ± 0.06	5 ± 0.23	3 ± 0.12
ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (%)	97 ± 0.70	98 ± 0.06	94 ± 0.78	92 ± 0.11
กำลังไฟฟ้า (W)	896 ± 10.63	969 ± 1.52	921 ± 18.22	896 ± 7.59



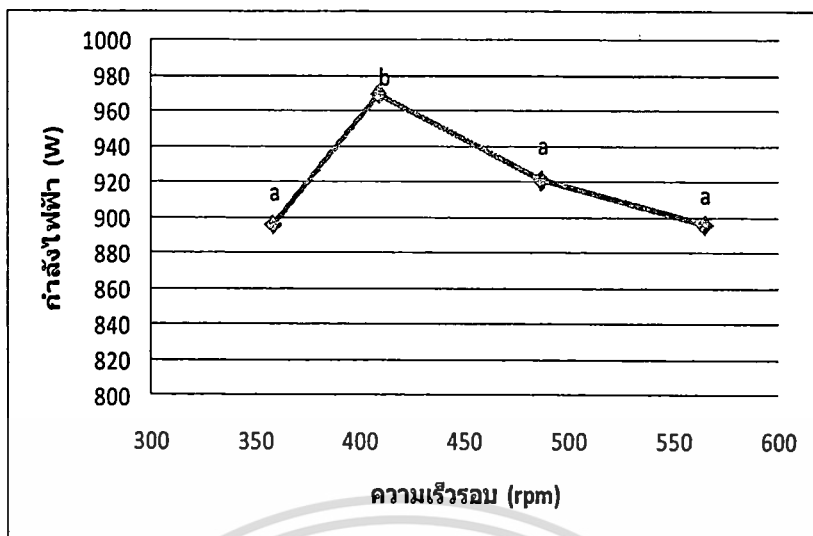
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมทัลสบูดำ

จากรูป 4.9 พบว่าที่ 409 rpm มีค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมทัลสูงที่สุดเท่ากับ 97.97% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมทัล ที่ความเร็วรอบ 358 และ 409 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการกะเทาะเมทัลสบูดำ

จากรูป 4.10 พบว่าที่ 409 rpm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมทัลสูงที่สุดเท่ากับ 5.91kg/hr และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสามารถในการกะเทาะเมทัลที่ความเร็วรอบ 358 และ 409 rpm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

จากรูป 4.11 พบว่าที่ 409 rpm มีค่ากำลังไฟฟ้าในการกะเทาะเปลือกเมล็ดสูงที่สุด และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าในการกะเทาะเปลือกเมล็ด ที่ความเร็วรอบ 358 , 487 และ 565 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

#### 4.2.5 การทดสอบความเร็วลม และการทดสอบการแยกเนื้อในเมล็ดด้วยโบลว์เวอร์

##### (1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วลมที่เหมาะสมที่ความเร็วรอบต่างๆ
2. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมที่สุดในการแยกเปลือกและเนื้อในเมล็ดด้วยลม

##### (2) วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความเร็วลม (Hot Wire Anemometer testo 435-4) 1 เครื่อง
2. เมล็ดในสับดูดำ และเปลือกเมล็ดสับดูดำ อย่างละ 200 g. 8 ถุง
3. โบลว์เวอร์เครื่องกะเทาะผล และเปลือกผลเมล็ดสับดูดำ
4. มอเตอร์ (Mitsubishi รุ่น SF – JR ขนาด 2 แรงม้า) จำนวน 1 เครื่อง
5. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES , LTD. ) จำนวน 1 เครื่อง
6. เครื่องวัดกระแสไฟฟ้า FULUKE 322 จำนวน 1 เครื่อง
7. นาฬิกาจับเวลา จำนวน 1 เรือน

8. เครื่องชั่งไฟฟ้า ( MODEL : NHB – 1200 ) ความละเอียด 0.1 g จำนวน 1 เครื่อง
9. เครื่องวัดรอบ (Digicon รุ่น DT – 235T) จำนวน 1 เครื่อง
10. กระดาษมั่ง 4 ใบ
11. ถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกระเทาะ

### (3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมเครื่อง Hot Wire Anemometer แล้วทำการแบ่งช่วงตรงปากของ โบว์เวอร์ เป็น 5 ช่วง จากนั้นนำเครื่อง Hot Wire Anemometer มาทำการวัด โดยที่ตัววัดจะต้องตั้งฉากกับทางลม แล้ววัดที่ความเร็วรอบต่างๆ ได้แก่ 612.40 , 651.10 .717.70 และ 794.10 แล้วบันทึกผลการทดลอง
2. เตรียมเมล็ดในสับดูดำ และเปลือกเมล็ดที่ได้จากจะนำมาทำการทดสอบ จำนวน 100 g 8 ถุง จากนั้นนำเปลือกกับเมล็ดรวมกันจะได้ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง
3. ปรับความเร็วรอบของ โบว์เวอร์ตามตารางบันทึกผลการทดลอง
4. ทดสอบชุดแยกเมล็ดในออกจากเปลือกด้วย โบว์เวอร์ โดยการเทลงถึงบรรจุให้มีอัตราการป้อน 200 g ภายใน 65 วินาที หรือ 11.08 kg/hr อย่างสม่ำเสมอ
5. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ 3 ค่า โดย ค่าเริ่มการทดลอง ค่าระหว่างทดลองและ ค่าการทดลองเสร็จสิ้น ดูจากช่วงการจับเวลา และบันทึกผล
6. จับเวลาการแยก และ บันทึกผล
7. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่หลุดจากการกระเทาะ แบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1) น้ำหนักเนื้อในแตกที่ป้อน 2) น้ำหนักเนื้อในสมบูรณ์ที่ป้อน 3) น้ำหนักเมล็ดแตกไม่สมบูรณ์ที่ป้อน 4) น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกระเทาะที่ป้อน ตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.19 และบันทึกค่า
8. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกระเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกระเทาะเมล็ด และพลังงานไฟฟ้า
9. ทำซ้ำข้อ 2-8 โดยทำทั้งหมด 8 ครั้ง แต่ละครั้งจะกำหนดความเร็วรอบดังตารางบันทึกผลการทดลอง

### (4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตามตาราง 4.19 4.20 และ 4.21 ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11

### (5) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าการใช้โบว์เวอร์เป่าเพื่อคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อในใช้ความเร็วรอบโบว์เวอร์ที่เหมาะสมที่สุดคือ 651.1 rpm ความเร็วลม 1.8 m/s ได้ประสิทธิภาพการคัดแยก

