

การพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ

DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF JATROPHA
CURCAS L. FRUIT AND SEED SHELLING MACHINE



T119385

นายนฤเดช สุจินพรม

นางสาวชนกนันท์ พรปกเกล้า

นางสาวภรณ์ทิศา ชมใจ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....119385
วัน,เดือน,ปี.....-7.8.2554

b.....123 666 114
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**DEVELOPMENT AND IMPROVEMWNT OF JATROPHA
CURCAS L. FRUIT AND SEED SHELLING MACHING**

MR.NARUEDEAT SUGINPRUM

MISS. CHANOKNUN PORNPOKKLAW

MISS. PORNTIWA CHOMJAI



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL
ENGINEERING**

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโทปีการศึกษา 2553

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ

Development and Improvement of *Jatropha curcas* L. Fruit and Seed Shelling Machine

ผู้จัดทำ

1. นายนฤเดช สุจินพรัมย์ รหัส 50010774
2. นางสาวชนกนันท์ พรปกเกล้า รหัส 50010291
3. นางสาวภรณ์ทิวา ชมใจ รหัส 50011151



..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อ. ชีรพงศ์ ผลโพธิ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำ

นายนฤเดช สุจินพรม

นางสาวชนกนันท์ พรปกเกล้า

นางสาวภรณ์ทิศา ชมใจ

รศ.ดร. ปานมนัส ศิริสมบุญรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ชีรพงษ์ ผลโพธิ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดูดำดังนี้ 1.ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำ ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกกลิ้ง 90 mm ยาว 320 mm และใช้หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งเป็นยางชนิด NR ความแข็งที่ 70 และลือคลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุน ส่วนอีกหนึ่งตัวให้หมุนตามปกติ 2.ชุดคัดแยกเมล็ดสับดูดำได้ใช้ตะแกรงรูกกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm ในการคัดแยกโดยมีรางวัลสูงชุดที่ 3.ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดโดยใช้ลูกกลิ้งที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางลูกกลิ้ง 90 mm ยาว 320 mm และใช้หน้าสัมผัสของลูกกลิ้งเป็นยางชนิด NR ความแข็งที่ 70 จำนวน 2 คู่ เพื่อกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำและได้เพิ่ม 4.ชุดพัดลม (blower) โดยใช้ใบพัดแบบตรงเพื่อแยกเปลือกออกจากเนื้อในเมล็ด มีใบพัดจำนวน 3 ใบ จากข้อมูลผลการทดลองทั้ง 4 ส่วนได้สถานะที่ดีที่สุดดังนี้ 1.ชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำที่ความเร็วรอบ 404 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 11.15 mm มีความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 30.86 kg/hr และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 98.71% 2.ชุดคัดแยกเปลือกผลและเมล็ดสับดูดำด้วยตะแกรงที่ความเร็วรอบที่เพลาช้อเหวี่ยงตะแกรง 404 rpm ระยะช่วงชัก 5 mm จะมีประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 89.63 % ความสามารถในการคัดแยกเปลือกผลเฉลี่ย 74.84 g/s 3. ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำที่ความเร็วรอบที่ 409.5 rpm ระยะห่างลูกกลิ้งที่ (1) 5.8 mm และระยะห่างลูกกลิ้งลูกที่ (2) 4.8 mm จะได้ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 5.86 kg/hr และประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 97.94% 4.ชุดคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ดที่ความเร็วรอบ โบลว์เวอร์ 651.1 rpm ความเร็วลม 1.8 m/s มีค่าความสามารถในการคัดแยก 8.20 kg/hr ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดเนื้อใน 84.71 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development and Improvement of *Jatropha curcas L.* Fruits and seeds shelling mechine.

Naruedate Suginprum

Chanoknun Pornpokklaw

Porntiwa Chomjai

Aj. Teerapong Pholpho Advisor

Assoc. Prof. Dr. Panmanas Sirisomboon Advisor

2011

Abstract

This project 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%

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงมาได้โดยได้รับความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ที่คอยให้ความช่วยเหลือ ขาดไปมิได้ คือ ท่าน รศ. ดร. ปานมนัส ศิริสมบุรณ์ สำหรับการตรวจงานที่ละเอียด และช่วยส่งเสริมความเป็นวิศวกรมืออาชีพให้กับพวกเรา รวมถึง ท่านอาจารย์ ชีรพงศ์ ผลโพธิ์ สำหรับความรู้เกี่ยวกับการคำนวณในเรื่องความเร็วรอบ พูล์ห้ สายพาน ของตัวเครื่อง อาจารย์ ประสันต์ ชุ่มใจหาญ , อาจารย์ ภัทรชัย วิชัชยะ สำหรับคำแนะนำเพิ่มเติมดีๆ

คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจและแรงผลักดันที่ดีเสมอมา

พี่แอ พี่ชยันต์ น้ำคุ่ม สำหรับความรู้เรื่องยาง และคอยดูแลในการเปิด-ปิด Shop

เพื่อนแอล พี่ประกาศ ต่อ ก๊ก หญิง น้องเอ น้องภูรี น้องโด่ง แซม (เขวาราช) วยรุ่น(ฮ็อฟ เชียงใหม่)

ป๊วย เตย พี่มาช่วย แยกเมล็ด

เพื่อนแจ้ ฟ่าง เกมส์ ซุป พี่ป๋อง(ฮ็อฟสุพรรณ) จีบ และเพื่อนๆ 4k รุ่น 25 ทุกคน สำหรับงานที่ Shop

พี่น้อง พี่อู๊ด พี่โก้ พี่วาว สำหรับคำแนะนำที่ดีเกี่ยวกับเรื่องเครื่อง

ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ในการให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ จนทำให้โครงการนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นายณฤเดช สุจินพรม

นางสาวชนกนันท์ พรปกเกล้า

นางสาวภรณ์ทิภา ชมใจ

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 การออกแบบเพลลา	4
2.2 การเลือกใช้เบร้ง	11
2.3 การใช้ตะแกรงในการคัดขนาด	12
2.4 สายพาน	15
2.4.1 ชนิดและวัสดุสายพาน	15
2.4.2 ลักษณะการจับด้วยสายพาน	16
2.4.3 สายพานลิ่ม	18
2.4.4 กลศาสตร์ของสายพานลิ่ม	18
2.4.5 การทำให้เกิดแรงดึงขึ้นต้นในสายพานลิ่ม	21
2.4.6 การคำนวณหาขนาดของสายพานลิ่ม	23
2.5 พัดลม	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.5.1 ส่วนประกอบของพัคลม	26
2.5.2 การเปรียบเทียบการทำงานของใบพัดลักษณะต่างๆ	28
2.6 การทดสอบสมรรถนะชุดลูกกังกะเทาะเมล็ดสบู่ดำ	29
2.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อหาสมบัติกายภาพเบื้องต้น	30
2.8 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (GMD)	31
บทที่ 3 การออกแบบและการปรับปรุง	32
3.1 แนวทางในการปรับปรุงต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ	32
3.1.1 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกผลสบู่ดำ	32
3.1.2 ปรับปรุงชุดคัดแยกเมล็ดสบู่ดำ	33
3.1.3 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสบู่ดำ	33
3.2 การคำนวณเพื่อการออกแบบ	34
3.2.1 การวิเคราะห์แรงที่กระทำต่อลูกกัง	34
3.2.2 การออกแบบเพลลา	38
3.2.3 การออกแบบแกนใบพัด	52
3.3 การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผล เปลือกเมล็ด ถึง รางเรียบตรง และ โบลว์เวอร์ 54	
3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลเปลือกในและเมล็ดในสบู่ดำ	64
3.4.1 ตั้งบรรจุเปลือกผลสบู่ดำ	64
3.4.2 ตั้งบรรจุเปลือกสบู่ดำที่ช่องทางออกเปลือกผล	65
3.4.3 ตั้งบรรจุเมล็ดในสบู่ดำบนลูกกังชุดที่ 2	66
3.4.4 ตั้งบรรจุเมล็ดในสบู่ดำบนลูกกังชุดที่ 3	66
3.4.5 ชุดลูกกังชุดที่ 1 , 2 , 3	67
3.4.6 โครงเครื่อง	67
3.4.7 รางเรียบตรง	68
3.4.8 ขั้นตอนการสร้างโบลว์เวอร์	69

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 การทดลอง	70
4.1 การทดสอบก่อนสร้างเครื่อง	70
4.1.1 การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดสับุดำ	70
4.1.2 การวัดความชื้น	72
4.1.3 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำ	76
4.1.4 การทดสอบความเร็วลมจากเครื่อง Terminal Velocity	78
4.2 การทดสอบหลังการสร้างเครื่อง	81
4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของผลสับุดำ และเมล็ดสับุดำ	81
4.2.2 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะผลสับุดำ	87
4.2.3 การทดสอบสมรรถนะตะแกรงคัดแยก	93
4.2.4 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำ	98
4.2.5 การทดสอบความเร็วลม และการทดสอบการแยกเมล็ดด้วยโบว์เวอร์	103
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	111
5.1 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์	111
5.2 ข้อเสนอแนะ	112
5.2.1 ชุดกะเทาะเปลือกผลสับุดำ	112
5.2.2 ชุดคัดแยกเมล็ดสับุดำออกจากเปลือกด้วยตะแกรง	112
5.2.3 ชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำ	112
5.2.4 ชุดคัดแยกเมล็ดเนื้อในสับุดำออกจากเปลือก	113
เอกสารอ้างอิง	114

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1 ขนาดระบุงของเพลตามาตรฐาน ISO/R775 – 1969	5
ตารางที่ 2.2 ค่าตัวประกอบความถี่	9
ตารางที่ 2.3 คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของผลสบูดำที่จำเป็นในการออกแบบ	22
ตารางที่ 2.4 ค่าตัวประกอบใช้งาน	22
ตารางที่ 2.5 ตัวประกอบใช้งาน N_s สำหรับสายพานลีม	25
ตารางที่ 2.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วน โคง์สัมผัส N_a สำหรับสายพานลีม	26
ตารางที่ 4.1 ค่า GMD ผลสบูดำ	71-72
ตารางที่ 4.2 การทดสอบความชื้น	74
ตารางที่ 4.3 สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดและสัดส่วนเมล็ดในสบูดำ	75
ตารางที่ 4.4 ค่าความชื้นของเปลือกผล, เปลือกเมล็ดและเนื้อในเมล็ดสบูดำ	75
ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบ	77
ตารางที่ 4.6 การทดสอบความเร็วลมของเปลือก	79
ตารางที่ 4.7 การทดสอบความเร็วลมของเมล็ด	80
ตารางที่ 4.8 GMD ของผลสบูดำ	82-85
ตารางที่ 4.9 GMD ของเมล็ดสบูดำ	86
ตารางที่ 4.10 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสบูดำ	89
ตารางที่ 4.11 ค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะผล, ความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสบูดำ	90
ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ย	91
ตารางที่ 4.13 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกผลสบูดำ และเมล็ดสบูดำด้วยตะแกรง	95
ตารางที่ 4.14 ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลและเมล็ดสบูดำด้วยตะแกรง	96
ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ย	96
ตารางที่ 4.16 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะเมล็ดสบูดำ	96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.17 ค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ดสนุ่นดำ	100
ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ย	101
ตารางที่ 4.19 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกเมล็ด และเนื้อในเมล็ดด้วยโบลว์เวอร์	106
ตารางที่ 4.20 ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน	107
ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ย	108



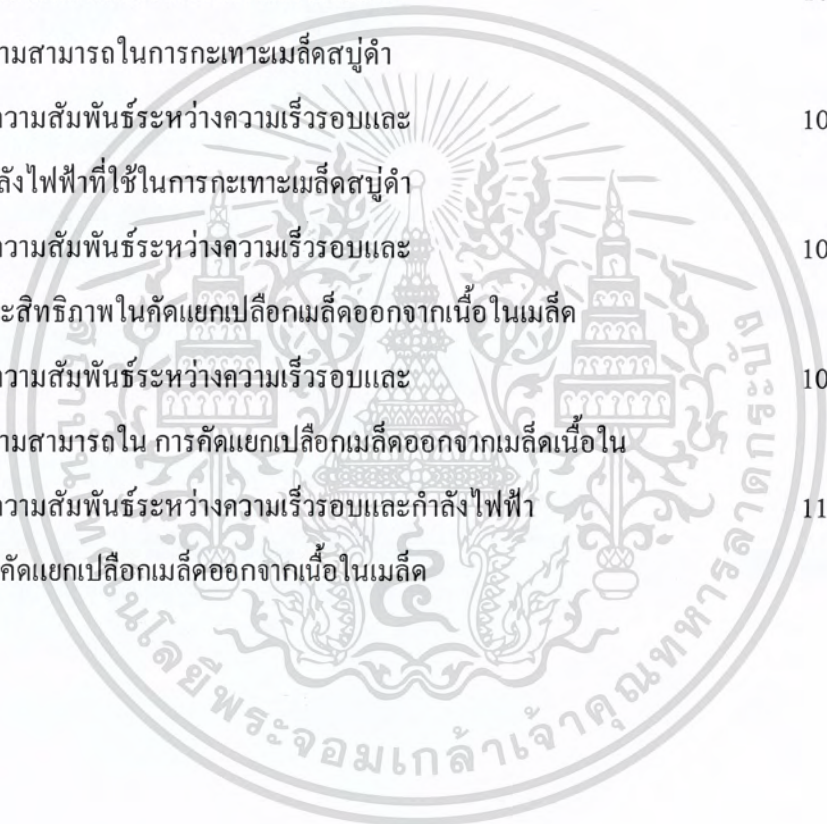
สารบัญรูปภาพ

	หน้าที่
รูปที่ 2.1 เพลายู่ภายใต้แรงต่าง ๆ	6
รูปที่ 2.2 ตะแกรงรูปทรงต่างๆ	12
รูปที่ 2.3 Horizontal reciprocating motion	13
รูปที่ 2.4 Inclined reciprocating motion	14
รูปที่ 2.5 Combined horizontal and reciprocating motion	14
รูปที่ 2.6 Horizontal rotary motion	15
รูปที่ 2.7 ลักษณะการจับด้วยสายพาน (ก) โอพินโครว์ (ข) ครอสโครว์ (ค) ควอเตอร์เทอนโครว์	17
รูปที่ 2.8 แรงบนสายพานลิ่ม	19
รูปที่ 2.9 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ่ม	23
รูปที่ 3.1 ชุดลูกกลิ้งเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550	32
รูปที่ 3.2 ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดสับดำของเครื่องกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550	33
รูปที่ 3.3 ชุดจานกะเทาะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550	33
รูปที่ 3.4 ไคอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสับดำมีระยะห่างมากที่สุด 9 mm	34
รูปที่ 3.5 ปริมาตรของสับดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง	35
รูปที่ 3.6 ไคอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสับดำมีระยะห่างน้อยที่สุด 6 mm	36
รูปที่ 3.7 ปริมาตรของสับดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง	37
รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนต่างๆของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลาน้ำหนักลูกกลิ้ง = 120.62 N (ได้จากการชั่ง)	38
รูปที่ 3.9 แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดที่เกิดับเพลาลูกกลิ้งในแนวตั้ง	39
รูปที่ 3.10 แรงเฉือนและโมเมนต์ดัดที่เกิดกับเพลาโบลว์เวอร์	46

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 3.11 เครื่องกะเทาะเมล็ดสบูดำ	55
รูปที่ 3.12 ลักษณะโครงสร้างเครื่องกะเทาะผลและกะเทาะเปลือกเมล็ดสบูดำ	56
รูปที่ 3.13 ชุดโบลว์เวอร์	57
รูปที่ 3.14 ชุดกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสบูดำ	58
รูปที่ 3.15 ลักษณะถังบรรจุเปลือกผลสบูดำ	59
รูปที่ 3.16 ลักษณะถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 3	60
รูปที่ 3.17 ลักษณะถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 2	61
รูปที่ 3.18 ลักษณะถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1	62
รูปที่ 3.19 ลักษณะรางเรียบตรงรางเรียบตรง	63
รูปที่ 3.20 ถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1	64
รูปที่ 3.21 ถังบรรจุเปลือกผลสบูดำ	65
รูปที่ 3.22 ถังป้อนเมล็ดสบูดำบนลูกกลิ้งชุดที่ 2	66
รูปที่ 3.23 ลูกกลิ้ง	67
รูปที่ 3.24 รางเรียบตรง	68
รูปที่ 3.25 โบลว์เวอร์	69
รูปที่ 4.1 เมล็ดสบูดำ	70
รูปที่ 4.2 แสดงเปลือกเมล็ดและเนื้อในเมล็ด	73
รูปที่ 4.3 ผลสบูดำ	81
รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกผล	91
รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและ ความสามารถในการกะเทาะเปลือกผล	92
รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกผล	92

รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และประสิทธิภาพการตัดแยกเมล็ด	97
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล	97
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ดสนูปดำ	102
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและ ความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสนูปดำ	102
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกะเทาะเมล็ดสนูปดำ	103
รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและ ประสิทธิภาพในคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด	109
รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและ ความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน	109
รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้า ในคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด	110



บทที่ 1

การปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ

Improvement of *Jatropha curcas* L. Fruits and seeds shelling machine.

1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและด้านอื่นๆของประเทศ และจากสถานการณ์น้ำมันในตลาดโลกได้ปรับตัวสูงขึ้น ทำให้ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศจึงเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วยนั้น ทำให้ต้นทุนการผลิตในการเกษตรสูงขึ้น ส่งผลกระทบต่อเกษตรกรในภาพรวม ดังนั้นรัฐบาลจึงมีนโยบายในการส่งเสริมให้มีการผลิตและใช้ไบโอดีเซลที่เป็นผลผลิตจากการเกษตรเพื่อทดแทนการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง โดยมีแผนการพัฒนากการใช้ไบโอดีเซลที่เป็นผลผลิตทางการเกษตรร้อยละ 10 ของน้ำมันดีเซลทั่วประเทศ และเนื่องจากน้ำมันสบู่ดำมีคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซลหลายประการ ทางกรมส่งเสริมการเกษตรจึงได้เกิดแนวคิดให้มีการนำสบู่ดำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งเป็นพืชทางเลือกหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล [1]

สบู่ดำ เป็นพืชทนแล้ง ต้นสบู่ดำเป็นพืชที่ต้นใหญ่แต่เล็กสามารถปลูกได้หลายพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำและปุ๋ยน้อยสามารถเติบโตในพื้นที่เสื่อมสภาพได้ การที่ให้ความสนใจและนำสบู่ดำมาผลิตเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น เนื่องจากในเมล็ดของมันมีปริมาณน้ำมันมากถึงร้อยละ 25-30 และการสกัดน้ำมันจากสบู่ดำ เราสามารถสกัดได้ประมาณร้อยละ 25 หมายความว่าถ้านำเมล็ดมา 4 กิโลกรัม จะสกัดน้ำมันได้ 1 ลิตร นอกจากนี้เมื่อเทียบกับน้ำมันดีเซลแล้ว ยังมีกำมะถันต่ำกว่าเพียงร้อยละ 0.13 และสามารถใช้แทนน้ำมันดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลได้ โดยไม่ต้องเติมสารอะไรหรือปรับแต่งเครื่องยนต์ใดๆ นั่นคือ เราสามารถนำน้ำมันที่สกัดได้มาใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องนำไปผสมกับน้ำมันเชื้อเพลิงเหมือนกับการผลิตไบโอดีเซล และในการสกัดน้ำมันมีขั้นตอนดังต่อไปนี้ 1) กะเทาะเปลือกผลออก 2) กะเทาะเปลือกเมล็ดออก 3) นำไปตากแดดหรือลดความชื้นลง 4) นำไปหีบน้ำมัน จะเห็นได้ว่าการกะเทาะเปลือกผลและกะเทาะเปลือกเมล็ดมีความสำคัญมากเพราะเปลือกเหล่านี้ทำให้อัตรการระเหยน้ำออกจากเนื้อในเมล็ดช้ามาก และถ้าหีบน้ำมันทั้งเปลือกจะทำให้ น้ำมันถูกดูดซับไว้ที่เปลือกส่วนหนึ่ง นอกจากนี้ไม่ควรกะเทาะด้วยมือเพราะเปลือกยางของสบู่ดำมีพิษต่อร่างกายมนุษย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากปีการศึกษา 2549 คณะนักศึกษาและอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง[2] ได้ออกแบบและสร้าง เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำซึ่งแบ่งได้ 3 กระบวนการคือ 1)สมรรถนะการกะเทาะ ของชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำทดลองที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำคือ ที่ ความเร็วรอบ 250 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 12 mm มีความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 80.83 g/s (290.99 kg/hr) และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 48.94 % 2)สมรรถนะชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ ค่าที่ได้จากการ ทดลองคือที่ความเร็วรอบ 175 rpm มีการสูญเสียในการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 4.14 % ประสิทธิภาพการแยก เมล็ดเฉลี่ย 46.03 % และความสามารถในการคัดแยกเมล็ดเฉลี่ย 67.21 g/s (241.96 kg/hr) 3)สมรรถนะ การกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ ความเร็วรอบจานกะเทาะ 110 rpm ประสิทธิภาพการ กะเทาะเนื้อในเมล็ด 9.61 % ความสามารถในการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 2.67 g/s (9.61 kg/hr)[3] และในปี 2550 ได้มีการพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำแบ่งเป็น 3 กระบวนการคือ 1) สมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำทดลองที่สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะ เปลือกผลสับดำคือที่ความเร็วรอบ 225 rpm ระยะห่างลูกกลิ้ง 9 mm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ด 37.41 g/s (134.67kg/hr) และประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด 99.07% 2)สมรรถนะ ความสามารถ เครื่องคัดแยกเมล็ดสับดำค่าที่ได้จากการทดสอบที่ดีที่สุดคือที่ความเร็วรอบที่เพลาช้อเหียงตะแกรง 220 rpm มีการสูญเสียในการคัดแยก 0 % ประสิทธิภาพการคัดแยก 100 % และความสามารถในการคัดแยก 15.71 (56.55kg/hr) 3)สมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ จากการทดสอบที่สภาวะ ที่เหมาะสมที่สุดของชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำคือที่ความเร็วรอบของเพลาจานกะเทาะ 95 rpm ระยะห่างระหว่างจานกะเทาะ 7 mm ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด 95.23 % ความสามารถในการ กะเทาะเนื้อในเมล็ด 12.41 (44.67 kg/hr) และจุดอ่อนของเครื่องที่พัฒนาในปี 2550 อยู่ในช่วงชุด กะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ ในการทดสอบนั้นเน้นให้ได้เนื้อในเมล็ดโดยไม่หวังเนื้อในเมล็ดที่สมบูรณ์ จึงปรับระยะห่างจารกะเทาะที่ค่อนข้างแคบเมล็ดเนื้อในที่ออกมาจึงมีเมล็ดเนื้อในที่แตกค่อนข้าง มากกว่าเมล็ดเนื้อในที่สมบูรณ์ ดังนั้นจึงมีการทำโครงการเรื่อง การปรับปรุงและสร้างเครื่องกะเทาะ เปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำต่อเนื่องจากโครงการเดิมเพื่อสนับสนุนการนำสับดำมาใช้เป็นพลังงาน ทดแทนน้ำมันดีเซล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกผลสับดูดำและเปลือกเมล็ดสับดูดำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