เปลือกออกจากเมล็ดเนื้อในสูงสุดคือ 84.708 % และค่าความสามารถในการคัดแยก 8.199 kg/hr ดังรูป  
ที่ 4.10 และ 4.11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10	794.10
ความเร็วรอบโปรเซสเซอร์ (rpm)	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10	794.10
เวลาที่ใช้ในการกะเพาะ (s)	60.00	62.00	63.00	63.00	62.00	63.00	63.00	64.00
(1) น.น. เปลือกที่ป้อน (g)	70.49	78.57	63.43	42.31	70.18	71.69	59.27	40.72
(2) น.น. เนื้อในแตกที่ป้อน (g)	55.62	61.75	46.03	32.99	54.05	64.39	44.38	30.04
(3) นำหนักเนื้อในสมบรูณ์ที่ป้อน (g)	2.73	1.32	1.97	0.55	2.09	0.86	2.04	0.35
(4) นำหนักเมล็ดแตกไม่สมบรูณ์ที่ป้อน (g)	0.67	0.02	1.12	1.92	-	0.03	1.51	2.27
(5) นำหนักเมล็ดดีที่ไม่ได้รับการกะเพาะที่ป้อน (g)	3.66	2.94	6.59	5.05	5.72	3.06	7.28	4.58
(1)+(2)+(3)+(4)+(5)	133.17	144.60	119.14	82.82	132.04	140.03	114.48	77.96
น.น.เมล็ดใหม่ที่ได้ (g)	68.83	70.11	58.46	40.64	68.93	65.57	55.66	31.58
เมล็ดในแตกสมบรูณ์ (g)								
เมล็ดในสมบรูณ์ (g)	2.73	1.32	1.97	0.55	2.09	0.86	2.04	0.35
น.น. เนื้อในที่ช่องทางออกเปลือก (g)	-	-	2.36	9.09	-	-	3.16	9.45
น.น. เปลือกที่ได้ (g)	40.95	48.91	33.97	33.34	38.70	48.43	33.70	31.01
น.น. เปลือกที่ช่องทางออกเมล็ด (g)	22.13	19.59	16.85	5.89	23.84	17.90	15.71	5.92
นำหนักเมล็ดดีที่ไม่ได้รับการกะเพาะที่ช่องทางออกเมล็ด (g)	3.66	2.94	6.59	5.05	5.72	3.06	7.28	4.58
น.น.เมล็ดกะเพาะไม่สมบรูณ์ที่ช่องทางออกเมล็ด (g)	0.67	0.02	1.12	1.92	-	0.03	1.51	2.27
กระแสไฟฟ้า (Apm)	2.40	2.48	2.60	2.65	2.39	2.48	2.60	2.67

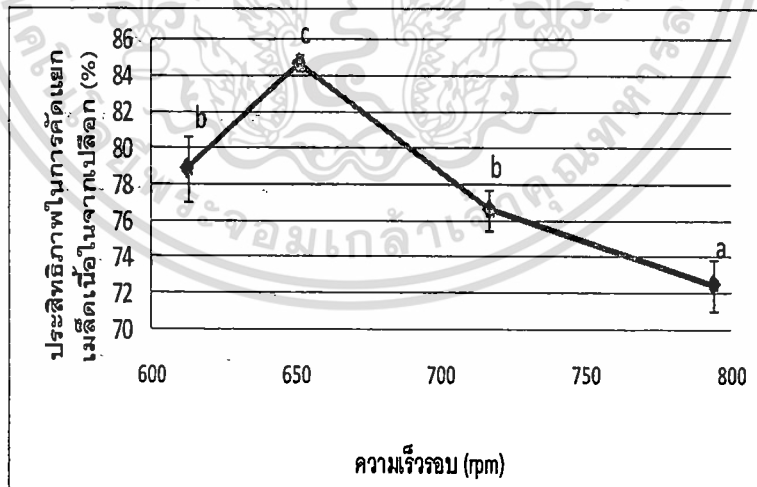
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน

	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	ความเร็วรอบโบลร์ เวอร์ (rpm)	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10
ประสิทธิภาพในการ แยกเนื้อในเมล็ดออก จากเปลือก (%)	80.13	84.41	77.41	73.50	77.61	85.01	75.84	71.50
ความสามารถในการ แยกเนื้อในเมล็ดออก จากเปลือก (kg/hr)	7.99	8.40	6.81	4.73	7.67	8.00	6.54	4.39
กำลังไฟฟ้า (W)	515.33	532.51	558.27	569.01	513.18	532.51	558.27	573.30
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของประสิทธิภาพในการแยกเนื้อในเมล็ด ออกจากเปลือก (SD)					1.78	0.43	1.11	1.41
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความสามารถในการแยกเนื้อในเมล็ด ออกจากเปลือก (SD)					0.23	0.28	0.19	0.25
ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกำลังไฟฟ้า (SD)					1.52	0.00	0.00	3.04

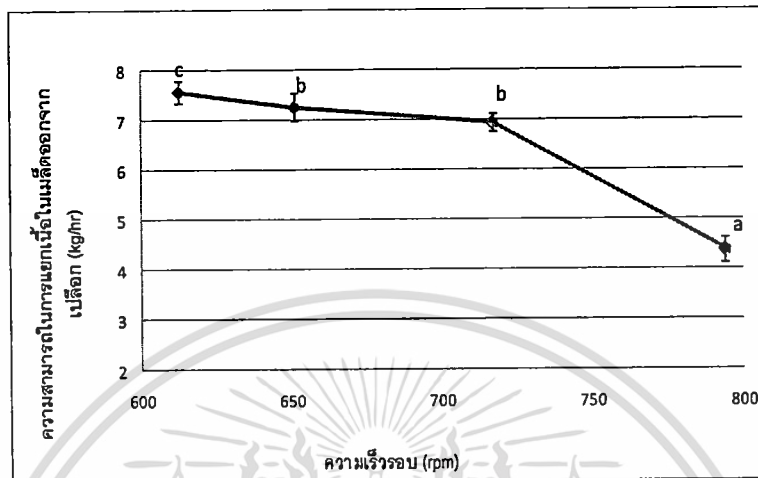
ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน

	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบโบลเวอร์ (rpm)	612	651	717
ประสิทธิภาพในการแยก เนื้อในเมล็ดออกจาก เปลือก (%)	78.87 ± 1.78	84.71 ± 0.43	76.62 ± 1.11	72.5 ± 1.41
ความสามารถในการแยก เนื้อในเมล็ดออกจาก เปลือก (kg/hr)	7.83 ± 0.23	8.2 ± 0.28	6.67 ± 0.19	4.56 ± 0.25
กำลังไฟฟ้า (w)	514 ± 1.52	533 ± 0.00	558 ± 0.00	571 ± 3.04



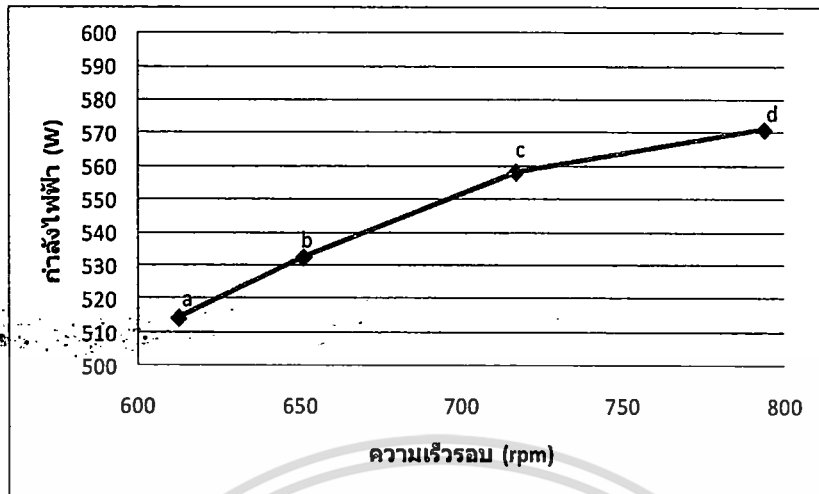
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

จากรูป 4.12 พบว่าที่ 651.1 rpm มีค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกสูงที่สุดเท่ากับ 85.01% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกที่ 612.4 และ 717.1 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน

จากรูป 4.13 พบว่าที่ 612.4 rpm มีค่าความสามารถในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกสูงที่สุดเท่ากับ 8.40 kg/hr และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่าความสามารถในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกที่ความเร็วรอบ 651.1 และ 717.1 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าในการตัดแยกเปลือกเมล็ด  
ออกจากเนื้อในเมล็ด