เป็นการพัฒนาเครื่องกะเทาะเปลือกผลสับดูดำและเปลือกเมล็ดสับดูดำที่มีระบบคัดแยกเปลือกผลและเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.สามารถปรับปรุงเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำและผลสับดูดำให้มีสมรรถนะพร้อมที่จะใช้งานและสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมได้
- 2.เป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรรายย่อยและกลุ่มเกษตรกร
- 3.เพื่อป้องกันการเน่าเสียของผลผลิต
- 4.เป็นการประหยัดเวลาในการผลิต
- 5.สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับผลของพืชชนิดอื่นได้ เช่น ละหุ่ง มะเขยหิน เป็นต้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการกะเทาะเมล็ดของสับดูดำให้หลุดแยกออกจากเปลือกด้วยชุดลูกกลิ้ง
2. ออกแบบและเขียนแบบ โครงสร้างที่จะปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ และชุดคัดแยกด้วยโบลว์เวอร์เพื่อแยกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด
3. จัดหาวัสดุและอุปกรณ์
4. แยกเมล็ดและชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ
5. ทดสอบเครื่องกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดูดำ และชุดคัดแยก
6. ตรวจสอบแก้ไขเปลือกเมล็ดสับดูดำ และชุดคัดแยก
7. สรุปผลและเขียนรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 การออกแบบเพลา [3]

เพลาเป็นชิ้นส่วนที่มีอยู่ในเครื่องจักรเกือบทุกชนิด ทำหน้าที่ในการส่งถ่ายกำลังหรือทำให้เกิดหมุนระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่อง ขณะใช้งานเพลาคงอยู่ภายใต้ภาระการกระทำชนิดต่าง ๆ เช่นแรงกด แรงดึง โมเมนต์ดัด และโมเมนต์บิดซึ่งอาจมีทั้งแรงสถิตและแรงแบบวัฏจักร ทำให้เกิดการล้าได้เพลามีชื่อเรียกแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังนี้ คือ

เพลา (Shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน (Axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่ส่วนนั้นจะหมุนหรือไม่ก็ตาม

สปินเดิล (Spindle) เป็นเพลานาคนสั้น เช่น เปลาที่หัวเพนกลึง (Head-Stock spindle) เป็นต้น

สตับชาฟ (Stub Shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนืองกับเครื่องยนต์มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมา สำหรับใช้ต่อกับเพลานอื่น ๆ

เพลาแนว (Line Shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (Power transmission shaft) หรือเพลาเมน (Main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องต้นกำลัง ใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ

แจ็คชาฟ (Jack shaft) เป็นเพลานาคนสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

เพลาอ่อน (Flexible shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรือโค้งได้เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (Cable) ลวดสปริงหรือลวดเหนียว (Wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลารับแรงดึงแรงกดแรงบิด หรือแรงอัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้ามาช่วย แรงเหล่านี้อาจมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้เพลาสีหายได้ เพราะความล้า ฉะนั้นจึงต้องมีการออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนี้เพลายังต้องมีความแข็งแรง (Rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาลให้อยู่ในขีดที่จำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (Deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลา เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุนได้

(1) วัสดุเพลลา

ในการเลือกวัสดุและวิธีที่ใช้ในการทำเพลลา นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงสภาพการใช้งานและภาระที่เพลลาต้องรับเป็นหลักโดยทั่วไปแล้ว จะพิจารณาเลือกวัสดุและวิธีการผลิตเพลลาตามขนาดระบุเพลลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลลาทั่วไปคือ เหล็กกล้าละมุน (Mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานเป็นพิเศษ มักจะใช้เหล็กกล้าผสมโลหะอื่นทำเพลลา เช่น AISI 3140, 1347, 4150 4340 เป็นต้น เพลลาที่มีขนาดเป็นเส้นผ่าศูนย์กลางโตกว่า 90 mm. มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอน ซึ่งผ่านการรีดร้อนอย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลลามีราคาถูกที่สุดผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนชนิดอื่น

(2) ขนาดของเพลลา

เพื่อให้เพลลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดขนาดมาตรฐานของเพลลาซึ่งมีขนาดระบุ (Nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อใช้สามารถเลือกได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลลาด้วยขนาดระบุของเพลลาแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ขนาดระบุของเพลลาตามมาตรฐาน ISO/R775 – 1969 [5]

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
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

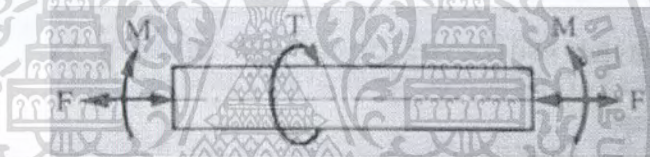
(3) หลักพิจารณาในการออกแบบเพลลา

การคำนวณหาขนาดเพลลาที่เหมาะสมขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนั้น มุมบิดของเพลลาที่เกิดขึ้นในขณะที่ใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ นั่นคือ เพลลาจะต้องมีความแข็งแรงอยู่ในพิสัยที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงทางด้านตำแหน่งแล้วยังอาจก่อให้เกิดการสั่นสะเทือนมีผลให้เฟืองและเบร้งที่รองรับเพลลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น

ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลลาในเครื่องจักรทั่วไปไม่เกิน 0.3 ต่อความยาวเพลลา 1 เมตร สำหรับเพลลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มุมบิดได้ถึง 10 ต่อความยาวเพลลา 20 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลา

(4) การออกแบบเพลลาตามโค้ดของ ASME

ก่อนปี พ.ศ. 2497 ได้มีการยอมรับวิธีการคำนวณหาขนาดของเพลลาส่งกำลังซึ่งกำหนดเป็น โค้ด (code) โดยสมาคมวิศวกรเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา [ASME] ก็ยังมีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป



รูปที่ 2.1 เพลลาอยู่ภายใต้แรงต่าง ๆ [3]

วิธีการดังกล่าวนี้ใช้ทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุดและไม่พิจารณาถึงความล้าหรือความเค้นหนาแน่นที่เกิดขึ้นบนเพลลา ซึ่งเป็นการออกแบบโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static design method) ในการหาสมการสำหรับออกแบบเพลลาให้พิจารณาเพลลาในรูปที่ 2.1

ให้เพลลามีลักษณะกลมและกลวง โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเท่ากับ d_i และ d ตามลำดับ ความเค้นต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนเพลลามีดังต่อไปนี้ คือ

ความเค้นดึงหรือกด

$$\sigma_a = \frac{4F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (2.1)$$

F = แรงที่ใช้กดและดึงวัสดุ

d = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก

d_i = เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเค้นดัด

$$\sigma_b = \frac{Mc}{I} = \frac{32Md}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.2)$$

M = โมเมนต์ดัด

c = คือระยะจากแกนสะเทิน (neutral axis) ไปยังผิวนอกสุด

I = โมเมนต์ความเฉื่อยของพื้นที่

ความเค้นเฉือน

$$\tau_{xy} = \frac{Tr}{J} = \frac{16Td}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.3)$$

T = โมเมนต์แรงบิด

r = รัศมีนอกของท่อนกลม

J = โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่

ในกรณีที่เป็นแรงกดอาจมีผลจากการโค้งงอ (Buckling) ได้ ดังนั้นสมการ (2.1)

จะกลายเป็น

$$\sigma_a = \frac{4\alpha F}{\pi(d^2 - d_i^2)} \quad (2.4)$$

α = มุมสัมผัส (Angle of contact) เป็น rad

เพลาส່วนมากจะอยู่ภายใต้ความเค้นที่เป็นวัฏจักร เพราะเพลามุนอยู่ตลอดเวลา นอกจากนั้นแรงที่กระทำอาจเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาได้ ดังนั้นเพลาก็เกิดความเสียหายเนื่องจากความล้าเป็นส่วนใหญ่สำหรับวิธีการคำนวณ ASME ใช้วิธีการแบบสถิติศาสตร์ ดังนั้นต้องมีตัวประกอบความล้า (Fatigue factor) มาเกี่ยวข้องด้วย

เมื่อ C_m = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการดัด

C_t = ตัวประกอบความล้าเนื่องจากการบิด

ดังนั้นสมการ (2.2) และ (2.3) จึงกลายเป็น

$$\sigma_b = \frac{32C_m Md}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\tau_{xy} = \frac{16C_t T d}{\pi(d^4 - d_i^4)} \quad (2.6)$$

ความเค้นกดหรือความเค้นดึงรวม คือ

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_b \quad (2.7)$$

จากทฤษฎีความเค้นเฉือนสูงสุด

$$\tau = \left[\tau_{xy}^2 + \left[\frac{\sigma}{2} \right]^2 \right]^{1/2}$$

แทนค่าสมการ(2.4), (2.5), (2.6) และสมการที่ (2.7) ลงในสมการข้างบนและจัดรูปใหม่จะได้

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + \left[\frac{\alpha F d (1+K^2)}{8} + C_m M \right]^2 \right]^{1/2} \quad (2.8)$$

โดยที่ $K = d_i/d$

กรณีไม่มีแรง F กระทำอยู่ด้วยสมการ (2.8) จะลดรูปลดลงเหลือเพียง

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau(1-K^4)} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.9)$$

ในกรณีของเพลาดัน $k = d_i/d = 0$ เมื่อแทนค่าลงในสมการ (2.9) ก็จะได้สมการ

$$d^3 = \frac{16}{\pi\tau} \left[(C_t T)^2 + (C_m M)^2 \right]^{1/2} \quad (2.10)$$

ค่าตัวประกอบความต้านทานเลือกใช้ตามลักษณะของแรงที่มากกระทำ ซึ่งหาได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าตัวประกอบความล้า [3]

ชนิดของแรง	C_m	C_t
เพลายู่นึ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลามวน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้า ๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

สำหรับตัวประกอบความโค้ง ASME ได้แนะนำให้ใช้ดังนี้

$$\alpha = 1 \text{ เมื่อ } F \text{ เป็นแรงดึง} \quad (2.11)$$

$$\alpha = \frac{1}{1 - 0.0044(L/K)} \text{ เมื่อ } \frac{L}{K} \leq 115 \quad (2.12)$$

$$\alpha = \frac{\sigma_y (L/K)^2}{\pi^2 n E} \text{ เมื่อ } \frac{L}{K} \leq 115 \quad (2.13)$$

เมื่อ

$n = 1.00$ เมื่อปลายเป็นแบบ SS

$n = 2.25$ เมื่อปลายเป็นแบบ CC

$n = 1.60$ เมื่อปลายถูกขึ้นเป็นบางส่วน (partially nestrairde)

L = ความยาวจริงของเพล

นอกจากนี้โค้ดของ ASME ยังได้ระบุเอาไว้ว่า เปลาซึ่งมีโซ่อยู่ในงานธรรมดาทั่วไปควรมีค่าความเค้นเฉือนใช้งานดังนี้

$$\tau_d = 55 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{สำหรับเพลที่ไม่มีร่องลิ่ม}$$

$$\tau_d = 41 \frac{N}{\text{mm}^2} \quad \text{สำหรับเพลที่มีร่องลิ่ม}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้ากำหนดวัสดุของเพลลาที่บอกถึงหมายเลขของโลหะหรือส่วนผสมของโลหะให้ใช้ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจากสมการ (2.14) โดยเลือกใช้ค่าน้อยมาคำนวณคือ

$$\tau_d = 0.3\sigma_y \text{ หรือ } \tau_d = 0.18\sigma_u \quad (2.14)$$

และถ้าเพลลามีร่องลึ้มให้ลดค่าความเค้นเฉือนการใช้งานโดยใช้เพียง 75% ของค่าสมการ (2.14)

(5) ความแข็งแรงทางด้านการบิด

สำหรับเพลลาที่มีขนาดสม่ำเสมอ มุมบิด (θ) เป็น rad จะหาค่าได้จากสมการ

$$\theta = \frac{TL}{GJ} \quad (2.15)$$

T = โมเมนต์แรงบิด

J = โมเมนต์ความเฉื่อยเชิงขั้วของพื้นที่

G = ยั่งส์โมดูลัส

L = ความยาวเพลลา

สำหรับเพลลากลมตัน $J = \frac{\pi}{32}d^4$ ดังนั้นจึงหาค่ามุมบิดเป็นองศาได้จากสมการ

$$\theta = \frac{584TL}{Gd^4} \quad (2.16)$$

d = เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน

ถ้าเป็นเพลลากลมกลวง

$$\theta = \frac{584TL}{(1-K^4)Gd^4} \quad (2.17)$$

K = รัศมีใจเรชั่น

ฉะนั้นถ้าต้องการให้เพลลามีความแข็งแรงตามลักษณะการใช้งานแล้วก็ควรจะใช้สมการข้างบนนี้ตรวจสอบมุมบิดให้อยู่ในค่าที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเลือกใช้แบริ่ง

แบริ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของเครื่องจักรที่ต้องการการหล่อลื่นและแทบจะกล่าวได้ว่าเครื่องจักรเกือบทุกเครื่องจะต้องมี แบริ่ง "แบริ่ง" คือสิ่งที่ช่วยรองรับหรือช่วยยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องจักรที่มีการหมุนให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง แบริ่ง สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

(1) แบริ่งกาว (Plain bearings)

มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงโดยมีแกนหมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลลาที่หมุนอยู่ภายใน ส่วนของแกนหมุนหรือเพลลาที่หมุนอยู่ในแบริ่งเรียกว่า เจอร์นอล (Journal) ส่วนรูปทรงกระบอกกลวงเรียกว่า เจอร์นอลแบริ่ง (Journal bearing) ซึ่งมักทำด้วยโลหะหรือส่วนผสมของโลหะที่มีเนื้ออ่อนกว่าเจอร์นอล แบริ่งกาว ยังสามารถแบ่งออกเป็น ทรัสต์แบริ่ง (Trust Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลได้รับแรงกดและหมุนอยู่ภายในเจอร์นอลแบริ่ง กับ ไกด์แบริ่ง (Guide Bearing) ซึ่งตัวเจอร์นอลเคลื่อนที่กลับไปกลับมาตามแนวยาวของเจอร์นอลแบริ่ง แบริ่งกาว โดยทั่วไปจะใช้ น้ำมัน เป็นตัวหล่อลื่นมากกว่าจาระบี และมักใช้จาระบี ในกรณีที่แบริ่งไม่มีระบบป้องกันหรือซีลที่เพียงพอสำหรับน้ำมัน ในขณะที่ตัวเจอร์นอลหมุนอยู่ภายใน แบริ่ง น้ำมันจะถูกเหวี่ยงเข้ามาเป็นฟิล์มป้องกันไม่ให้ผิวของเจอร์นอลและแบริ่งมาสัมผัสกัน ความหนืดของน้ำมัน ไม่ควรจะต่ำเกินไปจนฟิล์ม น้ำมัน ไม่สามารถแยกผิวสัมผัสทั้งสองออกจากกันได้ ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น สูงขนาด น้ำมันหล่อลื่นถูกสูบ การเลือกความหนืดของ น้ำมัน ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบ, แรงกดและอุณหภูมิในขณะที่ใช้งาน

(2) แบริ่งลูกปืน (Rolling Bearing)

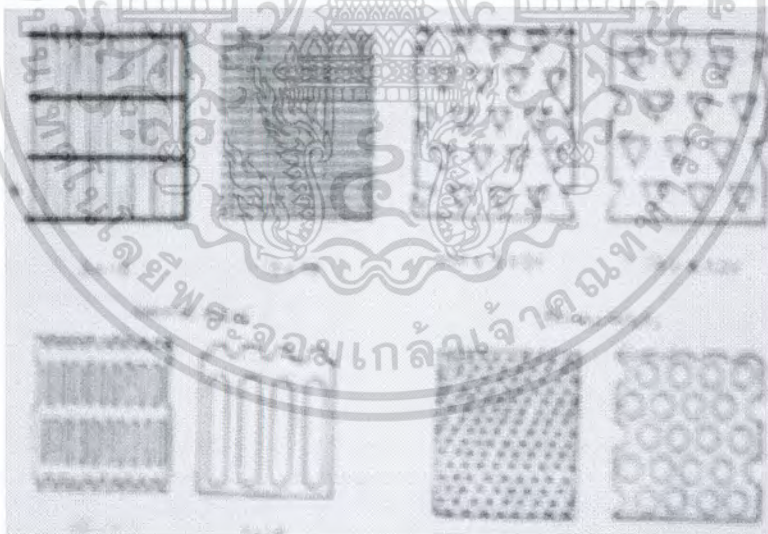
การเคลื่อนไหวของ แบริ่งกาว จะเกิดในลักษณะเลื่อนสัมผัส (Sliding) ของผิวสัมผัสทั้งสอง ซึ่งจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้น แรงเสียดทาน นี้สามารถลดลงได้โดยการเปลี่ยนการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัส (Rolling) โดยการติดตั้งวงแหวนซึ่งประกอบด้วย ลูกปืน ที่ทำด้วยโลหะแข็ง อาจจะมีลักษณะกลมเหมือนลูกบอล หรือเป็นแบบลูกกลิ้งเคลื่อนที่อยู่ระหว่างวงแหวนชั้นในและชั้นนอก ในทางทฤษฎีการหมุนสัมผัสกันไม่เป็นต้องอาศัย น้ำมันหล่อลื่น แต่ในทางปฏิบัติแล้วแบริ่งลูกปืนยังมีการเคลื่อนไหวแบบเลื่อนสัมผัสอยู่บ้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งแบริ่งลูกปืนบางชนิดจะเกิดการบิดเมื่อได้รับแรงกด นอกจากนี้ยังเกิดการเลื่อนสัมผัสระหว่างตัวลูกปืนกับตัววัสดุที่ยึดลูกปืนนั้น ดังนั้นการหล่อลื่นจึงยังเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อลดแรงเสียดทานที่เกิดจากการเลื่อนสัมผัส เป็นเกราะหรือซีล ป้องกันความชื้น การกัดกร่อน ตลอดจนสิ่งสกปรกต่างๆที่จะเข้าไปในแบริ่งแบริ่งลูกปืนส่วนใหญ่จะใช้จาระบี เป็นตัวหล่อลื่น จาระบียังทำหน้าที่เป็นซีลป้องกันไม่ให้ความชื้นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ เข้าไปทำความเสียหาย

แก่ลูกปืน การเลือกชนิดของจาระบี ขึ้นอยู่กับความเร็วรอบแรงกด และอุณหภูมิของแบร์ริงในขณะที่ใช้งาน โดยทั่วไปมักใช้ จาระบี เอนกประสงค์ ที่ทำด้วยสบู่ลิเทียม ในงานบางประเภทอาจมีความต้องการจาระบี ที่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำคือ ไม่เหลวและไม่ทำปฏิกิริยาออกซิเดชันในขณะที่ใช้งานภายใต้อุณหภูมิต่ำเช่น จาระบีสำหรับเครื่องบิน เป็นต้น ในบางสภาวะ จาระบี ยังต้องมีคุณสมบัติทนต่อการถูกชะล้าง โดยน้ำและน้ำมันจะต้องไม่แยกตัวออกจากระบี

แบร์ริงลูกปืนหมุนรอบจัดซึ่งมีความร้อนเกิดขึ้นสูง จำเป็นต้องใช้ น้ำมัน ในการหล่อลื่น ขณะเดียวกันก็ช่วยระบายความร้อนอีกด้วย แบร์ริงเหล่านี้มักเป็นแบบปิด เชื้ออยู่ในอ่างน้ำมันหรือใช้วิธีฉีดพ่นหรือหยดน้ำมันก็ได้

2.3 การใช้ตะแกรงในการคัดขนาด [4]

โดยทั่วไปโครงสร้างตะแกรงจะเป็นแผ่นโลหะเจาะรูไว้ หรืออาจจะเป็นลวดถัก ช่องเปิดอาจจะเป็นรูวงกลม รูปไข่ หรือรูปสามเหลี่ยม ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ตะแกรงมีขนาดและรูปร่างที่ต่างกัน ขึ้นอยู่กับความต้องการทางห้องตลาดหรือวัตถุประสงค์การใช้งานเฉพาะอย่าง



รูปที่ 2.2 ตะแกรงรูปทรงต่างๆ

(1) ตะแกรงที่เจาะรู (Perforated Metal Screens)

รูเปิดรูวงกลม เป็นตะแกรงที่มีรูเปิดเป็นรูวงกลม การบอกขนาดจะวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm หรือ นิ้ว) ของพื้นที่เปิด ตัวอย่างเช่น ตะแกรงรูกลมขนาด 1/18 คือตะแกรงที่เจาะรู 1/18 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูเปิดรูปวงรี เป็นตะแกรงที่มีชื่อเรียกว่า วงรี หรือ slot โดยจะมีทั้งด้านกว้างและด้านยาวของช่องเปิด โดยที่ จะระบุนความกว้างของช่องเปิดก่อน เช่น 1.8×20 โดยทั่วไปตะแกรงชนิดนี้จะวางตามแนวเดียวกับทิศทางการไหลของเมล็ด

รูเปิดรูปสามเหลี่ยม การบอกขนาดของตะแกรงชนิดนี้ใช้ระบบที่ความยาวด้านในแต่ละด้านของสามเหลี่ยมต้องเท่ากัน เช่น ตะแกรงสามเหลี่ยมขนาด 9 mm หมายถึง ตะแกรงรูปสามเหลี่ยมด้านเท่าที่แต่ละด้านยาว 9 mm

(2) การเคลื่อนที่ของวัสดุ

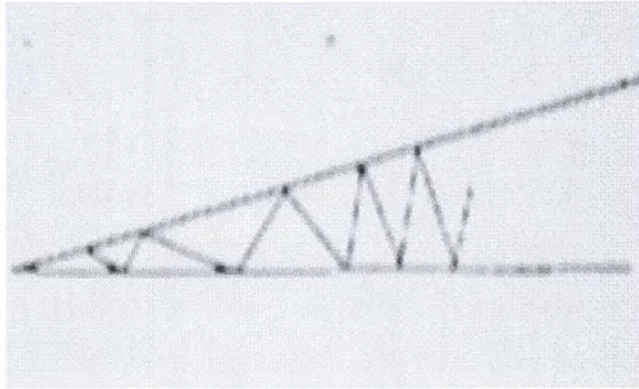
การเคลื่อนที่ของวัสดุขึ้นกับความถี่ของการสั่นสะเทือนซึ่งมีด้วยกัน 3 ระบบ ดังนี้

1. Reciprocatory คือการเคลื่อนที่ในแนวอนหรือการเคลื่อนที่ในระนาบเอียง ทั้งนี้ขึ้นกับระนาบ การเคลื่อนที่ของวัสดุ ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

Horizontal reciprocating motion การเคลื่อนที่แบบนี้ได้นำลูกเบี้ยวมาต่อขนานกับชุดตะแกรง โดยทิศทางการเคลื่อนที่จะต้องขนานกับทิศทางการเข้าออกด้วย การเคลื่อนที่ในแนวตั้งมีเล็กน้อยเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของวัสดุขนาดใหญ่ แสดงในรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 Horizontal reciprocating motion

Inclined reciprocating motion ตะแกรงสามารถเคลื่อนที่ในมุมเอียงได้โดยใช้ลูกเบี้ยวเป็นตัวควบคุม โดยที่การเคลื่อนที่จะมีในแนวตั้งและแนวราบ การเคลื่อนที่ในแนวตั้งช่วยยกวัสดุขึ้นจากผิวของตะแกรงเพียงเล็กน้อยเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของวัสดุ ซึ่งแสดงในรูปที่ 2.4



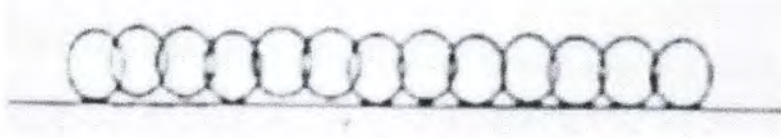
รูปที่ 2.4 Inclined reciprocating motion

2. Combined horizontal and reciprocating motion การเคลื่อนที่ในแบบนี้ต้องเปลี่ยนจากการขับเคลื่อนในแนวนอนด้วยลูกเบี้ยวมาเป็นแบบโรตารีซึ่งช่วยทั้งการเคลื่อนที่ในแนวตั้งและแนวนอนที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของวัสดุรูปแบบในการเคลื่อนที่จะคล้ายรูปไข่ แสดงในรูปที่ 2.5 การเคลื่อนที่แบบนี้ช่วยกระจายวัสดุให้ออกไปด้านข้างของตะแกรง และจะไม่เคลื่อนที่กลับหรือออกไปโดยทันที แต่จะเคลื่อนที่จากด้านหนึ่งของตะแกรงไปสู่อีกด้านหนึ่งของตะแกรง



รูปที่ 2.5 Combined horizontal and reciprocating motion

3. Horizontal rotary motion การเคลื่อนที่จะหมุนเป็นวงกลมในแนวนอน วงกลมแต่ละวงจะซ้อนกันจากจุดที่ป้อนวัสดุไปยังทางออกแสดงในรูปที่ 2.6 Amplitude และความถี่ของการเคลื่อนที่ที่ถูกควบคุมโดยการทำงานของลูกเบี้ยว



รูปที่ 2.6 Horizontal rotary motion

2.4 สายพาน [5]

การส่งกำลังจากเพลานหนึ่งไปยังเพล่อีกอันหนึ่ง อาจทำได้สามวิธี คือโดยใช้เฟืองใช้สายพาน หรือใช้โซ่ การส่งกำลังโดยใช้สายพานเป็นการส่งกำลังแบบอ่อนตัวได้ ซึ่งมีข้อดีและข้อเสียหลายประการเมื่อเปรียบเทียบกับ การส่งกำลังโดยใช้เฟือง ข้อดีก็คือ มีราคาถูกและใช้งานง่าย รับแรงกระตุกและการสั่นสะเทือนได้ดี ขณะใช้งานไม่มีเสียงดัง เหมาะสำหรับการส่งกำลังระหว่างเพลาทที่อยู่ห่างมากๆ และค่าใช้จ่ายและการบำรุงรักษาต่ำ ข้อเสียคือ อัตราทดไม่แน่นอนเนื่องมาจากการสลิป และต้องมีการปรับระยะห่างระหว่างเพลหรือปรับแรงตึงในสายพานระหว่างใช้งาน

2.4.1 ชนิดและวัสดุสายพาน

สายพานแบ่งออกเป็นสี่ชนิดตามลักษณะหน้าตัดของสายพาน คือสายพานแบน มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า สายพานลิ้ม มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู สายพานกลม มีหน้าตัดเป็นรูปวงกลม และโทมมิงเลท มีหน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมู แต่จะทำการหล่อขึ้นเพื่อตลอดความยาวของสายพาน สายพานแต่ละชนิดจะมีลักษณะการใช้งานต่างกัน

วัสดุที่ใช้ทำสายพานจะต้องมีค่าความต้านแรงสูง สามารถบิดตัวได้ดี และจะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสสูง

วัสดุที่ใช้ทำสายพานซึ่งใช้งานกันมากที่สุดก็คือน้ำยาง แต่ถ้าเป็นการใช้งานพิเศษ เช่นอยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้น มีโอโซน สารเคมี หรือมีน้ำมันอยู่ด้วย ก็มักใช้สายพานแบบ chrome leather เพื่อให้สายพานมีอายุการใช้งานได้นานพอสมควร จึงมักใช้ค่าความเค้นในการออกแบบสายพานต่ำกว่าความต้านแรงดึงสูงสุดของสายพานมาก โดยทั่วไปจะใช้ค่าความปลอดภัยประมาณ 10 ค่าสัมประสิทธิ์

ความเสียดทานของสายพานหนังจะมีค่าประมาณ 0.40 – 0.50 และความเร็วใช้งานของสายพานควรจะอยู่ในช่วง 1000 – 2000 m/min

สายพานอีกชนิดหนึ่งคือสายพานยาง สายพานประเภทนี้จะมีฝ้ายหรือผ้าใบเป็นไส้ภายในและมียางหุ้มอยู่ภายนอก ยางที่ใช้หุ้มจะเป็นยางที่อบด้วยกำมะถันในอุณหภูมิสูง เพื่อเพิ่มความยืดหยุ่นและความต้านแรง สายพานยางเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีน้ำมันหรือแสงแดด เมื่อเปรียบเทียบกับสายพานหนังแล้วสายพานยางจะมีราคาถูกกว่า แต่อายุใช้งานสั้นกว่า สายพานยางทนต่อสภาพบรรยากาศในการใช้งานได้ดีกว่าสายพานหนัง

ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานของสายพานยางจะมีค่าประมาณ 0.30 – 0.40 และสามารถรับแรงดึงได้ประมาณ 20 N ต่อชิ้น ต่อความกว้างสายพาน 1 mm.

สายพานบาลลาตา เป็นยางคล้ายสายพานยาง แต่ไม่ต้องผ่านกรรมวิธีการอบด้วยกำมะถัน ทนต่อกรดและความชื้นได้ดี แต่อุณหภูมิใช้งานไม่ควรเกิน 40 °C สายพานชนิดนี้มีความต้านแรงมากกว่าสายพานยางประมาณ 25%

สายพานผ้าถัก ทำจากฝ้ายหรือผ้าใบซ้อนกันเป็นชั้นๆ แล้วยึดติดกัน จากนั้นจึงเคลือบด้วยน้ำมันลินซีด เพื่อให้สายพานกันน้ำได้ มักใช้กับงานประเภทชั่วคราว

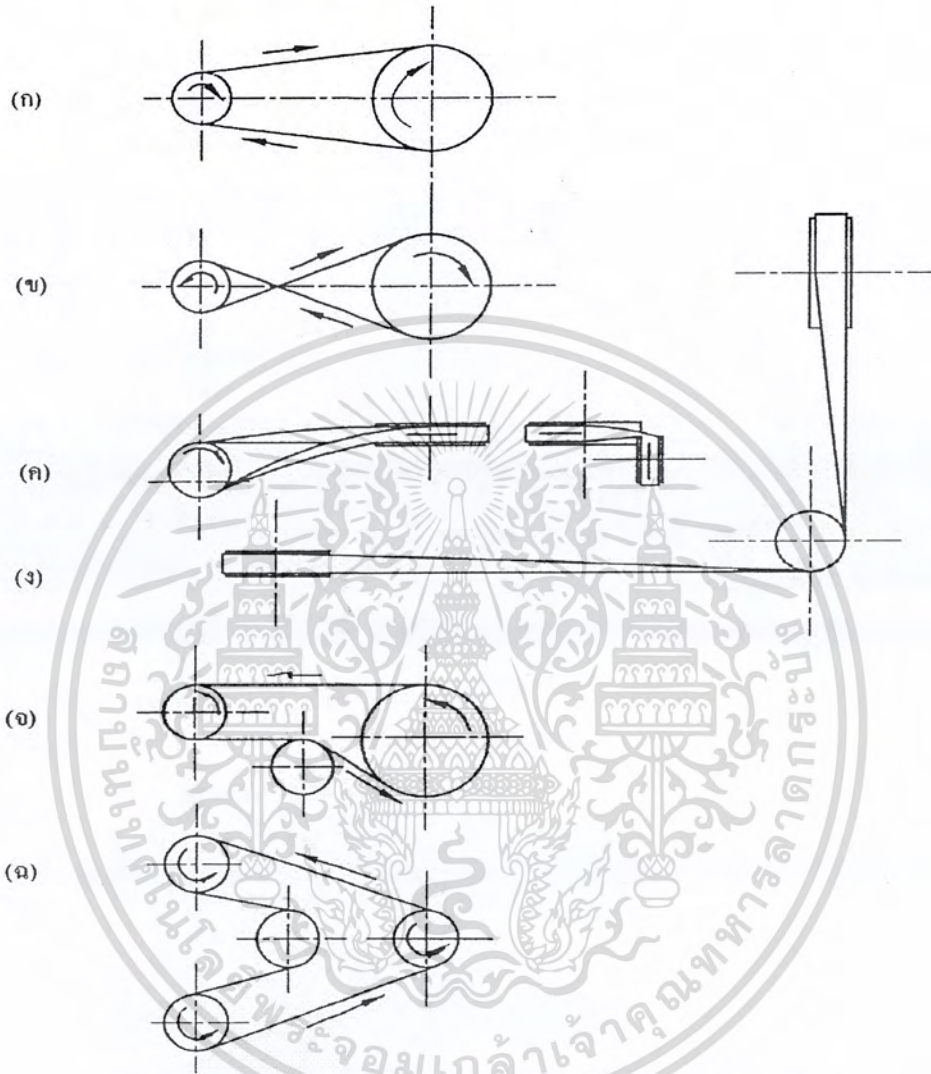
สายพานทุกชนิดที่กล่าวมานี้จะยึดตัวได้ดี ดังนั้นเมื่ออยู่ภายใต้แรงดึงจะยึดตัวทำให้เกิดการสลิปบนล้อสายพาน ในถ้าปฏิบัติจึงมักจะยึดสายพานให้ตึงไว้ก่อนใช้งานทั้งนี้เพื่อเป็นการลดการสลิปของสายพาน

2.4.2 ลักษณะการจับด้วยสายพาน

เนื่องจากคุณสมบัติในการอ่อนตัวของสายพาน จึงอาจจัดลักษณะการจับของสายพานได้ต่างๆกัน ลักษณะทั่วไปที่นิยมใช้ในการจับด้วยสายพานคู่ได้จากรูป

เมื่อต้องการจับเพลลาที่อยู่ขนานกัน และต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนในทิศทางเดียวกัน ก็จะทำให้ได้ในลักษณะดังรูป (ก) ซึ่งเรียกว่าโอพินไดรฟ์ และถ้าเพลลาอยู่ห่างกันมากควรจะให้สายพานด้านล่างตึงและด้านบนหย่อนแต่ถ้าต้องการให้เพลลาทั้งสองหมุนสวนทางกันก็ทำได้โดยใช้วิธีดังรูป (ข) ซึ่งเรียกว่าครอสไดรฟ์ แต่การจับในลักษณะนี้จุดที่สายพานไขว้กันจะทำให้สายพานถูกัน ทำให้สายพานเกิดสึกหรอมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันมิให้สายพานสึกหรอมากเกินไปจึงควรจะให้จุดศูนย์กลางของล้อ

สายพานอยู่ห่างกันไม่น้อยกว่าสี่สิบเท่าของความกว้างสายพาน และทำงานที่ความเร็วสายพานไม่เกิน 15 m/s



รูปที่ 2.7 ลักษณะการขับด้วยสายพาน (ก) โอทีนไดรว์ (ข) ครอสไดรว์ (ค) ควอเตอร์เทอนไดรว์

(ง) มิวส์ไดรว์ (จ) การขับโดยล้อช่วย (ฉ) ริเวสไดรว์

การขับแบบควอเตอร์เทอนไดรว์ ดังรูป (ค) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน และเพื่อป้องกันไม่ให้สายพานหลุดออกจากล้อสายพานในขณะที่ใช้งาน จึงต้องใช้ล้อสายพานที่กว้างเพียงพอ โดยทั่วไปมักจะต้องการกว้างมากกว่าความกว้างสายพานไม่น้อยกว่า 1.4 เท่า และก่อนใช้งานจะต้องทดสอบก่อน

เสมอ ส่วนการขับแบบมิวโดรว (mule drive) ดังในรูป (ง) ใช้เมื่อเพลาทั้งสองตั้งฉากกัน แต่ไม่อาจจัดในลักษณะควอเตอร์เทอนโดรว หรือเมื่อต้องการให้หมุนกลับทิศทางได้

เมื่อไม่สามารถใช้ขับในลักษณะโอพินโดรวได้ เพราะส่วนโค้งสัมผัส (Arc of contact) บนล้อสายพานเล็กมีค่าน้อยเกินไป (เพราะอัตราทดสูง และล้อสายพานอยู่ใกล้กันมาก) หรือเมื่อไม่อาจทำให้สายพานตึงโดยวิธีอื่น ก็อาจทำได้โดยล้อช่วย (idler) ดังรูป (จ) เป็นการช่วยให้สายพานสัมผัสกับล้อมากขึ้นเพิ่มกำลังที่ส่งได้ด้วยส่วยการขับแบบรีเวอร์สโดรว (reverse drive) ใช้เมื่อต้องการส่งกำลังไปยังเพลาหลายๆอันพร้อมกัน

2.4.3 สายพานลิ่ม

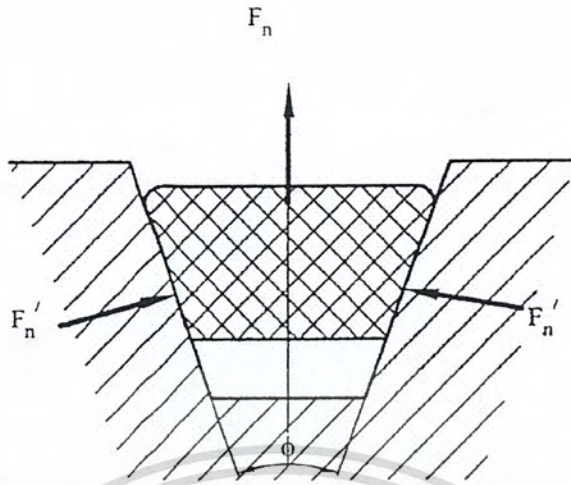
สายพานลิ่มใช้ส่งกำลังได้ค่อนข้างมาก โดยต้องการแรงดึงขึ้นต้นในสายพานค่อนข้างน้อย ทั้งนี้เพราะผลจากการเกาะยึดตัวกันระหว่างด้านข้างของสายพานที่เรียวย กับร่องรูลิ่มของสายพาน ทำให้เกิดแรงเสียดทานสูง ซึ่งเป็นผลทำให้สายพานทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แม้ว่าจะมีส่วนโค้งสัมผัสน้อยและมีแรงดึงขึ้นต้นค่อนข้างต่ำ และเหมาะกับการใช้งานในกรณีที่ระยะห่างศูนย์กลางค่อนข้างน้อย ในการส่งกำลังจะส่งได้มากที่สุดเมื่อผิวด้านข้างของสายพานอัดแน่นกับร่องบนล้อสายพาน และในกรณีที่มีเหตุฉุกเฉิน ก็อาจใช้ผลจากการอัดแน่นนี้ทำหน้าที่เป็นเบรกได้ด้วย

การขับด้วยสายพานลิ่ม มีข้อดีคือเงียบ สะอาด และสามารถรับแรงกระตุกได้ นอกจากนั้นยังมีขนาดกระทัดรัด มีประสิทธิภาพดี และแบริงของเพลาไม่ต้องรับแรงมากเกินไปจึงมักใช้ในการขับทางด้านอุตสาหกรรมทั่วไป ซึ่งใช้สายพานขับได้โดยมีอัตราทดสูงประมาณ 7:10 หรืออาจใช้ได้สูงถึง 10:1

2.4.4 กลศาสตร์ของสายพานลิ่ม

ในการขับด้วยสายพานลิ่มแรงปฏิกิริยาระหว่างสายพานกับล้อสายพานจะอยู่ในทิศทางตั้งฉากกับผิวสัมผัส ดังรูป . ให้ F_n' เป็นแรงปฏิกิริยาในแนวตั้งฉากระหว่างผิวสัมผัสของสายพานกับร่องบนล้อสายพาน ดังนั้นจากสมการ $f = df$ ของสายพานแบน ในกรณีของสายพานลิ่มจะกลายเป็น

$$2fF_n' = df$$



รูปที่ 2.8 แรงบนสายพานลิม[5]

แรงปฏิกิริยาของแรง F_n' ทั้งสองแรงคือ

$$F_n = 2F_n' \sin \frac{\phi}{2} \quad \dots 2.18$$

F_n = แรงปฏิกิริยาเนื่องจากการสัมผัสกันระหว่าง สายพานและล้อสายพาน
 ϕ = มุมกคตันในแนวขวาง

หรือ

$$F_n' = \frac{F_n}{2 \sin \frac{\phi}{2}} \quad \dots 2.19$$

แทนค่า F_n' จะได้

$$\frac{fF_n}{\sin \frac{\phi}{2}} = df \quad \dots 2.20$$

f = แรงเสียดทาน

เมื่อพิจารณารูป และรวมแรงในแนวตั้งจะได้

$$F_c + F_n = [F + \frac{1}{2} df] d\theta \quad \dots 2.21$$

F_c = แรงหนีศูนย์กลาง

เมื่อกำจัด F_u ออกจากสมการทั้งสองนี้แล้วอินทิเกรตสมการจาก $\phi = 0$ ถึง α และจาก $F = F_2$ ถึง $F = F_1$ จะได้สมการ

$$\frac{\ln F - \frac{WAV^2}{g}}{F - \frac{WAV^2}{g}} = e^{\frac{\alpha f}{\sin(\frac{\phi}{2})}} \quad \dots 2.22$$

W = น้ำหนักจำเพาะของสายพาน

A = พื้นที่หน้าตัดของสายพาน

V = ความเร็วสายพาน

หรือ

$$\frac{F_1 F_c}{F_2 F_c} = e^{\alpha f'} \quad \dots 2.23$$

F_1 = แรงดึงสายพานที่เกิดจากแรงเฉือน

F_2 = แรงดึงสายพานที่สูญเสียจากแรงเฉือน

f' = ค่าแรงเสียดทานที่เพิ่มขึ้น

โดยที่ $f' = f / \sin(\frac{\phi}{2})$

และกำลังที่ส่งได้โดยสายพานลิมิตค่าได้จากสมการ

$$W_p = Z (F_1 - F_2) V \quad \dots 2.24$$

โดยที่ V = ความเร็วของสายพาน m/s

Z = จำนวนสายพาน

ความยาวพิตช์โดยประมาณของสายพานหาได้จาก

$$L_p \cong 2C + 1.57 (D_p + d_p) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \quad \dots 2.25$$

D_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์ของเฟืองตัวเล็ก

d_p = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อสายพาน

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางหาได้จาก

$$C = p + \sqrt{p^2 - q} \quad \dots 2.26$$

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นในสายพานลิ่ม

การทำให้เกิดแรงดึงชั้นต้นจะช่วยให้การขับเคลื่อนด้วยสายพานมีประสิทธิภาพดี และยืดอายุการใช้งานของสายพานถ้าออกแรงดึงชั้นต้นไม่เพียงพอที่จะทำให้ส่งกำลังได้น้อยลงประสิทธิภาพต่ำลง ทำให้สายพานมีอายุการใช้งานลดลงเนื่องจากสลิป แต่ถ้าออกแรงดึงชั้นต้นมากเกินไปจะทำให้ขอบสายพานยึดตัวมากเกินไป เกิดความเค้นในสายพานมาก แบร์ริงที่รองรับสายพานจะรับแรงมากเกินไป ด้วยเหตุนี้เองจึงต้องออกแรงดึงชั้นต้นให้เหมาะสมกับแรงภายนอกที่กระทำกับสายพาน

จากสมการที่ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลัง

$$F = F_1 - F_2 = Wp/v \quad \dots 2.27$$

ให้แรงดึงในแนวแกน

$$F_w = F_1 + F_2 = F \frac{e^{\alpha f'} + 1}{e^{\alpha f'} - 1} \quad \dots 2.28$$