จากรูป 4.14 พบว่าที่ 794 rpm มีค่ากำลังไฟฟ้าในการตัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกสูงที่สุด และลดลงเมื่อความเร็วรอบลดลง แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าในการตัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกที่ความเร็วรอบ 612 , 651 , 717 และ 794 rpm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

## บทที่ 5

### สรุปผลการทดลอง

#### 5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ ได้แบ่งกระบวนการเป็น 4 กระบวนการ คือ

##### 5.1.1 ชุดกะเทาะผลสับดูดำ

จากการทดสอบชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำเราจะเห็นได้ว่าที่ความเร็วรอบ 404.0 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 11.15 mm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 30.86 kg/hr ประสิทธิภาพในการกะเทาะ 98.71% นั้นเป็นประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูงมากสรุปเลยได้ว่าในการพัฒนาและปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำนี้ ได้วิเคราะห์ปัญหาทางกล คือ อาศัยหลักการใช้ลูกกลิ้งบีบอัดบิดเข้าไป ทำให้เปลือกของผลสับดูดำฉีกแยกออกจนเมล็ดหลุดออกมาจากเปลือกผล ได้ซึ่งจะใช้วิธีล็อกลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุนส่วนอีกหนึ่งตัวให้หมุนตามปกติซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลูกกลิ้งตัวที่หมุนพาผลสับดูดำไปกดอัดและเกิดการบิดตัวของผลสับดูดำกับลูกกลิ้งที่ถูกล็อกไม่ให้หมุนทำให้เมล็ดสับดูดำหลุดออกจากผล โดยง่าย

##### 5.1.2 ชุดคัดแยกสับดูดำออกจากเปลือกด้วยตะแกรง

จากการทดลองชุดคัดแยกเราสามารถปรับค่าได้เพียงค่าเดียวคือ ความเร็วรอบ จากผลการทดลองจะเห็นได้ชัดเจนว่า ขนาดของรูตะแกรงมีเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงพอที่จะทำให้เมล็ดสับดูดำลอดไปได้ดี แต่ปัญหาเกิดขึ้นที่ความเร็วรอบถ้าหากความเร็วรอบสูงเกินไปจะทำให้เมล็ดดีหลุดลอดไปออกช่องทางออกของเปลือกผลเพราะเนื่องจากขนาดตะแกรงที่มีระยะที่สั้นจึงทำให้เกิดการสูญเสียในการคัดแยกค่าที่ได้จากการทดลองที่ดีที่สุดคือที่ 404 rpm มีการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ด 10.37 % ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 89.63% ประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลเฉลี่ย 74.84 %

##### 5.1.3 ชุดกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

จากการพัฒนาจากการกะเทาะแบบจานแผ่นมาเป็นแบบชุดลูกกลิ้งในการกะเทาะเมล็ดสับดูดำ จะเห็นได้ว่าจากการทดสอบที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำสามารถกะเทาะได้ดีทั้งสองลูก คือที่ความเร็วรอบ 409.5 rpm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (1) 5.8 mm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (2) 4.8 mm มีประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ด 97.94 % มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 5.86 kg/hr และจากการทดสอบเมล็ดที่ได้มีเมล็ดเนื้อในที่แตกค่อนข้างมากกว่าเมล็ดเนื้อในที่สมบูรณ์แต่ถ้าหากจะต้องการเมล็ดเนื้อในที่สมบูรณ์ก็จะต้องปรับระยะห่างลูกกลิ้งให้กว้างขึ้นแต่ก็จะทำให้ประสิทธิภาพลดน้อยลง

##### 5.1.4 ชุดคัดแยกเนื้อในเมล็ดสับดูดำออกจากเปลือก

จากผลการทดลองพบว่าการใช้โบลว์เวอร์เป่าเพื่อคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อในสามารถแยกเปลือกออกจากเมล็ดได้ค่อนข้างดีค่อนข้างดี คือที่ความเร็วรอบ 651.1 rpm จะได้ประสิทธิภาพการคัด

แยกเปลือกออกจากเมล็ดเนื้อในสูงสุดคือ 84.71 % และค่าความสามารถในการคัดแยก 8.20 kg/hr แต่ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้ควรทำให้ปากของโบลว์เวอร์มีขนาดเล็กลง และยาวขึ้นกว่าเดิมเพื่อที่จะสามารถส่งลมได้ใกล้กับช่องทางออกของเมล็ดใน เพื่อประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

### 5.2.1. ชุดกะเทาะผลสุ่มดำ

(1) เนื่องจากขนาดของผลแต่ละครั้งไม่เหมือนกันสิ่งที่ควรปรับแก้คือความเร็วรอบ และระยะห่างลูกกลิ้ง

(2) ในการป้อนแต่ละครั้งอัตราการป้อนไม่ค่อยแน่นอน เนื่องจากใช้คนในการป้อนค่าอาจคลาดเคลื่อน

ดังนั้นควรเพิ่มในเรื่องอัตราการป้อนเข้า

### 5.2.2. ชุดคัดแยกสับดำออกจากเปลือกด้วยตะแกรง

เนื่องจากตะแกรงมีลักษณะสั้นทำให้ทำให้ตอนเวลาสั้นตะแกรงเมล็ดจะหล่นลงมาตรงช่องทางออกของเปลือกผล หรือควรติดตั้งตรงตะแกรงเพื่อคัดเมล็ดที่จะหล่นลงช่องทางออกของเปลือกผล

### 5.2.3. ชุดกะเทาะเมล็ดสุ่มดำ

เนื่องจากความเร็วรอบและ ระยะห่างของลูกกลิ้งทั้งสองชุดยังไม่ดีพอ คือเนื้อในเมล็ดที่ได้รับการกะเทาะแตกเยอะเกินไป และมีความละเอียดมากทำให้ลำบากต่อการแยก ควรปรับเพิ่มขนาดความเร็วรอบและระยะห่างลูกกลิ้งเพื่อการกะเทาะได้ดียิ่งขึ้น

5.2.4. ชุดคัดแยกเมล็ดเนื้อในสับดำออกจากเปลือก เนื่องจากปากของโบลว์เวอร์มีลักษณะกว้าง ลมที่ออกมาจึงกระจายมากเกินไปควรลดขนาดของปากโบลว์เวอร์ และทำให้ยาวมากขึ้นเพื่อลมที่ออกมาจะได้เป่าแยกเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

## เอกสารอ้างอิง

- เฉลิมรัฐ พลคงนอก, โชติ หงษ์มาและวิโรจน์ มหัทธัญญาวิชัย, 2548. การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผล เมล็ด และเมล็ดในสับคั่วที่การอบต่างๆและการนึ่งและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำมันสับคั่วที่ได้. ปรียญญาติพันธ์สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- Akubuo C.O., 2002. Performance evaluation of a local maize sheller. *Biosystems Engineering* 83(1):77-83.
- Augustus G. D. P. S., Jayabalan M. and Seiler G. J., 2002. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. *Biomass and Bioenergy* 23(3):161-164.
- Mohibbe Azam M., Amtul Waris and Nahar N.M., 2005. Prospects and potential of fatty acid methyl esters of some non-traditional seed oils for use as biodiesel in India. *Biomass and Bioenergy* 29(4): 293-302.
- Narayana Reddy J. and Ramesh A., in press. Parametric studies for improving the performance of a *Jatropha* oil-fuelled compression ignition engine *Renewable Energy*.
- Narayana Reddy J., Ramesh A. 2006. Parametric studies for improving the performance of a *Jatropha* oil-fuelled compression ignition engine. *Renewable Energy*, 31(12) 1994-2016.
- Pradhan R.C., Naik S.N., Bhatnagar N., Vijay V.K. 2010. Design, development and testing of hand-operated decorticator for *Jatropha* fruit. *Applied Energy*, 87(3) 762-768.
- Pramanik K., 2003. Properties and use of *Jatropha curcas* oil and diesel fuel blends in compression ignition engine *Renewable Energy J.* 28(2): 239-248.
- Prueksakorn K., Gheewala S. H., Malakul P., Bonnet S. 2010. Energy analysis of *Jatropha* plantation systems for biodiesel production in Thailand. *Energy for Sustainable Development*, 14(1)1-5.
- Schmook B. and Seralta-Peraza L., 1997. *J. curcas*: distribution and uses in the Yucatan Peninsula of Mexico. In: G.M. Gübitz, M. Mittelbach and M. Trabi, Editors, *Biofuels and industrial products from *Jatropha curcas**, DBV Graz , pp. 53-57.
- Sirisomboon P., Kitchaiya P., Pholpho T., Mahuttanyavanitch W. 2007. Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels *Biosystems Engineering*, 97(2) 201-207.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d <sub>p</sub> (mm)	n <sub>s</sub>	ความเร็วรอบของล้อสายพาน (rpm)										
		700	800	950	1000	1200	1450	1800	2000	2400	2850	3200
		สมรรถนะในการส่งกำลังต่อเพลา P <sub>R</sub> (kW)										
112	1.00	1.23	1.36	1.55	1.60	1.83	2.07	2.37	2.51	2.74	2.89	2.93
	1.05	1.27	1.41	1.60	1.66	1.90	2.16	2.48	2.63	2.88	3.06	3.12
	1.20	1.36	1.50	1.71	1.78	2.04	2.33	2.69	2.87	3.16	3.39	3.49
	1.50	1.42	1.58	1.80	1.87	2.15	2.46	2.85	3.05	3.38	3.65	3.78
	≥3.00	1.47	1.63	1.86	1.94	2.22	2.56	2.97	3.18	3.54	3.84	3.99
125	1.00	1.56	1.73	1.98	2.06	2.35	2.69	3.10	3.30	3.62	3.84	3.91
	1.05	1.60	1.78	2.03	2.11	2.42	2.77	3.20	3.41	3.76	4.01	4.10
	1.20	1.69	1.87	2.14	2.23	2.56	2.94	3.41	3.65	4.04	4.34	4.47
	1.50	1.75	1.95	2.23	2.32	2.67	3.08	3.58	3.83	4.26	4.60	4.76
	≥3.00	1.80	2.00	2.29	2.39	2.75	3.17	3.69	3.96	4.41	4.79	4.97
140	1.00	1.94	2.16	2.47	2.57	2.95	3.38	3.91	4.16	4.57	4.85	4.92
	1.05	1.98	2.20	2.52	2.63	3.02	3.47	4.01	4.28	4.71	5.02	5.11
	1.20	2.06	2.30	2.63	2.74	3.16	3.63	4.22	4.51	4.99	5.35	5.48
	1.50	2.13	2.37	2.72	2.83	3.27	3.77	4.39	4.70	5.21	5.61	5.78
	≥3.00	2.17	2.42	2.78	2.90	3.35	3.86	4.50	4.83	5.37	5.80	5.98
160	1.00	2.43	2.71	3.11	3.24	3.72	4.27	4.94	5.26	5.75	6.04	6.06
	1.05	2.47	2.76	3.16	3.29	3.79	4.36	5.04	5.37	5.89	6.21	6.25
	1.20	2.55	2.85	3.27	3.41	3.93	4.53	5.25	5.61	6.17	6.54	6.60
	1.50	2.62	2.92	3.36	3.50	4.04	4.66	5.42	5.79	6.39	6.80	6.91
	≥3.00	2.66	2.98	3.42	3.57	4.12	4.76	5.54	5.92	6.55	6.99	7.17
180	1.00	2.92	3.25	3.73	3.89	4.47	5.13	5.91	6.28	6.80	7.04	6.93
	1.05	2.96	3.30	3.79	3.95	4.54	5.22	6.02	6.39	6.94	7.21	7.12
	1.20	3.04	3.39	3.90	4.06	4.68	5.39	6.23	6.63	7.22	7.54	7.49
	1.50	3.10	3.47	3.99	4.16	4.79	5.52	6.39	6.81	7.44	7.80	7.78
	≥3.00	3.15	3.52	4.05	4.22	4.87	5.62	6.51	6.94	7.60	7.99	7.99
200	1.00	3.39	3.79	4.35	4.53	5.20	5.96	6.83	7.21	7.73	7.82	7.50
	1.05	3.44	3.83	4.40	4.59	5.27	6.04	6.93	7.33	7.87	7.99	7.69
	1.20	3.52	3.93	4.51	4.70	5.41	6.21	7.14	7.57	8.15	8.32	8.06
	1.50	3.58	4.00	4.60	4.79	5.52	6.35	7.31	7.75	8.37	8.58	8.36
	≥3.00	3.63	4.05	4.66	4.86	5.60	6.44	7.43	7.88	8.52	8.77	8.56
224	1.00	3.96	4.41	5.06	5.27	6.05	6.90	7.84	8.23	8.64		
	1.05	4.00	4.46	5.12	5.33	6.12	6.98	7.94	8.35	8.79		
	1.20	4.08	4.55	5.23	5.45	6.26	7.15	8.15	8.58	9.07		
	1.50	4.14	4.63	5.32	5.54	6.37	7.29	8.32	8.76	9.29		
	≥3.00	4.19	4.68	5.38	5.60	6.45	7.38	8.44	8.89	9.44		

ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน N<sub>1</sub>

L <sub>p</sub>	942	1042	1142	1292	1442	1642	1842	2042	2282	2592	2842	3192
N <sub>1</sub>	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.93	0.95	0.98	1.00	1.03	1.05	1.07
L <sub>p</sub>	3592	4042	4542	5042	5642	6342						
N <sub>1</sub>	1.10	1.13	1.15	1.18	1.20	1.23						

ความยาวลัดคชี่มีใช้ L<sub>p</sub> = L<sub>1</sub> + 43 (mm)

L <sub>1</sub>	615	650	670	710	725	750	762	775	800	825	838	850
	875	889	900	925	950	965	975	990	1000	1017	1030	1050
	1060	1075	1090	1120	1150	1175	1180	1200	1215	1225	1250	1300
	1320	1350	1372	1400	1422	1450	1500	1525	1550	1575	1600	1625
	1650	1676	1700	1725	1750	1761	1800	1850	1900	1950	1981	2000
	2030	2060	2083	2108	2120	2160	2200	2240	2286	2300	2360	2400
	2450	2465	2500	2540	2650	2667	2700	2800	2840	2950	3000	3050
	3150	3250	3350	3450	3550	3658	3750	4000	4200	4250	4394	4500
	4572	4750	5000	5300	5600	6000	6300	6700	7000	7100		

ตารางที่ ก-1 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ้มหน้าตัด "B"

ต่อเส้น PR (kw) สำหรับสายพานยาว L<sub>p</sub> = 2282 mm. และส่วนโค้งสัมผัส α = 180 ° จาก วรวิทย์ อึ้งภากร, ชาญ  
ถนัดงาน 2522 . การออกแบบเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

25	60	100	170	280	500	900	1900
28	63	106	180	300	530	1000	2000
31.5	67	112	190	315	560	1060	2240
35.5	71	118	200	355	600	1120	2500
40	75	125	212	375	630	1250	
45	80	132	224	400	670	1400	
50	85	140	236	425	710	1500	
53	90	150	250	450	750	1600	
56	95	160	265	475	800	1800	

ตารางที่ ก-2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิชต์  $d_p$  ของล้อยาสายพานลิ้มตามมาตรฐาน ISO/R 52-1975 (E) และ ISO/R 253-1962 (E) ขนาดเป็น mm จาก วริทธิ์ อึ้งภากร, ชาญ ถนังงาน 2522 . การออกแบบเครื่องจักรกล 2. กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด

## ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

### ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นาย วีรพงศ์ ผลโพธิ์

เพศ  ชาย  หญิง วันเดือนปีเกิด 25 ธันวาคม 2505 อายุ 50 ปี

สถานภาพ  โสด  สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน

### ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ	เทคโนโลยีอุตสาหกรรม (เทคโนโลยีเครื่องกล)	สถาบันราชภัฏยะเซิงเทรา	2539
Master of Science in Agricultural Engineering	Agricultural Engineering (Farm Machinery)	Central Luzon State University (Philippines)	2545

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว.....