แรงหนีศูนย์กลางเนื่องจากน้ำหนักสายพาน

$$F_c = \frac{WAV^2}{g} \quad \dots 2.29$$

แรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางคือ

$$F_r = 2ZF_c \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.30$$

โดยที่ Z = จำนวนสายพาน

ดังนั้นแรงดึงชั้นต้นในสายพานจึงหาได้จากการรวมแรงดึงในแนวแกนขณะส่งกำลัง กับแรงลัพท์เนื่องจากแรงหนีศูนย์กลางนั้นคือ

$$F_i = F_w + F_r \quad \dots 2.31$$

ในทางปฏิบัติมักจะใช้วิธีหาค่าประมาณของแรงดึงในแนวแกนจากสมการ

$$F_w = k_1 F \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.32$$

โดยที่ k_1 เป็นตัวประกอบใช้งาน ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานซึ่งหาค่าได้จากตาราง 2.3 แล้วใช้แรงดึงนี้เป็นแรงดึงชั้นต้น

ตารางที่ 2.3 ตัวประกอบใช้งาน [5]

k_1	สภาวะการทำงาน
1.3	งานเบา ทำงานคงที่
1.5	งานปานกลาง
2.0	งานหนัก แรงกระตุก เปิดปิดบ่อยครั้ง

ในกรณีที่ขับ โดยมีระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคองที่ หรือ ไม่มีอุปกรณ์ที่ทำให้เกิดแรงดึงในสายพาน ตลอดเวลา ก็จำเป็นจะต้องนำเอาแรงหนีศูนย์กลางมาคิดด้วย จากสมการที่ 2.33

$$F_R = 2ZF_c \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.33$$

หรือ

$$F_R = 2Z \frac{W \cdot V^2}{g} \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.34$$

ซึ่งเขียนได้ใหม่เป็น

$$F_R = Zk_2 V^2 \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.35$$

ค่า k_1 หาได้จากตารางที่ 2.3 ดังนั้นแรงดึงขั้นต้นในสายพานจึงเท่ากับ

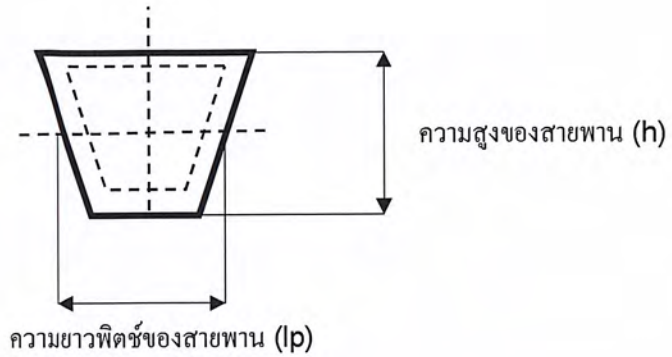
$$F_i = (k_1 F + Zk_2 V^2) \sin \frac{\alpha}{2} \quad \dots 2.36$$

ตารางที่ 2.4 ค่าตัวประกอบใช้งาน [5]

หน้าตัดสายพาน	k_2
Y ($l_p=5.3$ mm , $h=4$ mm)	0.049
Z ($l_p=5.3$ mm , $h=6$ mm)	0.126
A ($l_p=5.3$ mm , $h=8$ mm)	0.217
B ($l_p=5.3$ mm , $h=11$ mm)	0.385
C ($l_p=5.3$ mm , $h=14$ mm)	0.637
D ($l_p=5.3$ mm , $h=19$ mm)	1.332

หมายเหตุ : l_p คือความยาวพิทช์มีลักษณะดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 สายพานลิ่ม[5]

2.4.6 การคำนวณหาขนาดของสายพานลิ่ม

การคำนวณทางด้านการส่งกำลังโดยสายพานลิ่มจะใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตซ์ ของล้อสายพาน d_p เป็นพื้นฐาน และในที่นี่ก็จะแสดงวิธีการเลือกขนาดของสายพานลิ่มตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิต เช่นเดียวกับในกรณีของสายพานแบน

ในการเลือกขนาดของล้อสายพาน บริษัทผู้ผลิตได้แนะนำให้เลือกขนาดของล้อสายพานให้โตที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขนาดของล้อสายพานไม่ควรจะเล็กกว่าค่าที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ก. แต่ข้อควรระวังก็คือ ขณะใช้งานปกติความเร็วของสายพานไม่ควรสูงกว่า 30 m/s

การหาขนาดหน้าตัดโดยประมาณของสายพานลิ่มสำหรับการส่งกำลัง อาจทำได้โดยใช้รูปที่ 2.9 แต่กำลังที่ส่งได้จริงของสายพานจะต้องตรวจสอบจากตารางกำหนดสมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่ม การเลือกขนาดของสายพานลิ่มจะแตกต่างไปจากสายพานแบนเล็กน้อยคือ จะใช้วิธีการคำนวณหาจำนวนเส้นของสายพานลิ่มที่ต้องการใช้งานจากกำลังงานที่ต้องการขับ และตัวประกอบที่ใช้แก้ไขต่างๆ จำนวนเส้นของสายพานลิ่มหาได้จากสมการที่

$$Z = \frac{W_p N_s}{P_R N_a N_1} \quad \dots\dots 2.37$$

โดยที่ Z = จำนวนเส้นของสายพานลิ่ม

W_p = กำลังงานที่ต้องการส่ง

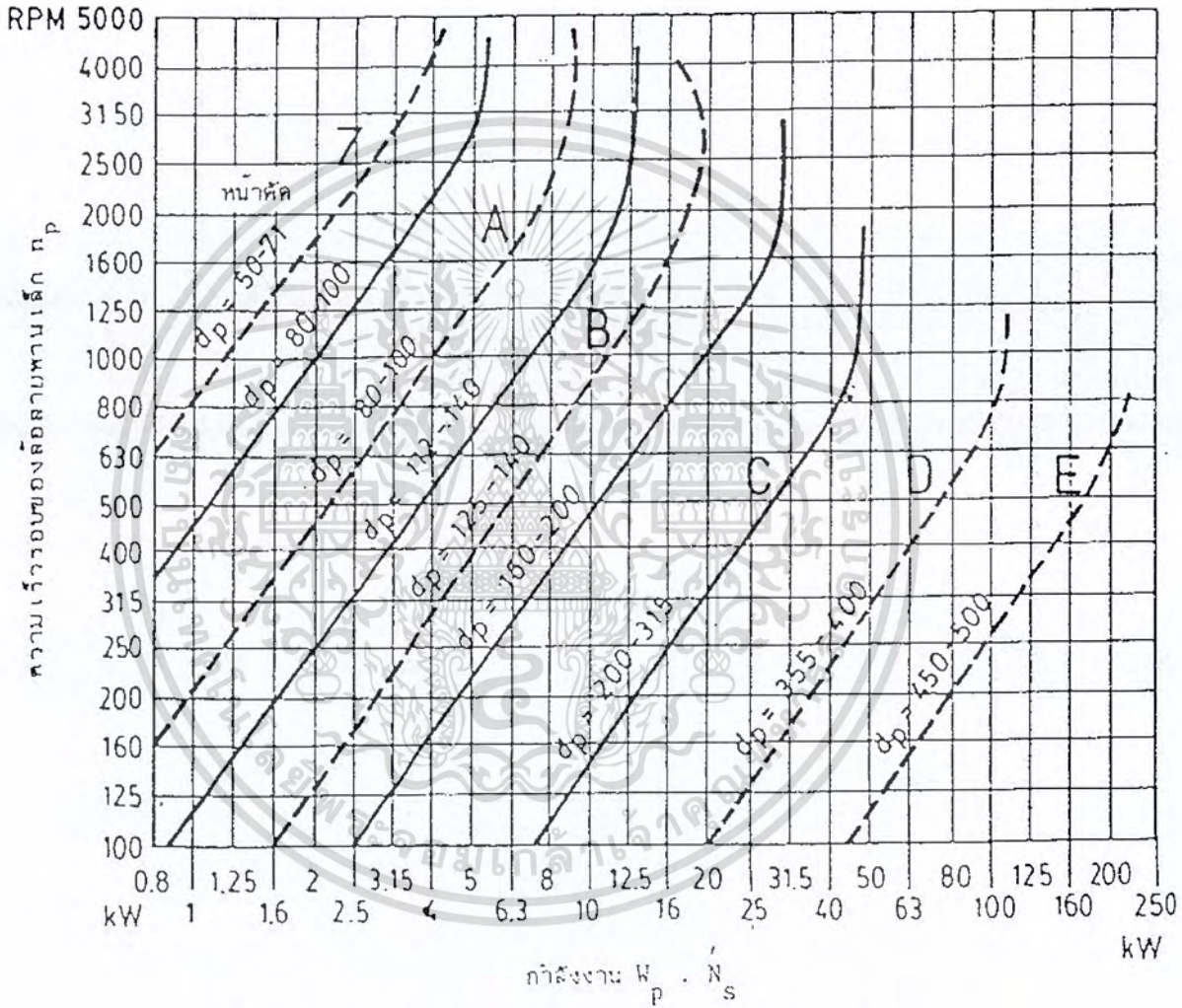
N_s = กำลังงานที่ต้องการส่ง

N_a = ตัวประกอบใช้งานหาค่าได้จากตารางที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N_1 = ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน (belt length correction factor) หาค่าได้จากภาคผนวก ก.

PR= กำลังที่สายพานลิ้มหนึ่งเส้นส่งได้ หาค่าได้จากภาคผนวก ก.



รูปที่ 2.10 แผนภูมิที่ใช้ในการเลือกขนาดหน้าตัดของสายพานลิ้ม[5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ตัวประกอบใช้งาน N_u สำหรับสายพานลีม [5]

ชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับ	ชนิดของอุปกรณ์ขับ					
	มอเตอร์กระแสสลับ : normal torque, squirrel cage, synchronous and split phase.			มอเตอร์กระแสสลับ : high torque, high slip, repulsion-induction, single phase, series wound and slip ring.		
	มอเตอร์กระแสตรง : shunt wound			มอเตอร์กระแสตรง : series wound และ compund wound.		
ช่วงเวลาใช้งานและชนิดของอุปกรณ์ที่ต้องการขับแต่ไม่เกี่ยวข้องกับสภาวะการทำงาน ตัวอย่าง เช่น ทำงานในสภาวะแวดล้อมเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงอาจเพิ่มค่าขึ้นอีกได้ในกรณีพิเศษ	เครื่องมือต้นกำเนิดความเร็วสูง : ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วสูงกว่า 600 rpm			เครื่องมือต้นกำเนิดความเร็วสูง : ที่มีหลายลูกสูบ ความเร็วต่ำกว่า 600 rpm เหลาแมน คลัตช์		
	ชั่วโมงการทำงานต่อวัน			ชั่วโมงการทำงานต่อวัน		
	≤ 10	10-16	> 16	≤ 10	10-16	> 16
งานเบา : เครื่องกวาดของเหลว, เครื่องเป่าลม, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลมแบบทอยโข่ง, พัดที่มีกำลังสูงถึง 7.5 kW, สายพานลำเลียงงานเบา	1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3
งานปานกลาง : สายพานลำเลียงทรายหรือเมล็ดพืช, เครื่องผสมของขี้เถ้าเหนียว, พัดลมที่มีกำลังสูงกว่า 7.5 kW, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า, เหลาแมน, เครื่องชักผ้า, เครื่องมือกลึง Punches Presses shears, เครื่องพิมพ์, positive displacement rotary pumps, เครื่องเขย่า	1.1	1.2	1.1	1.2	1.3	1.4
งานหนัก : เครื่องทำอิฐ, bucket elevators, exciters, เครื่องอัดลมและเครื่องสูบลมแบบลูกสูบ, สายพานลำเลียง, hammer mills, paper mill beaters, positive displacement blowers, เครื่องบด, เครื่องเลื่อย และเครื่องจักรกลงานไม้, เครื่องทอผ้า	1.2	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6
งานหนักพิเศษ : Crushers(Gyratory-Jaw roll), mills (Ball-Rod-Tube) รอกไฟฟ้า rubber calenders extruders-mill	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส N_a สำหรับสายพานลิ่ม [5]

$\frac{D_p - d_p}{C}$	ส่วนโค้งสัมผัส $\alpha \cong$	N_a
0	180	1
0.15	170	0.98
0.35	160	0.95
0.5	150	0.92
0.7	140	0.89
0.85	130	0.86
1.0	120	0.82
1.15	110	0.78
1.3	100	0.73
1.45	90	0.68

2.5 พัดลม [6]

พัดลม คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มพลังงานให้กับอากาศและของไหลที่อยู่ในสถานะของก๊าซ ทำให้ของไหลนั้นเคลื่อนที่จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง ทั้งในสภาพที่มีและไม่มี ความต้านทานต่อการไหลนั้น หน้าที่ของพัดลมก็คือการนำอากาศหรือก๊าซเคลื่อนที่ไปในระบบการจ่าย (Distribution system) ซึ่งมักจะเป็นท่อปิดและต่อเชื่อมอยู่กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่นในระบบทำความร้อน ระบบการถ่ายเทอากาศระบบการปรับอากาศในอาคาร ระบบการทำแห้ง การขนส่งวัสดุโดยใช้แรงลม ระบบการทำความเย็นในการเก็บรักษาผลผลิต (Cold Storage) และในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่นการระบายอากาศในอุโมงค์ใต้ดินและในเหมืองแร่ เป็นต้น

2.5.1 ส่วนประกอบของพัดลม [6]

ส่วนที่เคลื่อนไหว

- ใบพัด

- เพลลา

ส่วนที่อยู่นี้

- ตัวเรือนพัดลม
- ทางลมเข้า
- ทางลมออก

Centrifugal Fan หรือพัดลมแบบหอยโข่ง ซึ่งมักเรียกกันทั่วไปว่า Blower มีใบพัดเป็นแผ่นโลหะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เรียกว่า Blade ปลายข้างหนึ่งของ Blade จะเชื่อมต่อกับแผ่นโลหะรูปกลมแบน เรียกว่า Back Plate จุดศูนย์กลางของ Back Plate จะต่ออยู่กับเพลารับกำลัง ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งของ Blade จะเชื่อมต่อกับโลหะรูปวงแหวน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเท่ากับขนาดของ Back Plate และมักจะมี ความกว้างของแหวนเท่ากับ ความกว้างของ Blade ส่วนช่องว่างของวงแหวนก็จะเป็นช่อง Inlet โดยมีลักษณะการไหลเข้าขนานไปกับแกนเพลลา และจะถูกเหวี่ยงผ่านชุดใบพัดออกไปด้วยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางทำให้ทิศทางการไหลออกจากชุดใบพัดเป็นมุม 90 องศา หรือตั้งฉากกับแนวแกนเพลลา พลังงานที่ใบพัดถ่ายเทออกมาจะเป็นแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ลักษณะความโค้งของใบพัดทั้ง 3 แบบมีดังนี้ คือ

1. ใบพัดแบบ โค้งหน้า (Forward Curved Blade)
2. ใบพัดแบบตรง (Straight or Radial Blade)
3. ใบพัดแบบ โค้งหลัง (Backward Curved Blade)

ใบพัดแบบ โค้งหน้า (Forward Curved Blade) มีแผ่นใบพัดที่มีความโค้งลู่ไปทิศทางเดียวกันกับทิศทางการหมุนของพัดลม จำนวนใบพัดมีตั้งแต่ 24 ถึง 64 ใบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและการออกแบบพัดลมนั้นขนาดของวงใบพัด อาจใหญ่กว่า 30 นิ้ว หรือใหญ่กว่านั้น และถ้ามีขนาดวงใบพัดโตขึ้นจำนวนใบก็จะมากขึ้นตามไปด้วย หรือถ้าขนาดวงใบพัดเล็กลงจำนวนใบพัดก็จะเล็กลงแต่ส่วนมากมักไม่น้อยกว่า 24 ใบ ดังที่ได้กล่าวแล้ว สำหรับพัดลมแบบนี้ ขนาดที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นการค้ามีขนาดเส้นผ่าวงใบพัด 3 นิ้ว ถึง 132 นิ้ว

ใบพัดแบบตรงหรือแบบรัศมี (Straight or Radial Blade) มีใบพัดเป็นแผ่นตรงออกไปในแนวรัศมีจากจุดศูนย์กลางของวงใบพัด รูปร่างของใบพัดก็จะมีแบบลักษณะที่ต่างๆ กันไป ส่วนมากจะเป็นใบตรงเฉยๆ แต่บางแบบอาจจะออกมาให้มีใบตรงที่มีปลายใบโค้งแบบ backward หรือไม่ก็เป็นแบบ Forward curve ตอนโคนในบริเวณที่ลมผ่านเข้าสู่ใบพัดส่วนปลายใบก็จะเป็นแบบใบตรง ทั้งนี้ก็แล้วแต่ประโยชน์ใช้สอยของพัดลมนั้น จำนวนใบก็มีตั้งแต่ 4 ใบ ขึ้นไปจนถึงประมาณ 24 ใบ แต่ตามปกติพบทั่วไป จะมีตั้งแต่ 6 ถึง 16 ใบ ขนาดที่สร้างขึ้นเพื่อการค้าจะมีขนาดวงล้ออยู่ระหว่าง 6 นิ้ว ไปถึง 100 นิ้ว

ใบพัดแบบตรงหรือแบบรัศมี (Straight or Radial Blade) มีใบพัดเป็นแผ่นตรงออกไปในแนวรัศมีจากจุดศูนย์กลางของวงใบพัด รูปร่างของใบพัดก็จะมีแบบลักษณะที่ต่างๆ กันไป ส่วนมากจะเป็นใบตรงเฉยๆ แต่บางแบบอาจจะออกมาให้มีใบตรงที่มีปลายใบโค้งแบบ backward หรือไม่ก็เป็นแบบ Forward curve ตอนโคนในบริเวณที่ลมผ่านเข้าสู่ใบพัดส่วนปลายใบก็จะเป็นแบบใบตรง ทั้งนี้ก็แล้วแต่ประโยชน์ใช้สอยของพัดลมนั้น จำนวนใบก็มีตั้งแต่ 4 ใบ ขึ้นไปจนถึงประมาณ 24 ใบ แต่ตามปกติพบทั่วไป จะมีตั้งแต่ 6 ถึง 16 ใบ ขนาดที่สร้างขึ้นเพื่อการค้าจะมีขนาดวงล้ออยู่ระหว่าง 6 นิ้ว ไปถึง 100 นิ้ว

2.5.2 การเปรียบเทียบการทำงานของใบพัดลักษณะต่างๆ

ชนิดต่างๆ ของใบพัดทั้งโค้งหน้า แบบตรง และแบบโค้งหลัง ต่างมีผลต่อคุณสมบัติของพัดลม อันจะประกอบไปด้วยปริมาณลมที่ผ่านพัดลม ความดันที่ได้ กำลังขับที่ต้องใช้ ประสิทธิภาพ และความเร็รรอบหรือความเร็วปลายใบพัด เป็นต้น นอกจากนั้นยังมีผลต่อโครงสร้างต่างๆ ของพัดลม เช่น ตัวเรือนพัดลม ขนาดทางเข้าออกของพัดลม และโครงประกอบต่างๆ อีกด้วย อย่างไรก็ตามใบพัดทั้ง 3 แบบนี้อาจมีประสิทธิภาพเชิงกลมากกว่า 80 % ได้ถ้าได้รับการออกแบบที่ดี แต่โดยทั่วไปแล้วพัดลมแบบใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่สร้างขึ้นจำหน่ายทั่วไปจะมีค่า Static Efficiency สูงสุดอยู่ระหว่าง 67 ถึง 77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งก็นับว่าได้สูงพอแล้ว

2.6 การทดสอบสมรรถนะชุดลูกกลิ้งกะเทาะเมล็ดสับดำ

ความสามารถในการกะเทาะ(Capacity) ประสิทธิภาพการกะเทาะ (Shelling efficiency) ประสิทธิภาพการคัดแยก (Separation efficiency) การสูญเสียในการคัดแยก (Separation loss) และ การเสียหายของเนื้อในเมล็ด (Kernel damage) ซึ่งการหาค่าต่างๆได้เปลี่ยนแปลงจากงานของ Akubuo ดังนี้

ความสามารถในการกะเทาะ(Capacity)

$$\text{Capacity} = \text{ปริมาณเนื้อในเมล็ดที่กะเทาะได้ภายใน 1 ชั่วโมง} \quad \dots\dots 2.38$$

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะผลสับดำ} = \frac{X_1 - X_2 - X_3}{X_1} \times 100 \quad \dots\dots 2.39$$

X_1 = น้ำหนักผลสับดำที่ป้อนเข้าเครื่อง

X_2 = น้ำหนักเปลือกผลที่ติดเมล็ด

X_3 = น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกะเทาะ

$$\text{ประสิทธิภาพการกะเทาะเนื้อในเมล็ด} = \frac{W_1 - W_2 - W_3}{W_1} \times 100 \quad \dots\dots 2.40$$

W_1 = น้ำหนักเมล็ดสับดำที่ป้อน

W_2 = น้ำหนักเมล็ดสับดำแตกไม่สมบูรณ์

W_3 = น้ำหนักเมล็ดสับดำที่ไม่ได้รับการกะเทาะ

$$\text{ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด} = \frac{X_1 + X_2}{X_1 + X_2 + X_3} \times 100 \quad \dots\dots 2.41$$

X_1 = น้ำหนักเมล็ดที่ช่องทางออกเมล็ด

X_2 = น้ำหนักเมล็ดที่ติดเปลือกผลที่ช่องทางออกเมล็ด

X_3 = น้ำหนักเมล็ดที่ช่องทางออกเปลือกผล

ประสิทธิภาพการคัดแยกเนื้อในเมล็ดออกจากเปลือก

$$= \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 - X_6 - X_7 - X_8}{X_1} \times 100 \quad \dots\dots 2.42$$

X_1 = น้ำหนักเปลือกที่ป้อน

X_2 = น้ำหนักเนื้อในแตกที่ป้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X3 = น้ำหนักเนื้อในสมบูรณ์ที่ป้อน

X4 = น้ำหนักเมล็ดแตกไม่สมบูรณ์ที่ป้อน

X5 = น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะที่ป้อน

X6 = น้ำหนักเปลือกเมล็ดที่ช่องทางออกเมล็ดเนื้อใน

X7 = น้ำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกะเทาะที่ช่องทางออกเมล็ดเนื้อใน

X8 = น้ำหนักเมล็ดกะเทาะไม่สมบูรณ์ที่ช่องทางออกเมล็ดเนื้อใน

นอกจากนี้จะต้องหาการสิ้นเปลืองพลังงานโดยวัดกระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์ และคำนวณการสิ้นเปลืองพลังงานจากสูตร ดังต่อไปนี้
การสิ้นเปลืองพลังงาน = กระแสไฟฟ้าที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์ × ศักย์ไฟฟ้า(220V) × Power factor2.43

2.7 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการทดลองเพื่อหาสมบัติกายภาพเบื้องต้น [7]

2.7.1 ความชื้น

ความชื้น คือปริมาณน้ำที่อยู่ในวัสดุ หาได้โดยวิธีการอบวัสดุด้วยตู้อบที่อุณหภูมิคงที่ที่เวลาใดๆ ทำที่ 130 ± 3 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยความชื้นสามารถหาได้จากสูตรต่อไปนี้

ความชื้นของผลสุบุดำ

เมื่อ G = ความชื้นของเมล็ดสุบุดำ

$$G = ((E \times A) + (F \times C)) / 100 \quad \dots\dots 2.44$$

เมื่อ A = สัดส่วนเปลือกโดย

$$A = (100 \times M_b) / M_t \quad \dots\dots 2.45$$

เมื่อ

M_b = มวลเปลือก (g)

M_t = มวลทั้งหมด (g)

เมื่อ C = สัดส่วนเมล็ดใน โดย

$$C = (100 \times M_s) / M_t \quad \dots\dots 2.46$$

เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M_s = มวลเมล็ดใน (g)

M_t = มวลทั้งหมด (g)

เมื่อ E = ความชื้นของเมล็ดใน โดย

$$E = (100 \times M_i) / M_h \quad \dots 2.47$$

เมื่อ

M_i = มวลเมล็ดที่หายไป (g)

M_h = มวลเมล็ดที่เริ่มต้น (g)

เมื่อ F = ความชื้นของเปลือกหุ้มเมล็ด

$$F = (100 \times M_v) / M_g \quad \dots 2.48$$

เมื่อ

M_v = มวลเปลือกเมล็ดที่หายไป (g)

M_g = มวลเปลือกเมล็ดที่เริ่มต้น (g)

2.8 การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ย (GMD)

การวัดเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิต (GMD) หากวัสดุมีรูปร่างเป็นทรงกลมกำหนดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางได้เลยหากมีรูปร่างคล้ายทรงกลมหรือไม่เป็นทรงกลม สามารถหาได้โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$GMD = (abc)^{1/3} \text{ mm} \quad \dots 2.49$$

a = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดของวัสดุ (mm)

b = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a (mm)

c = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ยาวที่สุดที่ตั้งฉากกับ a และ b (mm)

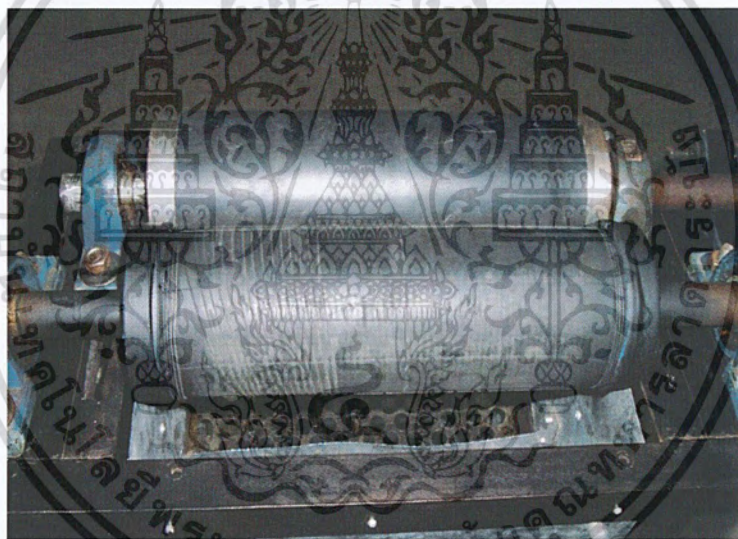
บทที่ 3

การออกแบบและการปรับปรุง

3.1 แนวทางในการปรับปรุงต้นแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550

3.1.1 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ

ในส่วนชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำยังคงใช้วิธีการกะเทาะแบบใช้ลูกกลิ้งเช่นเดิมเนื่องจากวิธีนี้สามารถกะเทาะเปลือกผลออกได้โดยเมล็ดสับดำไม่เสียหายมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กซึ่งมีขนาด 90 mm เป็นหน้าสัมผัสที่เป็นยาง NR 70 และล้อลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุนส่วนอีกหนึ่งตัวให้หมุนตามปกติ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ชุดลูกกลิ้งเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ปรับปรุงชุดคัดแยกเมล็ดสับดำ

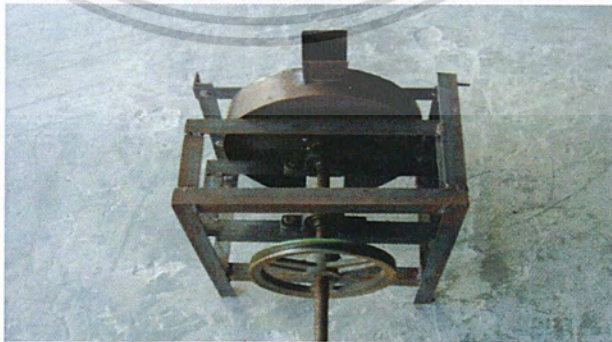
ชุดคัดแยกเมล็ดสับดำยังคงใช้ของเดิมดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ชุดตะแกรงคัดแยกเมล็ดสับดำของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550

3.1.3 ปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ

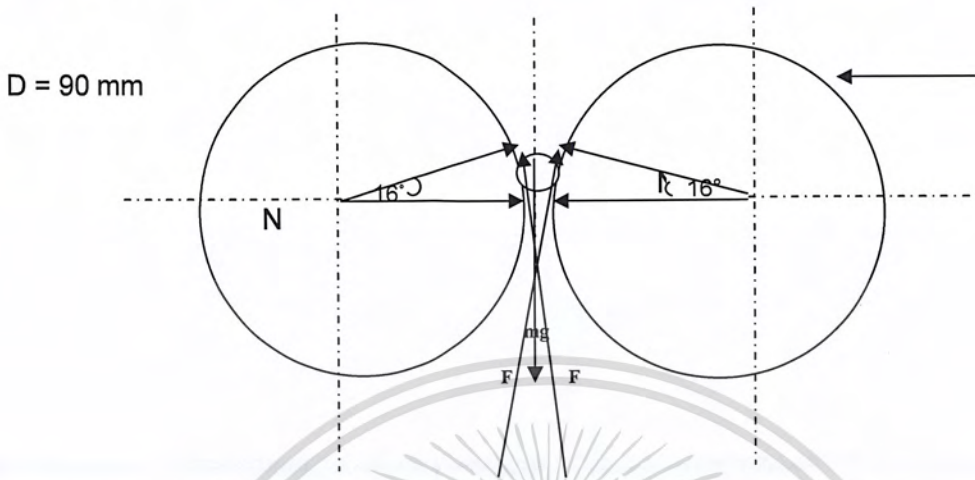
ชุดกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำเดิมมีลักษณะเป็นจานแผ่นดังรูปที่ 3.1 โดยลักษณะภายในเป็นจานแผ่น 2 แผ่น ปะคบกันอยู่ในแนวตั้ง โดยที่หน้าสัมผัสของจานแผ่นทั้งสองแผ่นเป็นยางแล้วติดแผ่นกันไว้ยังขอบจาน โดยรอบเพื่อกันเมล็ดสับดำไม่ให้โดนแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเหวี่ยงหลุดออกเพื่อที่เมล็ดสับดำจะได้ลงไปโดนหน้าสัมผัสยางบีบให้เนื้อในหลุดออกจากเปลือกเมล็ด



รูปที่ 3.3 ชุดจานกะเทาะของเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับดำ ปี 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงที่กระทำต่อลูกกลิ้ง



รูปที่ 3.4 ใต้อะแกรมการรับแรงของเมล็ดสนูปู่ดำมีระยะห่างมากที่สุด 9 mm

ข้อมูล

ระยะห่างลูกกลิ้งที่มากที่สุด = 9 mm

จำนวนลูกกลิ้งตลอดความยาวที่ตั้งได้ = 10 เมล็ด

เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง = 90 mm

อัตราส่วนของลูกกลิ้ง = 2:1

อัตราส่วนกล่องใส่เมล็ด = 10:1

1. หาแรง (N) ได้จากสมการ $\sum F = 0$

เมื่อพิจารณาในแนวแกน Y

$$\text{จาก } \sum F_y = 0$$

จะได้ สมการใหม่ดังนี้

$$N \sin\theta + N \sin\theta - mg = F \cos\theta + F \cos\theta \quad \text{①}$$

$$2N \sin\theta + 2F \cos\theta = mg \quad \text{②}$$

เนื่องจาก $F = \mu N$

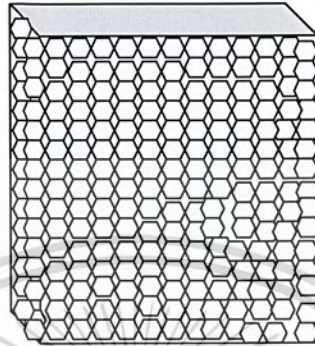
แทนค่า $F = \mu N$ ลงในสมการที่ ②

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ดังนั้น

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



รูปที่ 3.5 ปริมาตรของสบูดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง

2. น้ำหนักสบูดำต่อ 1 เมล็ด = 0.00095 kg

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวอนทั้งหมดในกล่อง = ความยาวของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดใหญ่) ของเมล็ดสบูดำ

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

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = ความสูงของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมล็ดใหญ่) ของเมล็ดสบูดำ

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

จำนวนเมล็ดสบูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = 756 เมล็ด

น้ำหนักของเมล็ดสบูดำที่จุได้ 1 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.00095 kg

ถ้า 756 เมล็ด มีน้ำหนัก = 0.71820 kg

3. แทนค่า ลงในสมการที่ $\textcircled{3}$

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

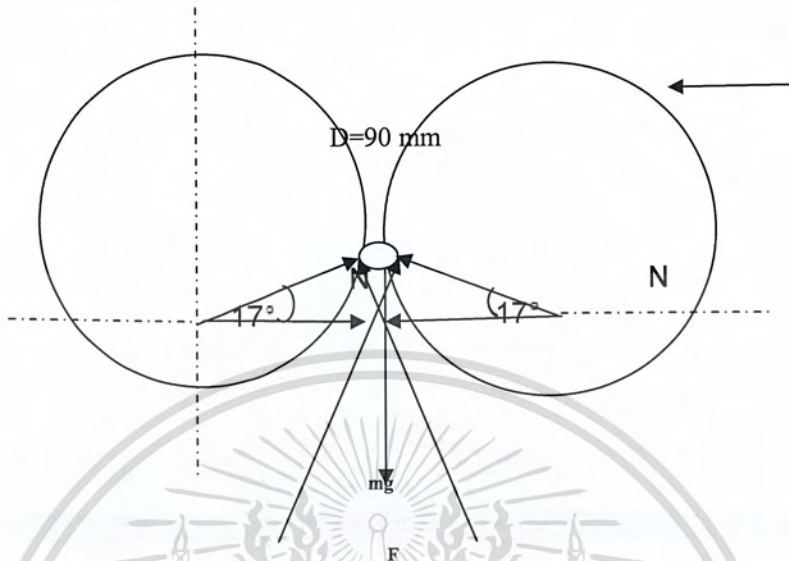
$$= 2.848 \text{ N}$$

4. แรง F

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$= 1 * 2.848$
 $= 2.848 \text{ N}$



รูปที่ 3.6 ไตอะแกรมการรับแรงของเมล็ดสนุดำมีระยะห่างน้อยที่สุด 6 mm

ข้อมูล

- ระยะห่างลูกกลิ้งที่น้อยที่สุด = 6 mm
- จำนวนลูกกลิ้งตลอดความยาวที่ลงได้ = 13 เมล็ด
- เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกกลิ้ง = 90 mm
- อัตราส่วนของลูกกลิ้ง = 2:1
- อัตราส่วนกลองใส่เมล็ด = 10:1

1. หาแรง (N) ได้จากสมการ $\sum F = 0$

เมื่อพิจารณาในแนวแกน Y

จาก $\sum F_y = 0$

จะได้ สมการใหม่ดังนี้

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

$2N \sin\theta + 2F \cos\theta = mg$ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

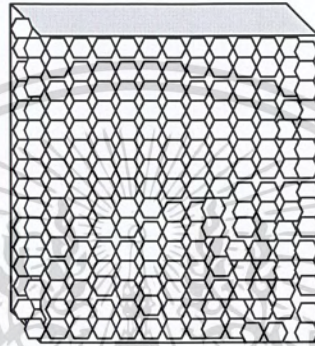
เนื่องจาก $F = \mu N$

แทนค่า $F = \mu N$ ลงในสมการที่ (2)

จะได้ $2N \sin \theta + 2 \mu N \cos \theta = m$

ดังนั้น

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



รูปที่ 3.7 ปริมาตรของสปูดำในถังบรรจุส่วนที่เป็นภาระต่อลูกกลิ้ง

2. น้ำหนักสปูดำต่อ 1 เมตต์ = 0.00095 kg

จำนวนเมตต์สปูดำตามแนวอนทั้งหมดในกล่อง = ความยาวของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมตต์เล็ก)
ของเมตต์สปูดำ

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

จำนวนเมตต์สปูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = ความสูงของลูกกลิ้ง / ระยะเฉลี่ย b (เมตต์เล็ก)
ของเมตต์สปูดำ

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

จำนวนเมตต์สปูดำตามแนวตั้งทั้งหมดในกล่อง = 870 เมตต์

น้ำหนักของเมตต์สปูดำที่จุได้ 1 เมตต์ มีน้ำหนัก = 0.00095 kg

ถ้า 870 เมตต์ มีน้ำหนัก = 0.8265 kg

3. แทนค่า ลงในสมการที่ (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

$$= 3.246 \text{ N}$$

4. แรง F

$$\text{สูตร } F = \mu N \text{ (ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานสูงสุด = 1)}$$

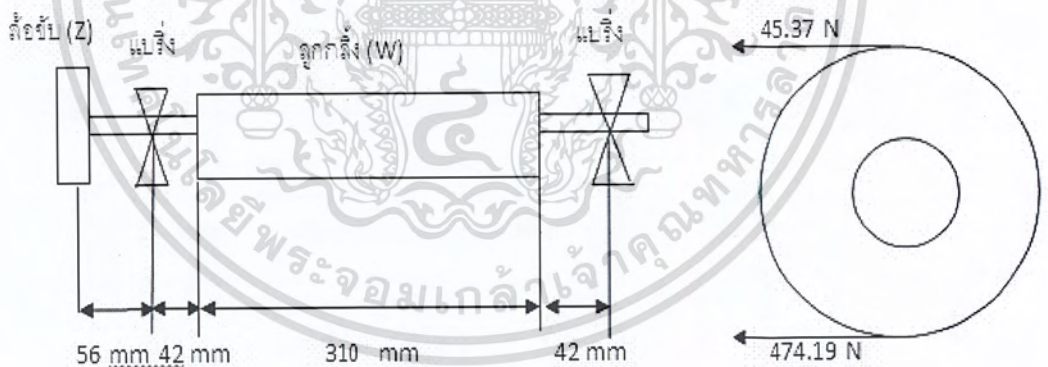
$$= 1 * 3.246$$

$$= 3.246 \text{ N}$$

3.2.2 การออกแบบเพลลา

การออกแบบเพลลาลูกกลิ้ง

หลังจากที่คำนวณแรงที่กระทำต่อลูกกลิ้งได้แล้ว จากนั้นจึงทำการพิจารณาแรงที่กระทำต่อเพลลาลูกกลิ้งเพื่อจะหาขนาดของเพลลาลูกกลิ้งซึ่งส่วนต่างๆ ของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลลา ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.6

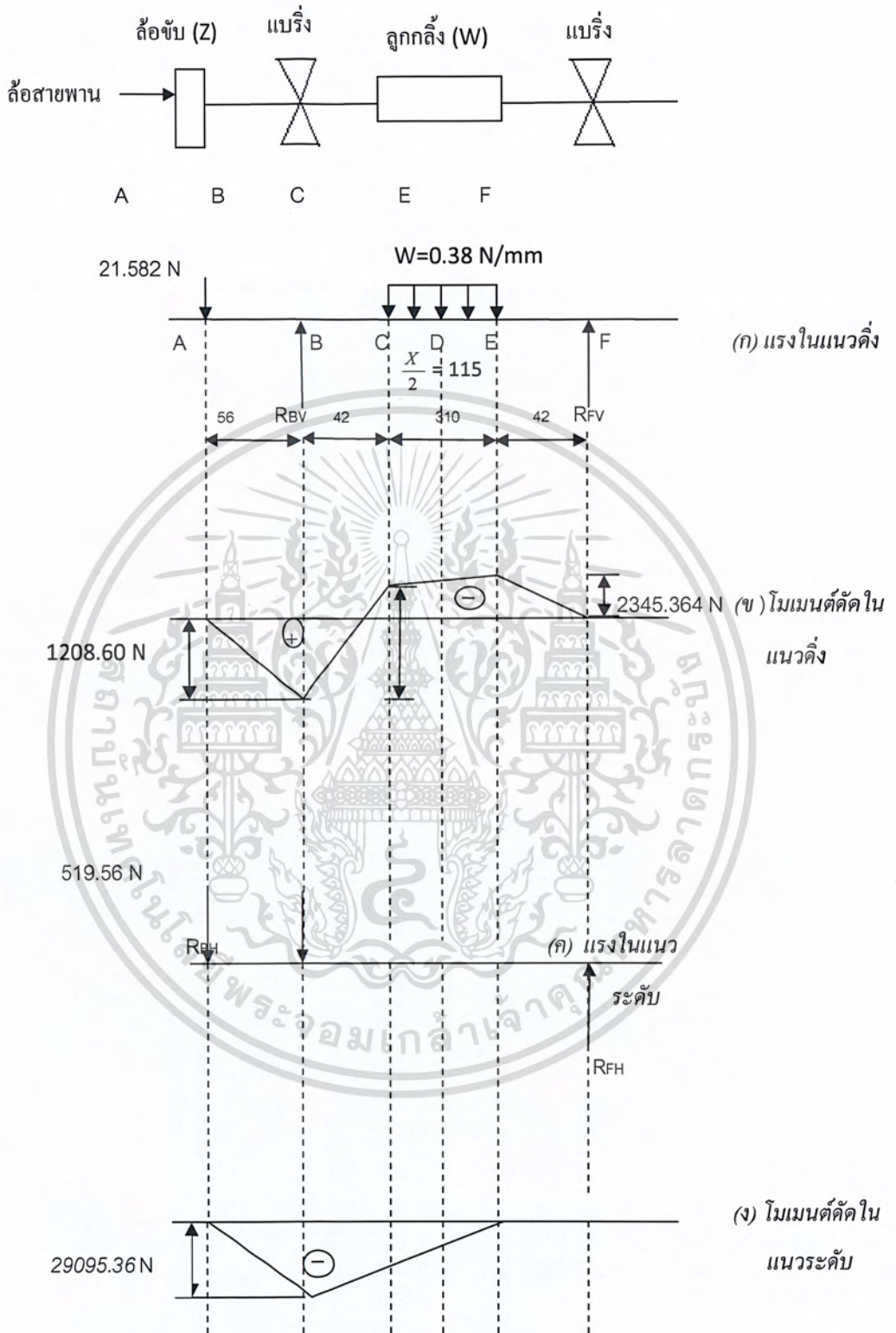


รูปที่ 3.8 ชิ้นส่วนต่างๆของชุดลูกกลิ้งที่มีแรงกระทำต่อเพลลา

น้ำหนักลูกกลิ้ง (W) = 120.62 N (ได้จากการชั่ง)

น้ำหนักล้อขับเคลื่อนลูกกลิ้ง (Z) = 21.582 N ล้อขับเคลื่อนลูกกลิ้งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง = 160 mm เนื่องจากแรงทั้งหมดไม่ได้อยู่ในระนาบเดียวกัน ดังนั้นจึงทำการวิเคราะห์แรงและโมเมนต์ที่ระนาบดังแสดงในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 กราฟแสดงแรงเฉือนและโมเมนต์ตัดที่เกิดดับเพลาลูกกลิ้งในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบายตัวแปร

Z = น้ำหนักล้อขับเคลื่อนสายพาน (N)

W = น้ำหนักลูกกลิ้ง (N)

R_{BV} และ R_{FV} = แรงกระทำของแบร์ริงในแนวตั้งที่จุด B และ F ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

45.37N และ 474.19N = คือแรงในแนวระดับของแรงดึงขั้นต้น และ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังตามลำดับ

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

สมมติให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางเพลา $c = 900$ mm

ขั้นแรกต้องหาขนาดของหน้าตัดสายพาน โดยใช้รูป 2.10

จากตาราง 2.5 ตัวประกอบใช้งาน $N_s = 1.1$ (≤ 10 ชั่วโมงต่อวัน)

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

จากรูป 2.12 เลือกเส้นผ่าศูนย์กลางพิชต์ของพูลเลย์ของลูกกลิ้ง $d_p = 112$ mm (สายพาน B สำหรับความยาว 2282 mm ตารางในภาคผนวก ก-1)

$$\text{ดังนั้น } D_p = d_p \times mw = 112 \times 2 = 224 \text{ mm} \quad ; \quad mw = \frac{n_1}{n_2} = \frac{5600}{2800} = 2$$

จากตารางภาคผนวก ก-2 เลือกใช้ $D_p = 224$ mm

ทดลองเลือกใช้ $c = 900$ mm

จากสมการ 2.25 ความยาวพิชต์โดยประมาณของสายพาน

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

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

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ 2.25

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

$$\begin{aligned} p &= 0.25 L_p - 0.393 (D_p + d_p) \\ &= 0.25 (2329) - 0.393 (224 + 112) \\ &= 450.20 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 0.125 (D_p - d_p)^2 \\ &= 0.125 (224 - 112)^2 = 1568 \end{aligned}$$

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

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

ส่วนโค้งสัมผัส ตาราง 2.6

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

จากตาราง 2.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

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

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

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

ดังนั้นจากรูป 2.6 เลือกใช้สายพานหน้าตัด B \times 2300L_i จำนวน 1 เส้น

จากสมการ มุมสัมผัสของล้อสายพาน (α_1) = $\pi - 2\sin^{-1} \left(\frac{D_p - d_p}{2c} \right)$ rad