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
-	-	-
-	-	-
-	-	-

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2547	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2548	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2549	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์
2551	ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์	คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ).....

## ระดับนานาชาติ

1. **T. Pholpho, S. Pathaveerat, P. Sirisomboon, Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy. Journal of Food Engineering, 104 (1), 169-172 (2011).**
2. **Panmanas Sirisomboon, Prakob Kitchaiya, Teerapong Pholpho and Wiroj Mahuttanyavanitch. Physical and mechanical properties of Jatropha curcas L. fruits, nuts and kernels, Biosystems Engineering, 2007, 97:201-20.**
3. **Vinai Klajring and Teerapong Pholpo, 2006. Design and development of soybean Seeder attached power tiller with 8 Hp Engine. 17th Agricultural Engineering in week And 4th PSAE International Convention & Exhibition on “ Agricultural Engineering role in Achieving the Millennium Development goal” 17-21 April 2006 . Balanghai Hotel, Butuan City, Philippines.**
4. **ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ “Development and Locally-made Vibration Machine for Fruit and Vegetable Package Testing” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยฟิลิปปินส์ ครั้งที่ 8 ที่ประเทศฟิลิปปินส์ วันที่ 21 – 23 เมษายน 2553**

## ระดับชาติ

1. **ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ สุนิศา ทรงเยาว์ศรี, 2548. “การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นตะไคร้แบบสไลซ์” การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6. วันที่ 30-31 มีนาคม 2548. วิศวกรรมเกษตรไทยสู่ครัวโลก, ณ. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์, กรุงเทพฯ หน้า 257-263**
2. **ธีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ วินัย กล้าจริง, 2549. “การออกแบบและพัฒนาเครื่องตีเกลียวไหม” วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, ปีที่ 24 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม- เมษายน 2549 24:1(13-19)**
3. **ธีรพงศ์ ผลโพธิ์, สุนิศา ทรงเยาว์ศรี, “การออกแบบและสร้างเครื่องหั่นตะไคร้แบบสไลซ์” (Design and Fabrication the Lemon Gras Slicing Machine) การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 6 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ วันที่ ๓๐-๓๑ มีนาคม 2548, วิศวกรรมเกษตรไทยสู่ครัวโลก, ณ. โรงแรมมิราเคิลแกรนด์ กรุงเทพฯ หน้า 257-263**

4. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์, ทรงวุฒิ แสงจันทร์, “การออกแบบและสร้างเครื่องอัดฟางแบบม้วนกลมติดรถไถเดินตาม” (Design and fabrication a Straw Compressing Machine of the roll-type for Hand tractors) การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ ๑๓ ที่จังหวัดเชียงใหม่ วันที่ ๔ - ๕ เมษายน ๒๕๕๕

**การเสนอผลงานวิชาการ**

1. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ และ วินัย กล้าจริง, “การออกแบบและพัฒนาเครื่องตีเกลียวใหม่” วารสารเกษตรพระจอมเกล้า, ฉบับที่ 1 ปีที่ 24 เดือนมกราคม- เมษายน 2549 24:1(13-19)
2. ประสงค์ ชุ่มใจหาญ, ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ “เครื่องให้อาหารปลากะพงขาว” วารสารเพื่อการพัฒนาชนบท ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ฉบับที่ 34 ปีที่ 10 เดือน มกราคม – มีนาคม 2553
3. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์, ประสงค์ ชุ่มใจหาญ “เครื่องหั่นกล้วยน้ำว้าแบบต่อเนื่อง” วารสารเพื่อการพัฒนาชนบท ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร ฉบับที่ 36 ปีที่ 10 เดือน กรกฎาคม – กันยายน 2553

ประวัติส่วนตัว รองศาสตราจารย์ ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ

ชื่อ-สกุล น.ส. ปานมนัส ศิริสมบุญ

เพศ  ชาย  หญิง วันเดือนปีเกิด 3 กันยายน 2501 อายุ 54ปี

สถานภาพ  โสด  สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

**ประวัติการศึกษา**

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.บ.	วิศวกรรมเกษตร	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	พ.ศ.2523
M.Eng.	Farm machinery and management	Asian Institute of Technology (Thailand)	พ.ศ. 2527
Ph.D.	Agric. Science	United Graduate School of Kagoshima University (Saga University), Japan.	พ.ศ.2544

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของวัสดุเกษตรและอาหาร

สมบัติทางเนื้อสัมผัสของวัสดุเกษตรและอาหาร

การตรวจสอบคุณภาพของวัสดุเกษตรและอาหาร โดยใช้ Near Infrared Spectroscopy  
เทคโนโลยีการขนถ่ายวัสดุ

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

ปี พ.ศ.	ชื่อรางวัล	สถาบันที่ให้
2552	รางวัลงานวิจัยคุณภาพในการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 6 ประจำปี 2552 สาขาวิศวกรรมศาสตร์ ระดับดีเด่น	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษา	สถาบันที่ให้
1982-1984	USAID scholarship to do M.Eng. in Asian Institute of Technology, Thailand.	USAID, USA
1997-2001	Royal Thai Government scholarship to pursue Ph.D. degree in Japan.	Royal Thai Government