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 172.85^\circ$$

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

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

จากตาราง 2.3 $k_1 = 1.3$ (สภาวะการทำงาน งานเบา ทำงานคงที่)

จากตาราง 2.4 $k_2 = 0.385$ (หน้าตัดสายพานแบบ B)

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

$$V^2 = 1078.47$$

จากสมการ 2.36 แรงดึงขั้นต้นในสายพาน

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

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

AB = ความยาวจากล้อขับสายพานถึงแบร็งที่จุด B (mm) ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

BC = ความยาวจากแบร็งที่จุด B ถึงลูกกลิ้งที่จุด C (mm) ดังรูปที่ 3.7 (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 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

EF = ความยาวของขอบลูกกลิ้งทางขวาถึงแบร็งตัวที่ขวา ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง

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

$$\text{น้ำหนักของลูกกลิ้งต่อความยาวลูกกลิ้ง} = 0.38 \text{ N/mm} \quad \text{โดยลูกกลิ้งหนัก } 120.62 \text{ N} \quad \text{ความยาวลูกกลิ้ง} = 310 \text{ mm} \quad \text{ดังรูปที่ 3.7 (ก.) แรงในแนวตั้ง}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(\odot + \ominus) หาแรงปฏิกิริยาที่ B และ F ในแนวดิ่ง

รวมโมเมนต์ที่ปลาย F

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

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

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

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

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

$$R_{FV} \text{ จาก } \sum F_y = 0$$

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

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

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

เนื่องจากบนเพลา จะไม่เกิด โมเมนต์ตัดตรงจุดปลาย ดังนั้น โมเมนต์ตัดที่เกิดขึ้นมี 2 จุด ลูกกลิ้ง (W) และ แบร็งที่จุด B ดังนี้

1. ลูกกลิ้ง จะเกิดโมเมนต์ตัดตรงปลายลูกกลิ้งที่จุด C และ E จะได้ M_{CV} และ M_{EV} ดังรูป 3.7 (ข)

โมเมนต์ตัดในแนวดิ่ง

2. แบร็งที่จุด B จะเกิดโมเมนต์ตัด M_{BV} ดังรูป 3.7 (ข) โมเมนต์ตัดในแนวดิ่ง

\odot + \ominus

โมเมนต์ตัดที่เกิดจากลูกกลิ้งเป็นแบบแรงกระจายนั้นคิด โมเมนต์ตัดที่จุดปลาย 2 จุดคือ M_{CV} และ M_{EV} ดังนี้

$$M_{CV} = -Z(AC) - R_{BV}(BV)$$

$$= -21.582(98) - 83.54(42)$$

$$= -5623.716 \text{ N mm}$$

$$M_{EV} = -R_{FV} \times EF$$

$$= -55.842 \times 42$$

$$= -2345.364 \text{ N mm}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเมนต์ดัดที่แบริง จุด B

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

แรงในแนวระดับ

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

ภาพ โมเมนต์ที่จุด F

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 $\sum F_x = 0$

$$519.56 - R_{BH} - R_{FH} = 0$$

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

ฉะนั้นโมเมนต์ดัดในแนวระดับที่ B คือ

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

จากการพิจารณารูปที่ ข และ ง จะเห็นว่าโมเมนต์ดัดสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่ จุด B

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

โมเมนต์บิดเนื่องจากการส่งกำลังจากสายพานคือ

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

จากตารางที่ 3.2 (ค่าตัวประกอบความล้า เลือกละหุน, แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ)

$$\text{จะได้ } C_M = 1.5, C_T = 1.0$$

สมมุติให้เพลานี้มีร่องลิ้นเพื่อใช้ยึดสายพาน และพัคลมให้ติดกับเพลาดังนั้น ค่าความเค้นเฉือนใช้งาน

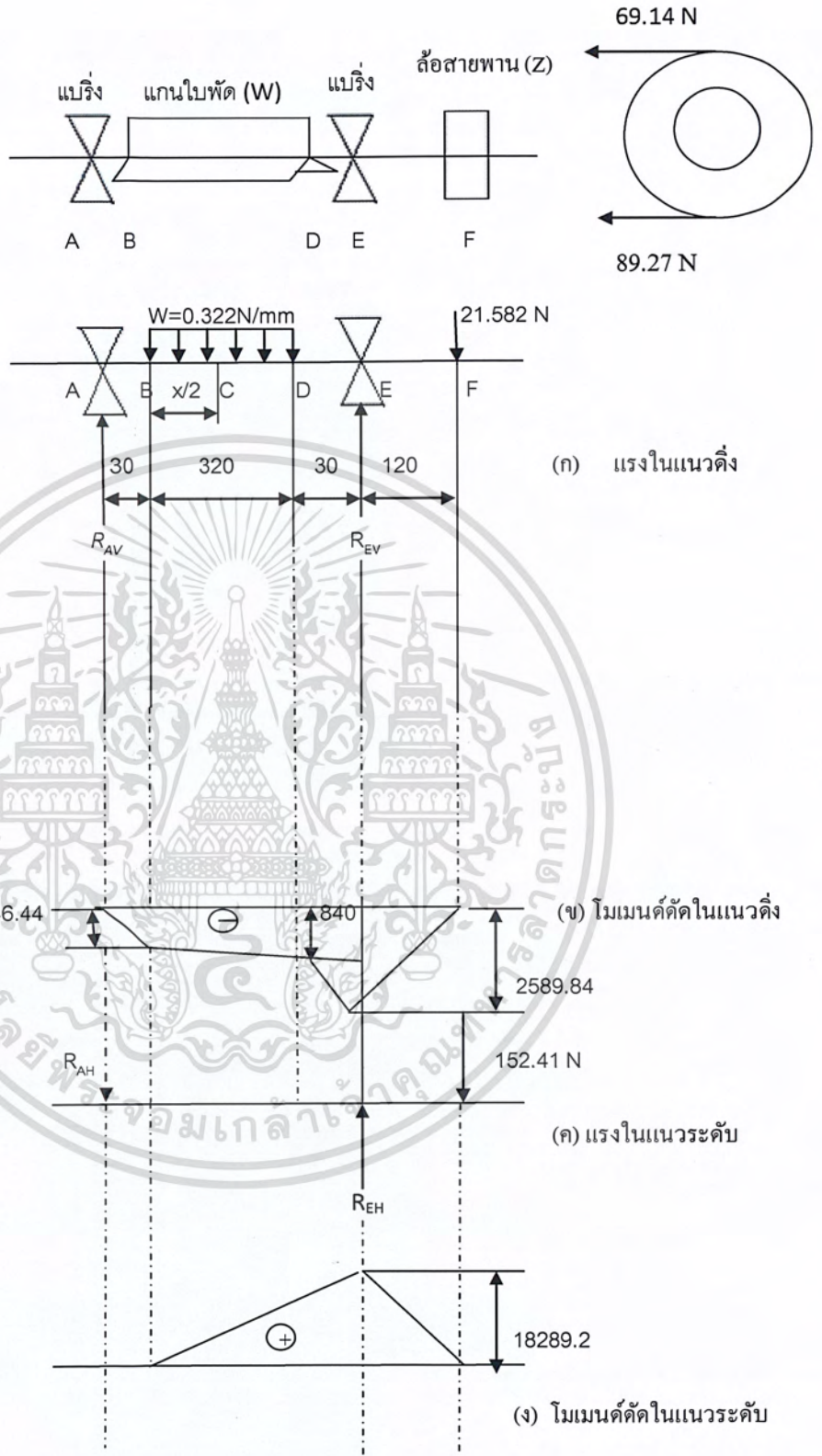
จะเท่ากับ

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

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ (2.10) } d^3 &= \frac{16}{\pi \tau_D} [(C_T T)^2 + (C_M M_B)^2]^{\frac{1}{2}} \\ d^3 &= \frac{16}{\pi 41} [(1 \times 34305.6)^2 + (1.5 \times 29120.451)^2]^{\frac{1}{2}} \\ d^3 &= 6899.30 \\ d &= 19.037 \text{ mm} \\ d &= 0.75 \text{ in} \end{aligned}$$

จากตารางที่ 3.1 ให้เลือกใช้เพลาสี้นผ่าศูนย์กลาง 1 in

การออกแบบเพลาลูกเบี้ยว



รูปที่ 3.10 กราฟแสดงแรงเฉือนและโมเมนต์คัตที่เกิดกับเพลาลูกเบี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำอธิบาย

W = น้ำหนักของแกนใบพัด (N)

Z = น้ำหนักของล้อยาสายพาน (N)

R_{AV} และ R_{EV} = แรงกระทำของเบร้งในแนวตั้งที่จุด A และ E ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

63.14 N และ 89.27 N = คือแรงในแนวระดับของแรงดึงชั้นต้น และ แรงดึงในสายพานขณะส่งกำลังตามลำดับ

แรงในแนวตั้งและแรงในแนวระดับของแรงดึงชั้นต้นได้จากใช้ขนาดมอเตอร์ 2 hp , ความเร็วรอบของมอเตอร์ $n_1 = 5600$ rpm , ความเร็วรอบเพลลาโบลัเวอร์ $n_2 = 2800$ rpm ดังนั้นขนาดมอเตอร์ = 1.49 kw

สมมติให้ระยะห่างระหว่างศูนย์กลาง = 700 mm

ขั้นแรกต้องหาขนาดของหน้าตัดสายพาน โดยใช้รูป 2.10

จากตาราง 2.5 ตัวประกอบใช้งาน $N_s = 1.1$ (≤ 10 ชั่วโมงต่อวัน)

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

จากรูป 2.12 เลือกเส้นผ่าศูนย์กลางพิชต์ของพูลี่ของลูกกลิ้ง $d_p = 140$ mm (สายพาน B สำหรับความยาว 2282 mm ตารางในภาคผนวก ก-1)

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

$$= 280 \text{ mm}$$

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 $L_p = L_i + 43 = 2000 + 43 = 2043 \text{ mm}$

ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางคำนวณได้จากสมการ 10.35

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

$$\begin{aligned} p &= 0.25 L_p - 0.393 (D_p + d_p) \\ &= 0.25 (2043) - 0.393 (280 + 140) \\ &= 345.69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q &= 0.125 (D_p - d_p)^2 \\ &= 0.125 (280 - 140)^2 = 2450 \end{aligned}$$

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

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

ส่วนโค้งสัมผัส ตาราง 2.6

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

จากตาราง 2.6 ตัวประกอบแก้ไขส่วนโค้งสัมผัส

$$N_a = 0.97 \quad ((D_p - d_p)/c = 0.2)$$

จากตารางภาคผนวก ก-1 ตัวประกอบแก้ไขความยาวสายพาน

$$N_1 = 1.00 \quad (L_p = 2066.4 \text{ mm ตาราง}$$

ภาคผนวก ก-1)

และสำหรับล้อยาวขนาด 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

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

ดังนั้นจากรูป 2.6 เลือกใช้สายพานหน้าตัด B \times 2030L₁ จำนวน 1 เส้น

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}\alpha_1 &= \pi - 2\sin^{-1}\left(\frac{D_p - d_p}{2C}\right) \text{rad} \\ &= 180 - 2\sin^{-1}\left(\frac{280 - 140}{5(687.82)}\right) \text{rad} \\ &= 168.32^\circ\end{aligned}$$

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

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

จากตาราง 2.3 $k_1 = 1.3$ (สภาวะการทำงาน งานเบา ทำงานคงที่)

จากตาราง 2.4 $k_2 = 0.385$ (หน้าตัดสายพานแบบ B)

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

$$V^2 = 1685.10$$

จากสมการ 2.36 แรงดึงขึ้นต้นในสายพาน

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

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

AB = ความยาวจากแบร็งที่จุด A ถึงใบพัดที่จุด B (mm) ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

BD = ความยาวของโบลว์เวอร์ (mm) ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

DE = ความยาวของใบพัดที่จุด D ถึงแบร็งที่จุด E (mm) ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

EF = ความยาวจากแบร็งที่จุด E ถึงส้อมสายพานที่จุด F (mm) ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

X/2 = ความยาวของโบลว์เวอร์ หาร 2 ดังรูปที่ 3.8 (ก.) แรงในแนวตั้ง

(⊙+ ⊖-) หาแรงปฏิกิริยาที่เกิดจากแบร็ง ที่จุด A และ E ดังรูปที่ 3.8 (ก) แรงในแนวตั้ง
รวมโมเมนต์ที่จุด A จาก

$$\text{จาก } \sum MA = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

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

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

$$\text{จาก } \sum F_y = 0$$

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

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

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

เนื่องจากบนเพลา จะไม่คิดโมเมนต์ตัดตรงจุดปลาย ดังนั้น โมเมนต์ตัดที่เกิดขึ้นมี 2 จุด คือ โบลว์เวอร์ (W) และ แบร็งที่จุด E ดังนี้

1. โบลว์เวอร์ จะเกิด โมเมนต์ตัดตรงปลายโบลว์เวอร์ที่จุด B และ D จะได้ M_{BV} และ M_{DV} ดังรูป 3.8 (ข)

โมเมนต์ตัดในแนวตั้ง

2. แบร็งที่จุด E จะเกิด โมเมนต์ตัด M_{EV} ดังรูป 3.8 (ข) โมเมนต์ตัดในแนวตั้ง

$\odot + \ominus$ - โมเมนต์ตัดที่เกิดจากโบลว์เวอร์เป็นแบบแรงกระจายฉะนั้นคิด โมเมนต์ตัดที่จุดปลาย 2 จุดคือ M_{BV} และ M_{DV}

ดังนั้น

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

$$\begin{aligned} M_{BV} &= 1.548 \times 30 \\ &= 46.66 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

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

โมเมนต์ที่จุด E

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

$$\begin{aligned} M_{EV} &= 21.582 \times 120 \\ &= 2589.84 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงแนวระดับ

แรงที่ล้อยายพานในแนวระดับ 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 โมเมนต์ตัดในแนวระดับที่ E คือ

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

$$= 152.41 \times 120$$

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

จากการพิจารณารูปที่ ข และ ง จะเห็นว่าโมเมนต์ตัดสูงสุดอาจเกิดขึ้นที่

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

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

$$= 18471.65 \text{ Nmm}$$

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

โมเมนต์บิดเนื่องจากการส่งกำลังจากสายพาน คือ

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

จากตารางที่ 3.1 (ค่าต่อประกอบความถี่) เล็กเพลทหมุน (แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ)

$$CM = 1.5, Ct = 1.0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมมติให้เพลานี้มีร่องลึ้มเพื่อใช้ยึดสายพาน และพัคลมให้ติดกับเพลาดังนั้น ค่าความเค้นเฉือนใช้งานจะเท่ากับ

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

$$\begin{aligned} \text{จากสมการ (2.10), } d^3 &= \frac{16}{\pi \tau_D} [(C_t T)^2 + (C_m M_E)^2]^{\frac{1}{2}} \\ d^3 &= \frac{16}{\pi 41} [(1 \times 2090.4)^2 + (1.5 \times 18471.65)^2]^{\frac{1}{2}} \\ d^3 &= 3451.56 \\ d &= 15.112 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

จากตารางที่ 3.2 ให้เลือกใช้เพลาสีดำศูนย์กลาง 1 in

3.2.3 การออกแบบพัคลม

1. การหาน้ำหนักใบพัด

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรใบพัด} &= X \times Y \times Z \\ &= 0.073 \times 0.001 \times 0.32 \\ &= 2.336 \times 10^{-5} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

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

$$\text{ดังนั้น } m = \rho_s \times v$$

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

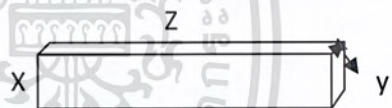
$$m = 0.1836 \text{ kg}$$

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

2. การหาน้ำหนักของโครงเหล็ก

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรโครงเหล็ก} &= X \times Y \times Z \quad \text{เมื่อ} \\ &= 0.083 \times 0.008 \times 0.635 \\ &= 4.216 \times 10^{-4} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$X = \text{ความกว้างของโครงเหล็ก (m)}$
 $Y = \text{ความหนาของโครงเหล็ก (m)}$
 $Z = \text{ความยาวของโครงเหล็ก (m)}$



$X = \text{ความกว้างของใบพัด (m)}$

$Y = \text{ความหนาของใบพัด (m)}$

$Z = \text{ความยาวของใบพัด (m)}$

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ดังนั้น $m = \rho_s \times v$

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

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

ดังนั้น โครงเหล็กทั้ง 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 [3]

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	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

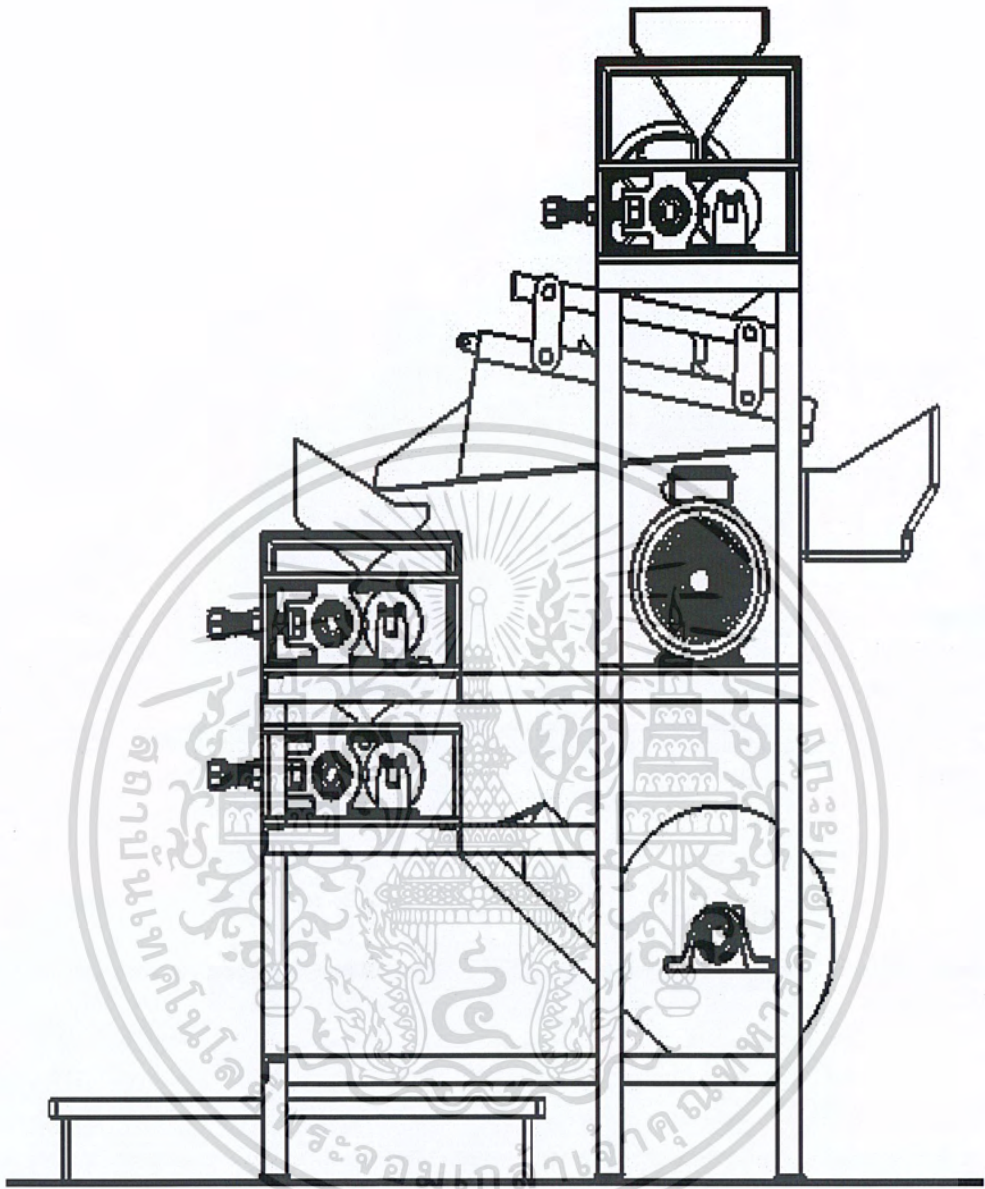
ตารางที่ 3.2 ค่าตัวประกอบความถี่ [3]

ชนิดของแรง	c_m	c_t
เพลาอยู่นิ่ง :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.0	1.0
แรงกระตุก	1.5-2.0	1.5-2.0
เพลาหมุน :		
แรงสม่ำเสมอหรือเพิ่มขึ้นช้าๆ	1.5	1.0
แรงกระตุกอย่างเบา	1.5-2.0	1.0-1.5
แรงกระตุกอย่างแรง	2.0-3.0	1.5-3.0