ทุนวิจัยที่เคยได้รับ

1. โครงการ เครื่องเกี่ยวนวดข้าวเหลือง (ทุนวิจัยกระทรวงวิทยาศาสตร์และสิ่งแวดล้อม)
2. โครงการ เครื่องคัดแยกข้าวเหลืองฝักสด (ทุนวิจัยเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.)
3. โครงการ การศึกษาสมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ซึ่งเป็นพันธุ์ที่มีการส่งออก (ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน โดยพิจารณาโครงการ โดยสภาวิจัย 496,280 บาท)
4. โครงการ เครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้นแบบที่ระเหยที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 147,000 บาท ปี 2549)
5. โครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องผลิตเนยแข็งขนาดเล็ก (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 152,500 บาท ปี 2550)
6. โครงการ การออกแบบและพัฒนาเครื่องทำไอศกรีมโดยใช้ระบบการทำความเย็นเบื้องต้นที่ความดันสูญญากาศ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 67,060 บาท ปี 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน<sup>92</sup>การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. การประเมินดัชนีคุณภาพภายในและภายนอกของส้มโอเพื่อการส่งออกที่ระยะเวลาเก็บรักษาต่าง ๆ กันด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (ทุนวิจัยมหาวิทยาลัย สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 200,000 บาท ปี2551)
8. โครงการเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวชุดด้วยความดันสูญญากาศเพื่อการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 100,000 บาท ปี 2552)
9. โครงการการวิเคราะห์ค่าปริมาณเนื้อเยื่อแห้งและความหนืดของน้ำยางชั้น สำหรับห้องปฏิบัติการในโรงงานด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (สกว. ฝ่ายอุตสาหกรรม ในโครงการวิจัยขนาดเล็กรื่องยางพารา ปี 2552 132,000 บาท)
10. โครงการเครื่องทำแห้งเนื้อมะพร้าวชุดด้วยความดันสูญญากาศร่วมกับคลื่นอินฟราเรดเพื่อการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 59,000 บาท ปี 2553)
11. โครงการการวิเคราะห์ปริมาณเนื้อเยื่อแห้งในน้ำยางสดและน้ำยางชั้นโดยการวัดที่ต้นยางพาราโดยตรงด้วยวิธีไม่ทำลายโดยใช้เทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2553-2554 โดยพิจารณาโครงการโดยสภาวิจัย 551,200 บาทและ สกอ. 192,800บาท)
12. โครงการการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนในเนื้อแดงม้ด้วยเทคนิคที่ไม่ทำลายด้วยวิธีเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2554 โดยพิจารณาโครงการโดยสภาวิจัย 242,500บาท)
13. โครงการการพัฒนาเทคนิคมาตรฐานการวัดเนื้อสัมผัสข้าวสวยเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมผลิตข้าวสารและข้าวแปรรูป (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 72,000 บาท ปี 2554)
14. โครงการการตรวจสอบคุณภาพของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง โดยวิธีแบบไม่ทำลาย ด้วยเทคนิค Near Infrared Spectroscopy. (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 72,000 บาท ปี 2554)
15. โครงการเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบูดำ (เงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล. 72,000 บาท ปี 2554)
16. โครงการการวิเคราะห์สารแกมมาอะมิโนบิวทิริกแอซิดหรือสารกาบาในข้าวกล้องงอกด้วยเทคนิคเนียร์อินฟราเรดสเปกโตรสโคปี (ทุนวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ประจำปี 2555 โดยพิจารณาโครงการโดยสภาวิจัย 1,207,000บาท)

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

2. **Panmanas Sirisomboon**: Estimation of higher heating value of biomass in tropical regions, *J. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*. 22 (2): 81-84 (1991)
3. Pisanu Sirivanichwong, Rachan Pullkit, **Panmanas Sirisomboon** and Pichit Kittinont: A design of orange juice extractor, *Ladkrabang Engineering J.* 13 (1):143-147 (1996) (in Thai)
4. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Takayoshi Akinaga and Takayuki Kojima: Evaluation of the texture properties of Japanese pear, *J. Texture Studies* 31: 665-677 (2000) (be cited by Thompson A.K.: Fruit ripening conditions. In *Fruit and vegetables-harvesting, handling and storage*. 2<sup>nd</sup> editions. Blackwell Publishing. UK p. 88 (2003))
5. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita and Takayuki Kojima: Relationship between the texture and pectin constituents of Japanese pear, *J. Texture Studies* 31: 679-690. (2000)
6. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita, Takayoshi Akinaga and Takayuki Kojima: A simplified method for the determination of total oxalate soluble pectin content in Japanese pear, *J. Food Composition and Analysis* 14: 83-91 (2001)
7. **Panmanas Sirisomboon**, Supasomboon Ungratanakorn, Danai Panchapitayakul: Agricultural Mechanization in Mango Orchard, *King Mongkut's Agricultural Journal* 23(3): 28-40 (2005) (in Thai)
8. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita, Takayuki Kojima: Evaluation of pectin constituents of Japanese pear by near infrared spectroscopy, *J. Food Engineering* 78(2): 701-707 (2007)
9. **Panmanas Sirisomboon**, Pimpen Pornchaloeampong and Teeranud Romphopak: Physical properties of green soybean: Criteria for sorting, *J. Food Engineering* 79: 18-22 (2007)
10. **P. Sirisomboon**, P. Kitchaiya, T. Pholpho and W. Mahuttanyavanitch: Physical and mechanical properties of *Jatropha curcas* L. fruits, nuts and kernels, *Biosystems Engineering*, 97: 201-207 (2007).
11. **Sirisomboon, P.**, Boonmung, S., Pornchaloempong P., and Pithuncharurnlap, M. A Preliminary Study on Classification of Mango Maturity by Compression Test. *International Journal of Food Properties*, 11: 206-212 (2008)
12. **P. Sirisomboon**, P. Kitchaiya, Physical properties of *Jatropha curcas* L. kernels after heat treatments. *Biosystems Engineering*, 102 (2), 244-250 (2009)
13. **Panmanas Sirisomboon**, Yuki Hashimoto, Munehiro Tanaka. Study on non-destructive evaluation methods for defect pods for green soybean processing by near-infrared spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 93 (4), 502-512 (2009)
14. **P. Sirisomboon**, P. Pornchaloempong. Instrumental textural properties of mango (cv Nam Doc mai) at commercial harvesting time. *International Journal of Food Properties*, 14, 441-449 (2011).
15. T. Pholpho, S. Pathaveerat, **P. Sirisomboon**, Classification of longan fruit bruising using visible spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 104 (1), 169-172 (2011).

16. Areerat Imsil, Ronnarit Rittiron, Panmanas Sirisomboon and Varipat Areekul, Classification of Hom Mali rice with different degrees of milling based on physicochemical measurements by principal component analysis. *Kasetsart Journal: Natural Science*, 45(5), 863-873 (2011).
17. Panmanas Sirisomboon, Rawiphan Chawbankrang and Apidul Keawkuptong, Evaluation of viscosity and dry rubber content of field and concentrated latex for factory laboratory by near infrared spectroscopy. *Research on NR*, 6, 297-308 (2011).
18. P. Sirisomboon and C. Theamprateep, Physicochemical and Textural Properties of Pomelo (*Citrus maxima* Merr. cv. Kao Num Peung) at Preharvest, Postharvest and During the Commercial Harvest Period. *The Philippine Agricultural Scientist*, 95 (1), 43-52 (2012).
19. P. Sirisomboon, R. Lapchareonsuk, Evaluation of the physicochemical and texture properties of pomelo fruit following storage. *Fruits*, 67 (6) inpress.
20. Panmanas Sirisomboon, Rawiphan Chowbankrang, Phil Williams, Evaluation of apparent viscosity of Para rubber latex by diffuse reflection near infrared spectroscopy. *Applied Spectroscopy*, 66(5), 595-599 (2012).
21. Panmanas Sirisomboon, Munehiro Tanaka, Takayuki Kojima, Evaluation of tomato textural mechanical properties. *Journal of Food Engineering*, 111(4), 618-624, 2012.
22. Pornchaloempong, P., Sirisomboon, P., Nunak, N. Mass-volume-area properties of frozen Skipjack tuna. *International Journal of Food Properties*, 15(3), 605-612, 2012.
23. Panmanas Sirisomboon, Munehiro Tanaka, Takayuki Kojima, Phil Williams, Nondestructive Estimation of Maturity and Textural Properties on Tomato 'Momotaro' by Near Infrared Spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 112(3), 218-226, 2012.

#### การเสนอผลงานวิชาการ

1. **Panmanas Sirisomboon**: Status of Agricultural Machinery Factories in Thailand. Proceedings of the Third International Seminar on Evaluation of Farm Tools and Appropriate Technology in Southeast Asia, 1-2 August 1989. Faculty of Engineering, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.
2. **Panmanas Sirisomboon** and Toshio Iijima: Gaseous Fuel from Biomass Pyrolysis: Corn Cob and Water Hyacinth. Proceedings of the Forth Mechanical Engineering and New Industrial Countries, 17-18 May 1990. King Mongkut's Institute of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand. (in Thai).
3. Taksila Usuwat, Virat Lagdang, Saksit Prasartkaew and **Panmanas Sirisomboon**: Biomass Furnace with Heat Exchanger Chamber. Proceedings of the Fifth Royal Thai Engineering Society (Northeastern Branch) Seminar on Technology of Rural Development, 16-17 August 1990. Faculty of Engineering, Koen Kaen University, Koen Kaen, Thailand. (in Thai).
4. **Panmanas Sirisomboon**, Wanna Tungcharoenchai and Rungsan Nochai: Design of Soybean Harvester Header using Two Wheel Tractor as a Prime Mover. Proceedings of meeting on Agricultural Engineering Research, May 18-20, 1994. National Agricultural

Machinery Center, Kasetsart University, Kamphaeng San Campus, Nakornpathom, Thailand (in Thai).

5. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka, Shuji Fujita, Takayoshi Akinaga and Takayuki Kojima: The relationship between the texture and pectin constituents of Japanese pear, 54<sup>th</sup> Kyushu Branch of Japanese Society of Agricultural Machinery, September 17-18, 1998, Yoshizuka Goudo Chousha, Fukuoka, Japan.
6. **Panmanas Sirisomboon**, Teeranud Romphopaj and Pimpen Pornchaloempong: Green soybean grader, Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting -Agricultural Engineering and Local Intellectual Development- May 23-24 2002, Imperial Mae Ping Hotel, Chiang Mai, Thailand. (in Thai).
7. Chanchai Rojanasaroj, **Panmanas Sirisomboon**, Rangsang Nochai, Wanna Tangjaroenchai: Small Soybean Harvester Implementing a Two-wheel Tractor, Electronic-only Proceedings of the International Conference on Crop Harvesting and Processing, 9-11 February 2003, Louisville, Kentucky, USA.
8. **Panmanas Sirisomboon**, Teeranud Romphopaj and Pimpen Pornchaloempong: Physical Properties of Green soybean, Proceedings of the 5<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting –Innovation in Agricultural Engineering for Increasing Productivity- April 26-27, 2004, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand. p. 360-367. (in Thai).
9. **Panmanas Sirisomboon**, Pimpen Pornchaloempong and Teeranud Romphopaj, 2005. Physical properties of green soybean: Criteria for sorting, Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Innovations in food processing technology and engineering. 11-13 January 2005. Asian Institute of Technology, Bangkok, Thailand.
10. **Panmanas Sirisomboon** and Supasomboon Unratanakorn, 2005. Agricultural Mechanization in Mango Orchard, Proceedings of the 6<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting -Toward Kitchen of the World by Agricultural Engineering- March 30-31, 2005, Miracle Grand Hotel, Bangkok, Thailand. (in Thai).
11. Panitnat Yimyam, Thanarat Chalidabhongse, **Panmanas Sirisomboon** and Suwanee Boonmung, 2005. Physical Properties Analysis of Mango using Computer Vision, Proceedings of the International Conference on Control, Automation, and Systems (ICCAS 2005) June 2-5, 2005, KINTEX (Korea International Exhibition Center) The Province of Gyeonggi, Korea. (Best Presentation Award)
12. **Panmanas Sirisomboon**, Supasomboon Unratanakorn, Danai Panchapitayakul, 2006. Tiredness in Using of Agricultural Machinery and Equipment in Mango Orchard, Proceedings of the 7<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting – Researches for increasing the potential of Thai agricultural goods in world market- January 23-24, 2006, Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Mahasarakham, Thailand. P. 32-38 (in Thai).
13. Thanarat H Chalidabhongse, Panitnat Yimyam, **Panmanas Sirisomboon**, 2006. 2D/3D Vision-Based Mango's Feature Extraction and Sorting, Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2006), December 5-8, 2006, Grand Hyatt, Singapore.

14. **Panmanas Sirisomboon**, Vasu Udompetaikul and Yaowaluk Suraphantapisit, 2007. Design and Development of A Simple Meat Quality-Improving Machine. Proceedings of International Conference on Agricultural, Food, and Biological Engineering & Post Harvest/Production Technology, January 21-24, 2007. Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand.
15. Vipa Jayranaiwachira and **Panmanas Sirisomboon**, 2007. Effect of Agitation Parameters on Viscosity Properties of Concentrated Coconut Milk. Proceedings of International Conference on Agricultural, Food, and Biological Engineering & Post Harvest/Production Technology, January 21-24, 2007. Sofitel Raja Orchid Hotel, Khon Kaen, Thailand.
16. **Panmanas Sirisomboon**, Yothin Prempraneerach, Phornsuk Ratiroch-anant, and Yaowaluk Suraphantapisit 2008. Automatic Table Top Stuffer for Sausage. CR1-15, Proceedings of the 9<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting – Technology for Sustainable Agriculture and Agro-Industry- January 31- February 1, 2008, Faculty of Engineering and Agricultural Industry, Maejo University, Thailand. (in Thai).
17. Nuthvipa Jayranaiwachira and **Panmanas Sirisomboon** 2008. Physical Properties of Concentrated Coconut Milk by Evaporating at Vacuum Pressure. CR1-21, Proceedings of the 9<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting –Technology for Sustainable Agriculture and Agro-Industry- January 31- February 1, 2008, Faculty of Engineering and Agricultural Industry, Maejo University, Thailand. (in Thai).
18. Teerapong Pholpho, Bundit Jarimopas and **Panmanas Sirisomboon** 2008. Postharvest Damage and Some Physical Properties of Fresh Longan. CR 3-12, Proceedings of the 9<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering annual meeting –Technology for Sustainable Agriculture and Agro-Industry- January 31- February 1, 2008, Faculty of Engineering and Agricultural Industry, Maejo University, Thailand. (in Thai).
19. Yuki Hashimoto, Nobuyuki Hayashi, Munehiro Tanaka, Keiji Hoaki, and **Panmanas Sirisomboon**, 2008. Case Study on Rice Husk Power Generation in Thailand. Annual Meeting on the Japanese Society of Agricultural Machinery, 27 - 30 March 2008. Miyazaki Kanko Hotel 1-1-1 Matsuyama, Miyazaki-city, Miyazaki-prefecture, Japan.
20. **Panmanas Sirisomboon**, Munehiro Tanaka and Takayuki Kojima, 2008. Intensive Evaluation of Tomato ‘Momotaro’ Textural Properties. Annual Meeting on the Japanese Society of Agricultural Machinery, 27 - 30 March 2008. Miyazaki Kanko Hotel 1-1-1 Matsuyama, Miyazaki-city, Miyazaki-prefecture, Japan.
21. **Panmanas Sirisomboon**, Yuki Hashimoto and Munehiro Tanaka 2008. Study on Non-destructive Evaluation Methods for Defect Pods for Green Soybean Processing by Near-Infrared Spectroscopy. Annual Meeting on the Japanese Society of Agricultural Machinery, 27 - 30 March 2008. Miyazaki Kanko Hotel 1-1-1 Matsuyama, Miyazaki-city, Miyazaki-prefecture, Japan.
22. **Panmanas Sirisomboon**, Charoonpong Theamprateep, Rawipat Lapcharensuk, Jittra Duangchang 2008. Quality of Kao Nampueng Pomelo Pulp at Different Maturity Stages. The 18<sup>th</sup> Thaksin University Annual Conference : The Research and National Crisis Solutions, 25-26 September 2008. Green World Hotel, Songkla, Thailand. (in Thai)
23. **Panmanas Sirisomboon** 2009. Physical properties of some oil seeds for biodiesel. The 1<sup>st</sup> AUN/SEED-Net Regional Conference on Materials 2009. RCM 2009. 16-17 February,