3.3 การออกแบบเครื่องกะเทาะเปลือกผล เปลือกเมล็ด ถัง รางเรียบตรง และโบลว์เวอร์

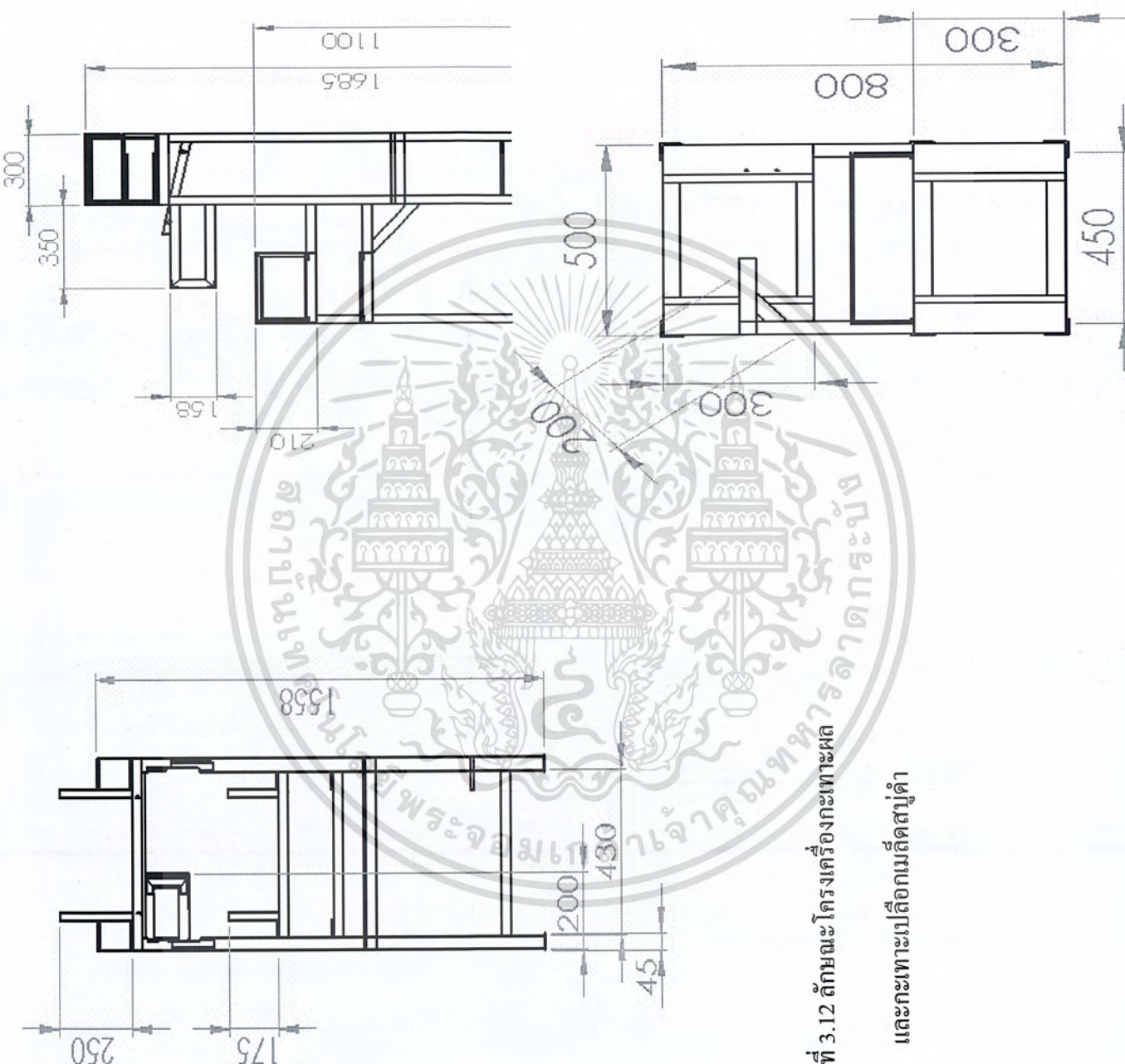
- 3.3.1 แบบชุดกะเทาะเปลือกผลสับดำ และเมล็ดสับดำที่ได้ออกแบบนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.9 และ
- 3.3.2 แบบโบลว์เวอร์ที่ได้ออกแบบนั้นแสดงไว้ในรูปที่ 3.10
- 3.3.3 แบบถังป้อน และถังบรรจุผลเมล็ดสับดำที่ได้ออกแบบนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.11 , 3.12 3.13 และ 3.14
- 3.3.4 แบบรางเรียบตรง
- 3.3.4 โครงเครื่องกะเทาะเปลือกผล และกะเทาะเปลือกเมล็ดสับดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.11 เครื่องกะเทาะเมล็ดสับดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



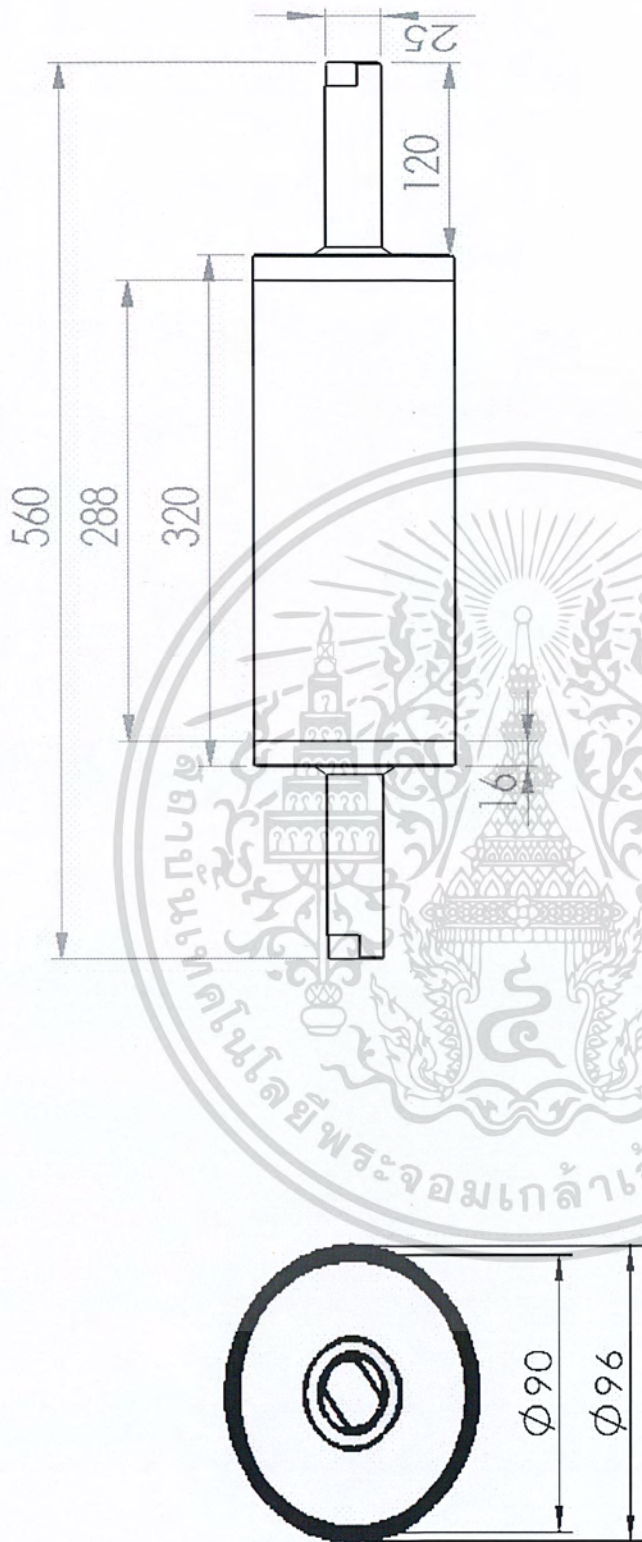
รูปที่ 3.12 ลักษณะโครงเครื่องกะทะผล
และกะทะเปิดกม็ดสบูดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



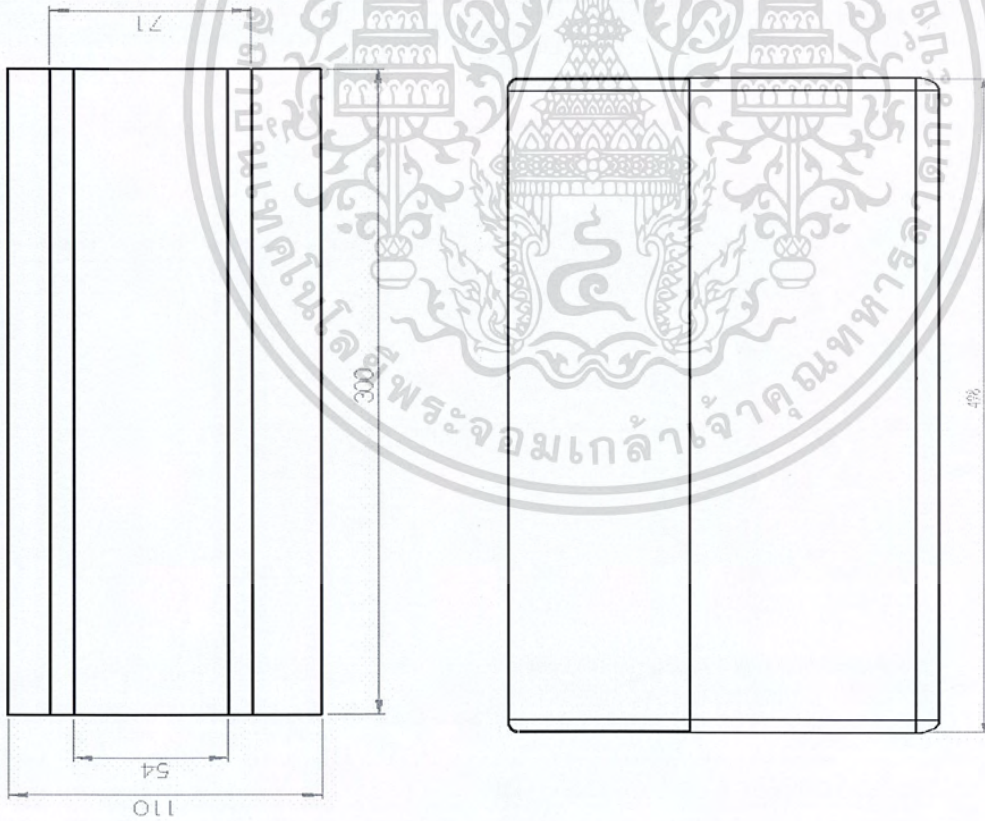
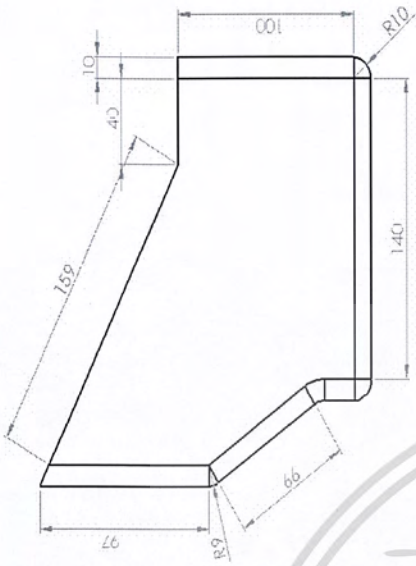
รูปที่ 3.13 ชุดโบว์เวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



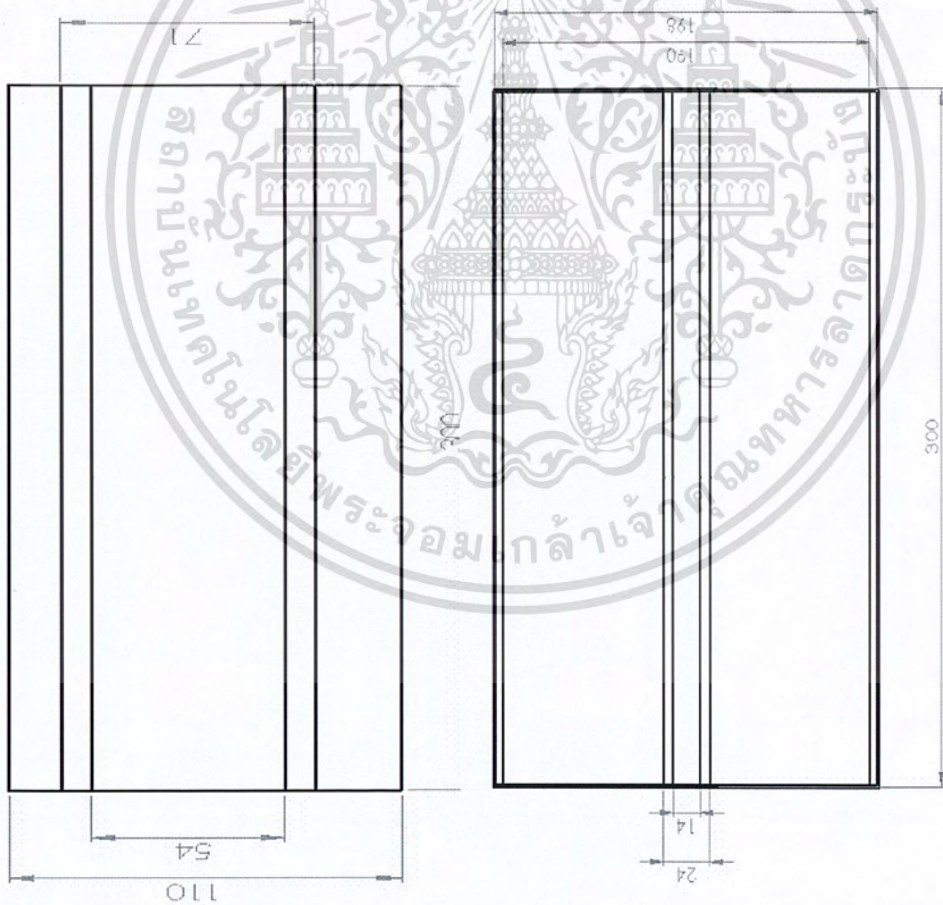
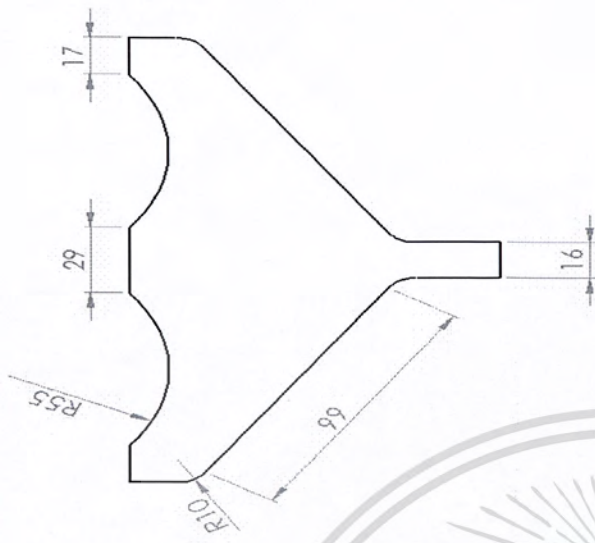
รูปที่ 3.14 ชุดกะเทาะเปลือกผล และเปลือกเมล็ดสับดู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



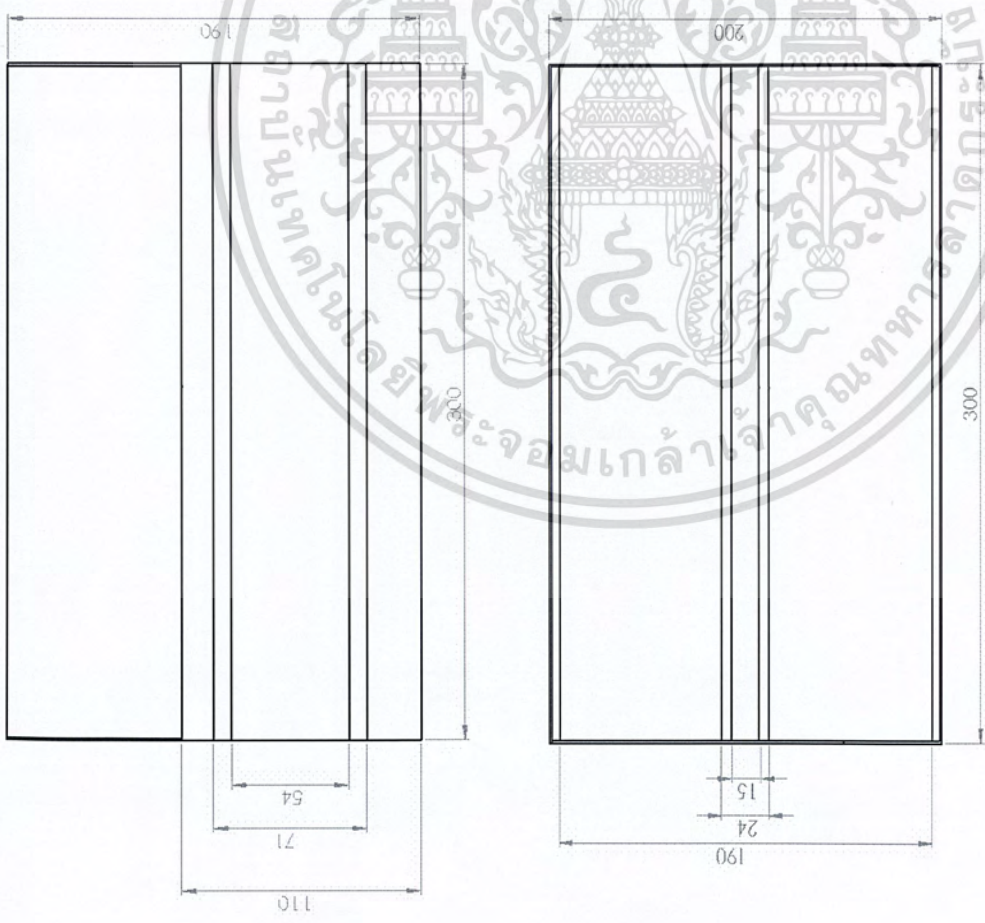
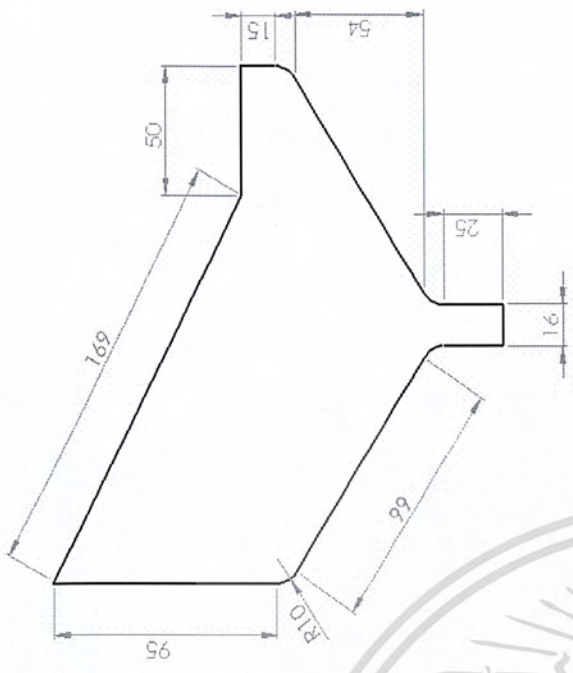
รูปที่ 3.15 ลักษณะดึงบรรจุเปลือกผลสบูดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



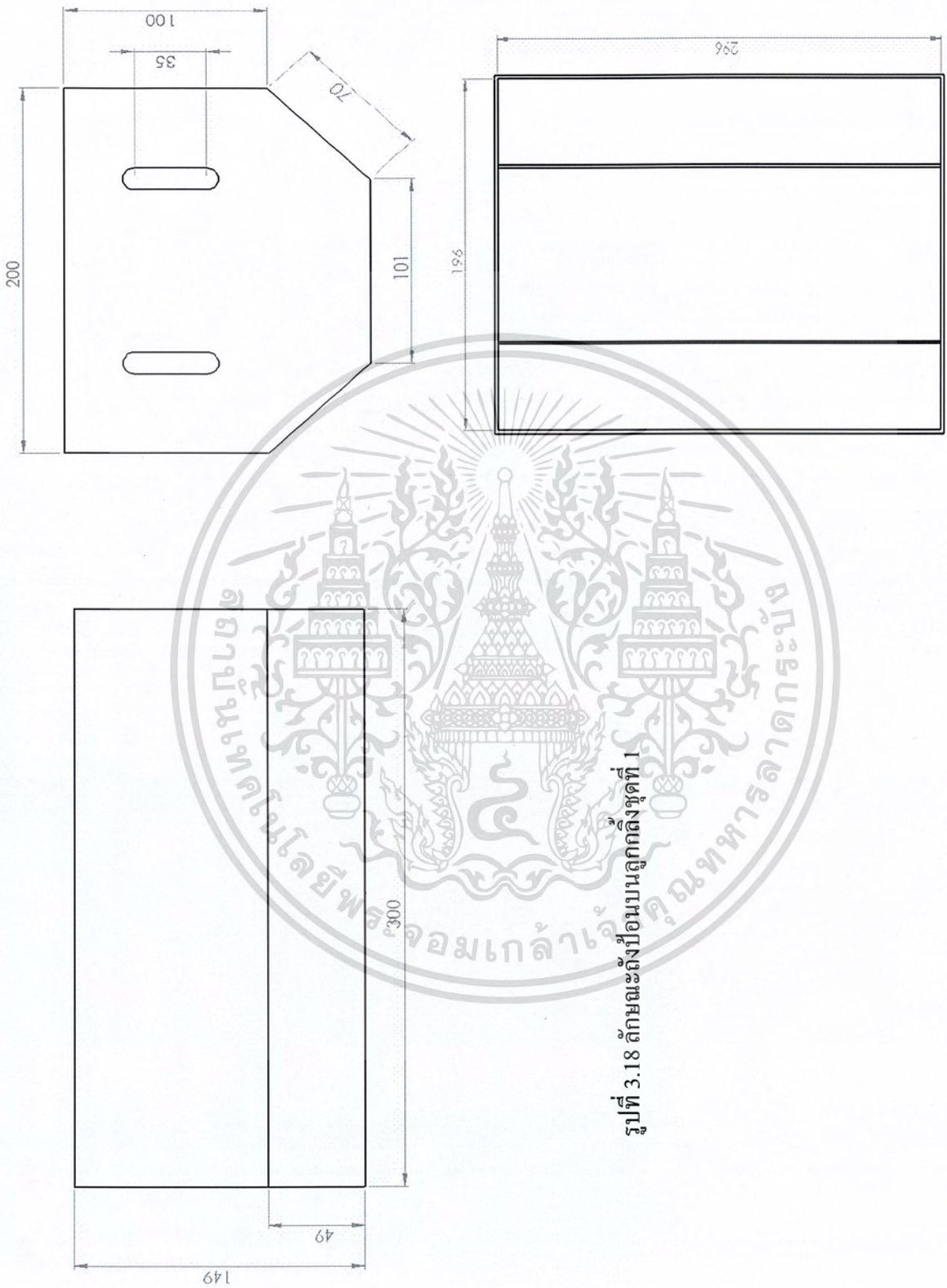
รูปที่ 3.16 ลักษณะถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