2009. Equatorial Hotel, Penang, Malaysia.
24. **Panmanas Sirisomboon** and Ravipat Lapcharoensuk. 2009. Study of physical and mechanical properties of intact pomelo (Kao Num Peung Variety) during storage. The proceeding of 47<sup>th</sup> Kasetsart University Annual Conference “Agricultural science leading Thailand : Food and alternative energy for sustainable balance” 17-20 march 2009, Kasetsart University, Bangkhen campus, Bangkok, Thailand (in Thai).
  25. **Panmanas Sirisomboon**, Jitra Duangchang. 2009. Prediction and analysis of peel essential oil of pomelo by NIR spectroscopy. 10<sup>th</sup> International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on “Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind” 1-3 April 2009, Suranaree Univeristy of Technology, THAILAND.
  26. **Panmanas Sirisomboon**, Warunee Thanapase, Ravipat Lapcharoensuk 2009. Identification of Different Storage Duration of Pomelo (Kao Num Peung Variety) by Near Infrared Spectroscopy using SIMCA. 10<sup>th</sup> International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on “Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind” 1-3 April 2009, Suranaree Univeristy of Technology, THAILAND.
  27. **Panmanas Sirisomboon**, Charoonpong Theamprateep 2009. Maturity Classification of Kao Nampueng Pomelo Fruit using Visible Range Spectrum. 10<sup>th</sup> International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on “Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind” 1-3 April 2009 , Suranaree Univeristy of Technology, THAILAND.
  28. **Panmanas Sirisomboon**, Suppakit Howvimanporn 2009. Determination of soluble solids of honey by near infrared spectroscopy. 10<sup>th</sup> International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on “Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind” 1-3 April 2009, Suranaree Univeristy of Technology, THAILAND.
  29. Teerapong Pholpho, Bandit Jarimopas, **Panmanas Sirisomboon**, Siwalak Pathaveerat 2009. Mechanical bruising of fresh longan fruit. 10<sup>th</sup> International Conference of Thailand Society of Agricultural Engineering on “Innovations of Agricultural, Food and Renewable Energy Productions for Mankind” 1-3 April 2009, Suranaree Univeristy of Technology, THAILAND.
  30. **P. Sirisomboon**, W. Thanapase, S. Kasemsumran and S. Howvimanporn 2009. Identification of honey authenticity by NIRS. The 14<sup>th</sup> International Conference on Near Infrared Spectroscopy. NIR 2009 Breaking the Dawn. 7-16 Novemebr 2009, Amari Watergate Hotel, Bangkok, Thailand.
  31. **Panmanas Sirisomboon** and Rawiphan Chowbankrang 2009. Viscosity properties of concentrated rubber latex at various storage duration. The 6<sup>th</sup> KU-KPS conference. 8-9 December 2009. Kasetsart University, Kampangsan campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai).
  32. **Panmanas Sirisomboon** and Phatcharee Klaimanee 2009. Physical properties of sweet corn. The 6<sup>th</sup> KU-KPS conference. 8-9 December 2009. Kasetsart University, Kampangsan campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai) **The best qualified research**

**award in engineering.**

33. Teerapong Pholpho, Siwalak Pathaveerat, **Panmanas Sirisomboon** 2010. Development and vibration machine for fruit and vegetable package testing. The 11<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering International Conference on Innovations in Agricultural Engineering for Sufficiency Economy and Empowered Communities. 6-7 May 2010, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai), p 116-119.
34. **Panmanas Sirisomboon** and Mongkol Skunthongarlam 2010. Performance of machine for drying coconut flakes with vacuum and hot water. The 11<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering International Conference on Innovations in Agricultural Engineering for Sufficiency Economy and Empowered Communities. 6-7 May 2010, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai), p 242-246.
35. **Panmanas Sirisomboon** and Sarid Churchart 2010. Change of soluble solids content (sweetness) of watermelon (Kinnaree Variety) at different harvesting dates. The 11<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering International Conference on Innovations in Agricultural Engineering for Sufficiency Economy and Empowered Communities. 6-7 May 2010, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai), p 247-250.
36. **Panmanas Sirisomboon** and Apidul Keawkuptong 2010. Effect of storage duration on dry rubber contents of concentrated rubber latex. The 11<sup>th</sup> Thai Society of Agricultural Engineering International Conference on Innovations in Agricultural Engineering for Sufficiency Economy and Empowered Communities. 6-7 May 2010, Kasetsart University, Kamphaeng Saen campus, Nakorn Pathom, Thailand (in Thai), p 382-385.
37. **Panmanas SIRISOMBOON**, Sarid CHURCHART. Prediction of soluble solids content in cut watermelons using near infrared Spectroscopy, The 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering "International Conference on Agricultural Engineering" (Novelty, Clean and Sustainable) Chon-Chan Pattaya Resort, Chonburi, Thailand; 31 March-1 April 2011, p 48-1 -48-5.
38. **Panmanas SIRISOMBOON** and Apidul KEAWKUPTONG. Evaluation of dry rubber content of concentrated latex by Near-infrared Spectroscopy, The 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering "International Conference on Agricultural Engineering" (Novelty, Clean and Sustainable) Chon-Chan Pattaya Resort, Chonburi, Thailand; 31 March-1 April 2011, p 49-1 -49-5.
39. Panitnat YIMYAM, Somkit JAITRONG, **Panmanas SIRISOMBOON**. Mango Maturity Classification by using Physical Properties, The 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering "International Conference on Agricultural Engineering" (Novelty, Clean and Sustainable) Chon-Chan Pattaya Resort, Chonburi, Thailand; 31 March-1 April 2011, p 50-1 -50-4.
40. **Panmanas SIRISOMBOON**, Mongkol SKUNTHONGARLAM. The optimal condition for coconut flakes dryer with vacuum and infrared heater, The 12th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering "International Conference on Agricultural Engineering" (Novelty, Clean and Sustainable) Chon-Chan Pattaya Resort, Chonburi,

Thailand; 31 March-1 April 2011, p 55-1 -50-5.

41. Sirisomboon, P. and Jayranaiwachira, N. Characteristics of ice-cream under vacuum pressure pre-cooling condition, The 13th Annual Conference of Thai Society of Agricultural Engineering “The International conference of the Thai Society of Agricultural Engineering 2012” (Agro-Techno Fusion for Global Sustainability) Imperial Mae Ping Hotel, Chiang Mai, Thailand; 4-5 April 2012. FOE 08, 161.
42. Panmanas Sirisomboon, Warunee Thanapase, Ravipat Lapcharoensuk. Identification of Different Storage Duration of Pomelo (Kao Num Peung Variety) by Near Infrared Spectroscopy using PLS-DA. The 3<sup>rd</sup> Asian Near Infrared Symposium (ANS2012) Amari Watergate Hotel, Bangkok, Thailand; 14-18 May 2012.

#### ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/

1. เครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้นแบบที่ระเหยที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ
2. เครื่องผลิตเนยแข็งขนาดเล็ก
3. เครื่องทำไอศกรีมโดยใช้ระบบการทำความเย็นเบื้องต้นที่ความดันสูญญากาศ
4. เครื่องทำแท่งเนื้อมะพร้าวชุดด้วยความดันสูญญากาศเพื่อการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์
5. เครื่องทำแท่งเนื้อมะพร้าวชุดด้วยความดันสูญญากาศร่วมกับคลื่นอินฟราเรดเพื่อการผลิตน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์
6. เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