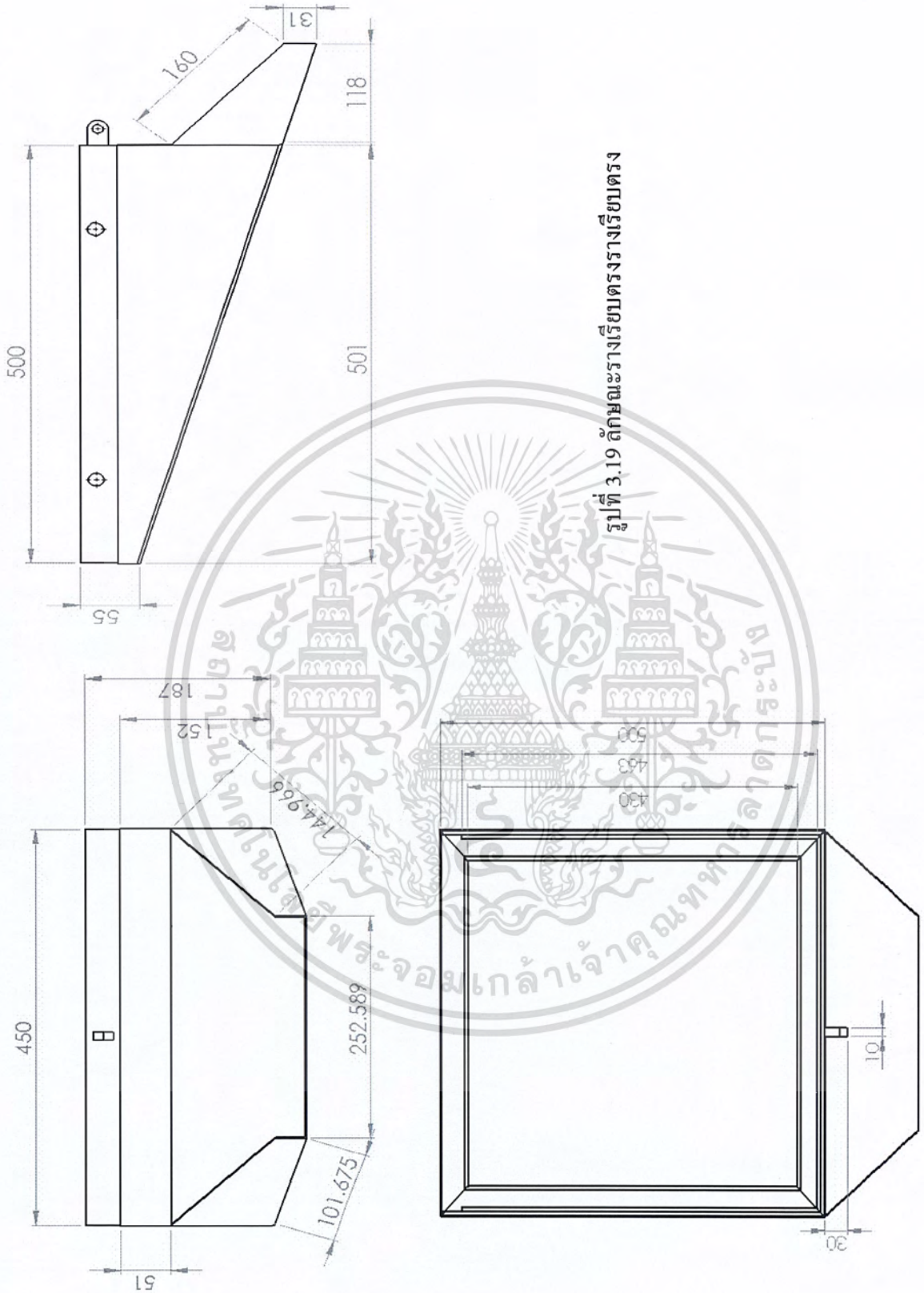
รูปที่ 3.17 ลักษณะถังป้อนบนลูกถ้วยชุดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ลักษณะถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

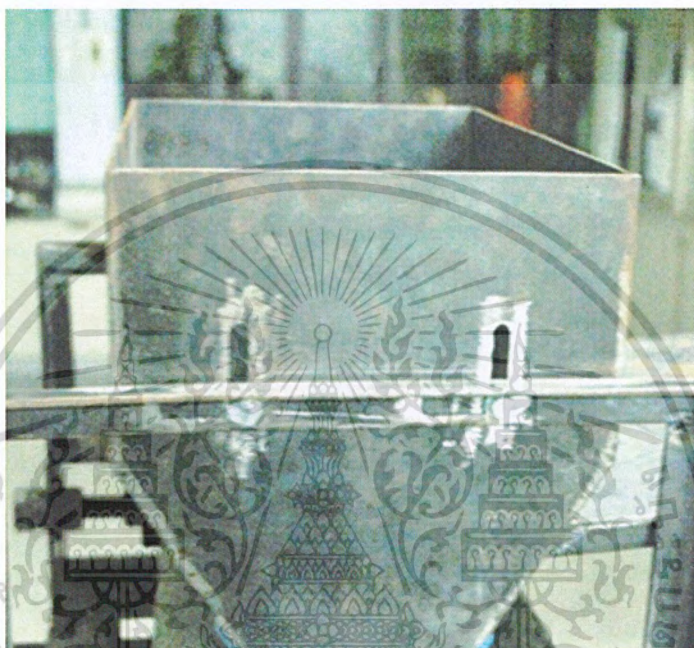


รูปที่ 3.19 ลักษณะรางเรียบตรงรางเรียบตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 ขั้นตอนการสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลเปลือกอินและเมล็ดในสบูดำ

3.4.1 ถังบรรจุเปลือกผลสบูดำ



รูปที่ 3.20 ถังป้อนบนลูกกลิ้งชุดที่ 1

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

1. แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด 30×19.2 cm

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ถังบรรจุเปลือกสบู่ดำที่ช่องทางออกเปลือกผล



รูปที่ 3.21 ถังบรรจุเปลือกผลสบู่ดำ

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

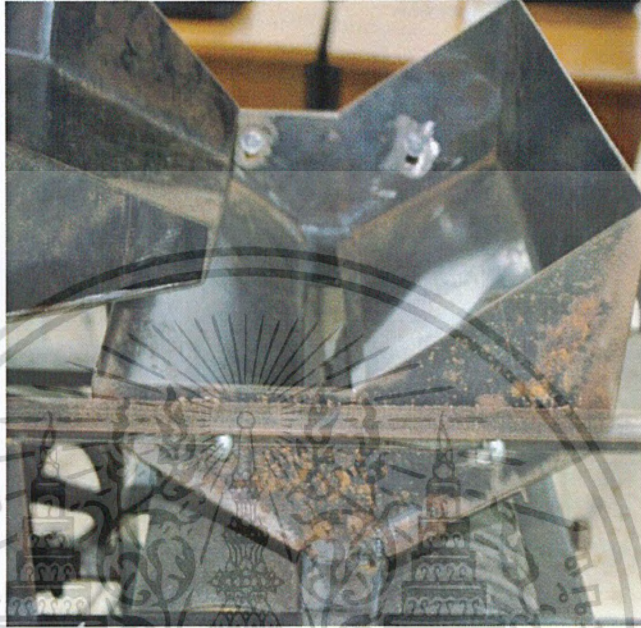
แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด 49.7×19 cm

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 ถังบรรจุเมล็ดในสบู่น้ำมันลูกกลิ้งชุดที่ 2



รูปที่ 3.22 ถังป้อนเมล็ดสบู่น้ำมันลูกกลิ้งชุดที่ 2

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด 30×17.3 cm

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ้ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

3.4.4 ถังบรรจุเมล็ดในสบู่น้ำมันลูกกลิ้งชุดที่ 3

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

แผ่นเหล็กหนา 1.2 mm ขนาด 30×17.3 cm²

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. นำขนาดต่างๆที่ได้จากการคำนวณถ่ายขนาดลงบนแผ่นเหล็ก
2. ตัดแผ่นเหล็กและพับตามรูปร่างที่ออกแบบ
3. ประกอบถังโดยการเชื่อม

3.4.5 ชุดลูกกลิ้งชุดที่ 1 , 2 , 3



รูปที่ 3.23 ลูกกลิ้ง

(1) วัสดุที่ใช้ในการสร้าง

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

(2) ขั้นตอนในการสร้าง

1. นำเหล็กตันมากลึงขอบให้มีลักษณะเหมือนฝาแล้วเจาะรูไว้สำหรับใส่เพล
2. จากนั้นนำมาประกอบเข้ากับเหล็กกลวงทั้งส่วนหัวและส่วนท้าย
3. นำยางชนิด NR 70 มาติดกลับลูกกลิ้งทั้งหมด 6 ลูก ติดด้วยความร้อน

3.4.6 โครงเครื่อง

(1) วัสดุที่ใช้ในสร้าง

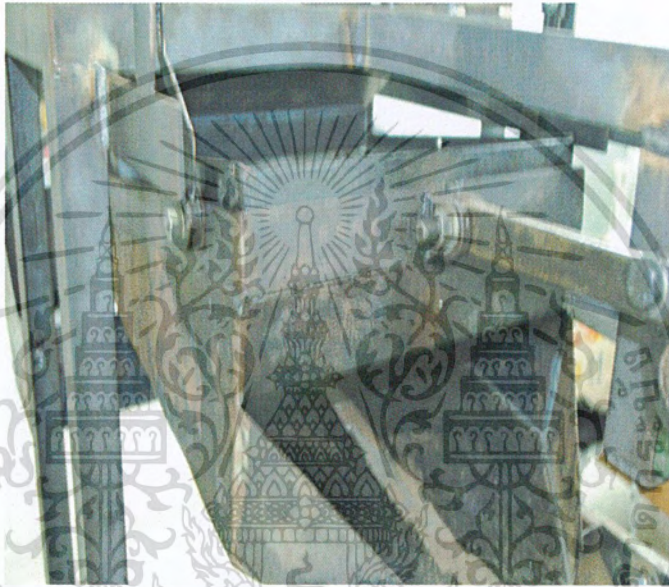
เหล็กฉากรูปตัว L ขนาด $140 \times 77 \text{ cm}^2$ หนา 3.05 mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ตัดเหล็กตามขนาดที่ได้ออกแบบไว้
2. ประกอบโครงตามแบบที่ได้ออกแบบไว้โดยการใช้การเชื่อมติด

3.4.7 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

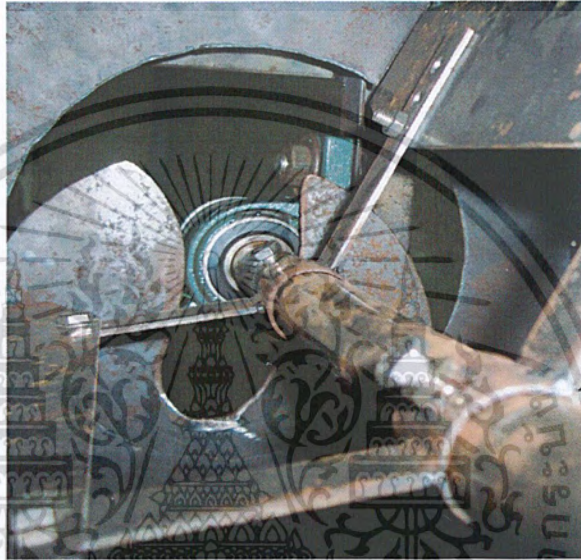
(2) ขั้นตอนการสร้าง

1. ยึดเหล็กเส้นที่เตรียมไว้เข้ากับโครงชุดกะเทาะเปลือกผลเพื่อเป็นโครงของรางโดยให้เอียงเท่ากับมุมเท่ากับ 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตัดเหล็กแผ่นที่เตรียมไว้ให้ได้ขนาด กว้าง×ยาว เท่ากับ 450× 619 mm จากนั้นนำมาพับขอบขึ้นและนำมาเจาะรูสำหรับสวมน็อตยึดกับ โครงงาน
3. ประกอบรางเข้ากับโครงงาน

3.4.8 ขั้นตอนการสร้างโบลว์เวอร์



รูปที่ 3.25 โบลว์เวอร์

(1) วัสดุอุปกรณ์

1. แผ่นเหล็กหนา 3 mm. ขนาด 120 × 240 cm²

(2) ขั้นตอนการสร้างโบลว์เวอร์

1. นำแผ่นเหล็กมาตัดเป็นใบ 3 ชั้น และนำแผ่นเหล็กตัดเป็นเส้นเพื่อใช้ติดใบพัดโบลว์เวอร์ 6 ชั้นตามขนาดที่กำหนด
2. นำเหล็กแผ่นม้วนเป็นโครงโบลว์เวอร์ 2 ชั้น
3. ทำปากของโบลว์เวอร์ตามขนาดที่กำหนด
4. นำใบมาติดที่แกนเพลลา เมื่อทำทุกส่วนเสร็จแล้วนำโครงโบลว์เวอร์ทั้ง 2 ชั้น มาเชื่อมติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ

4.1 การทดสอบก่อนสร้างเครื่อง

4.1.1 การทดสอบหาคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของเมล็ดสบู่ดำ

(1) วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของเมล็ดสบู่ดำที่นำมาทดสอบ

(2) วัสดุอุปกรณ์

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

(3) วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างเมล็ดสบู่ดำที่เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบจำนวนอย่างละ 30 เมล็ด เพื่อนำมาวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเชิงเรขาคณิต โดยการใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์
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 ของเมล็ดสบู่ดำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.1 GMD ของเมล็ดสบูดำ (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

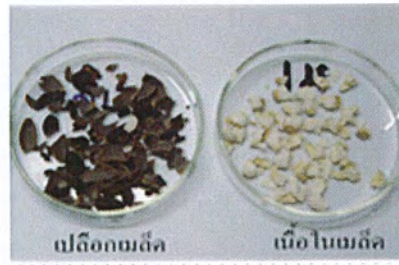
(1) วัสดุประสงค์

เพื่อคำนวณหาความชื้นของสบูดำที่นำมาทดสอบ

(2) วัสดุอุปกรณ์

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เปลือกเมล็ดใน และเนื้อในเมล็ด

(3) วิธีการทดสอบ

1. นำเมล็ดสับดูจำนวน 100 g มาแบ่งเป็น 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 20 g
2. นำถาดแก้วไปซั่งน้ำหนักบนทีกค่า แล้วนำไปอบในตู้อบความร้อน 15-30 นาที จากนั้นนำไปเข้าโถดูดความชื้นทิ้งไว้ 30 นาที
3. จากนั้นนำเมล็ดสับดูแต่ละตัวอย่างแยกเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดและเมล็ดใน เมื่อแยกเสร็จ เรียบร้อยแล้วนำตัวอย่างทั้งหมดมาใส่ถาดแก้ว ซั่งน้ำหนักบนทีกค่าแล้วนำเข้าตู้อบโดยอบที่อุณหภูมิ 130 ± 3 °C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง
4. เอาออกจากตู้อบนำไปใส่ โถดูดความชื้นจนเย็นทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
5. จากนั้นนำเปลือกหุ้มเมล็ด และเมล็ดในของแต่ละตัวอย่างไปซั่งน้ำหนักบนทีกผล
6. แล้วนำไปอบอีก 6 ชั่วโมง ทำตามข้อที่ 3,4,5 และนำค่าที่ได้จากการอบครั้งที่ 2 มาเปรียบเทียบกับการอบในครั้งแรกค่าที่ได้ควรไม่เกิน ± 0.004 g ถ้าเกินจะต้องนำไปอบอีก 6 ชั่วโมงไปเรื่อยจนกว่าค่าที่ได้จะไม่เกินค่าที่กำหนดแล้วบันทึก
7. นำค่าที่ได้ของแต่ละตัวอย่างมาหาค่าจากสูตรดังต่อไปนี้
 - 7.1 สัดส่วนเปลือกเมล็ดสับดูค่าสมการที่ 2.46 บันทึกผล
 - 7.2 สัดส่วนเมล็ดในสับดูค่าสมการที่ 2.47 บันทึกผล
 - 7.3 ความชื้นเมล็ดในสับดูค่าสมการที่ 2.48 บันทึกผล
 - 7.4 ความชื้นเปลือกเมล็ดสับดูค่าสมการที่ 2.49 บันทึกผล
 - 7.5 ความชื้นเมล็ดสับดูค่าสมการที่ 2.45 บันทึกผล
8. จากนั้นทำตารางผลการทดลองและสรุป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตามตารางที่ 4.2

ตาราง 4.2 การทดสอบความขึ้น

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	96.398	100.824	96.600	107.312	98.983	101.879	97.735	98.596	100.334	102.058
หลังอบครั้งที่ 1	95.521	100.158	95.720	106.582	98.130	101.206	96.848	97.896	99.404	101.351
หลังอบครั้งที่ 2	95.488	100.116	95.708	106.566	98.111	101.063	96.828	97.838	99.395	101.329
หลังอบครั้งที่ 3	95.530	100.091	95.708	106.515	98.131	101.124	96.843	97.804	99.399	101.239
หลังอบครั้งที่ 4	95.494	100.021	95.673	106.482	98.102	101.086	96.795	97.756	complete	101.211
หลังอบครั้งที่ 5	95.477	100.020	95.702	106.450	98.096	101.608	96.814	97.720	complete	101.164
หลังอบครั้งที่ 6	95.474	complete	95.676	106.432	98.084	101.021	96.797	97.693	complete	101.257
หลังอบครั้งที่ 7	complete	complete	95.692	106.181	98.081	100.909	96.709	97.689	complete	101.164
หลังอบครั้งที่ 8	complete	complete	95.690	106.147	complete	100.907	96.645	complete	complete	101.257
หลังอบครั้งที่ 9	complete	complete	complete	106.145	complete	complete	96.643	complete	complete	101.234

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.3 สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ดและสัดส่วนเมล็ดในสบู่อั่ว

	ตัวอย่างที่ 1		ตัวอย่างที่ 2		ตัวอย่างที่ 3		ตัวอย่างที่ 4		ตัวอย่างที่ 5		
	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	เปลือกหุ้มเมล็ด(๒)เมล็ดใน(๒)	
น้ำหนักถาด (๒)	88.629	88.327	87.882	94.039	90.121	89.881	87.602	87.369	88.952	89.672	
น้ำหนักเมล็ดเริ่มต้น(๒)	20.354		20.694		20.366		20.610		20.206		
ก่อนอบ	น้ำหนักถาด + วัสดุ(๒)	96.398	100.824	96.600	107.312	98.983	101.879	97.735	98.596	100.334	102.058
	น้ำหนักวัสดุ(๒)	7.769	12.497	8.718	13.273	8.862	11.998	10.133	11.227	11.382	12.386
สัดส่วนเปลือกหุ้มเมล็ด (%)	38.34	61.66	39.64	60.36	42.48	57.52	47.44	52.56	47.89	52.11	
และสัดส่วนเมล็ดใน (%)											

ตาราง 4.4 ความชื้นฐานเปียก และฐานแห้งเมล็ดสบู่อั่ว

ค่าความชื้น	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ดใน	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ดใน	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ดใน	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ดใน	ค่าเฉลี่ยของเปลือก	ค่าเฉลี่ยของเมล็ดใน
ความชื้นฐานเปียก (%)	10.30	7.61	1.34	1.02	-	-	-	-	-	-
ความชื้นฐานแห้ง (%)	11.50	8.25	1.65	1.19	-	-	-	-	-	-
ความชื้นฐานเปียกของเมล็ด (%)	-	-	-	-	-	-	9.17	0.97	-	-
ความชื้นฐานแห้งของเมล็ด (%)	-	-	-	-	-	-	10.13	1.18	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองสรุปได้ว่าค่าความชื้นของเมล็ดสับุดามีค่า 9.26 ± 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. กะละมัง 5 ใบ และถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกะเทาะ

(3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมผลสับุดำที่จะใช้ในการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 300 g 19 ถุง
2. ปรับความเร็วรอบและ ระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งตามตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสับุดำโดยการเทลงถังบรรจุให้มีอัตราการป้อน 300g ภายใน 35 วินาที หรือ 30.85 kg/hr อย่างสม่ำเสมอ
4. วัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้ 3 ค่า โดย ค่าเริ่มการทดลอง ค่าระยะห่างทดลองและ ค่าการทดลองเสร็จสิ้น ดูจากช่วงการจับเวลา และบันทึกผล
5. จับเวลาการกะเทาะ และ บันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่หลุดจากการกะเทาะ แบ่งเป็น 5 ชนิด ตามตารางบันทึกผลการทดลองและบันทึกค่า

7. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด

8. ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยทำทั้งหมด 19 ครั้งแต่แต่ละครั้งจะกำหนดระยะห่างลูกกลิ้ง และความถี่ดัง

ตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ผลการทดสอบ

ลำดับที่	ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	ความเร็วรอบ(rpm, Hz)	ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (kg/hr)	% เมล็ดเนื้อในสมบูรณ์	%เมล็ดเนื้อในแตก	พลังงาน (W)	ประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด (%)	การสูญเสียในการคัดแยก(%)
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(5) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าระยะลูกกิ้งที่ 7 mm เป็นระยะที่ดีที่สุด และมีประสิทธิภาพในการเกาะเกาะดีที่สุดเท่ากับ 96.13 ที่ความเร็วรอบ 806.89 rpm.

4.1.4 การทดสอบความเร็วลมจากเครื่อง Terminal Velocity

(1) วัตถุประสงค์

เพื่อวัดความเร็วลม และความเร็วที่ที่เหมาะสมที่สามารถแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกได้

(2) วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้

1. เครื่องวัด Terminal Velocity 1 เครื่อง
2. เครื่องปรับความถี่กระแสไฟฟ้า (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES , LTD.) จำนวน 1 เครื่อง
3. เปลือกเมล็ดสนับดำ และเมล็ดในสนับดำ
4. เวอร์เนียร์คาลิเปอร์แบบดิจิตอล 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 และเนื้อในเมล็ดสนับดำวางตรงช่องเป่าลมของเครื่อง Terminal Velocity
2. เปิดเครื่อง Terminal Velocity และปรับค่าความเร็วตามตาราง 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 ซึ่งทำให้ทราบว่าเปลือกกับเมล็ดในของสนับดำ 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	5.3334
2	เปลือก	16.950		0.024	11.000	6.519
			3.630	0.002	11.000	6.519
2	เปลือก	15.950		0.052	9.000	5.333
			5.450	0.004	9.000	5.333
3	เปลือก	17.070		0.076	10.000	5.926
			5.930	0.008	10.000	5.926
4	เปลือก	18.500		0.079	10.000	5.926
			3.860	0.003	10.000	5.926
5	เปลือก	15.240		0.047	9.000	5.333
			3.990	0.002	9.000	5.333
6	เปลือก	17.860		0.061	9.000	5.333
			6.530	0.006	9.000	5.333
7	เปลือก	17.070		0.070	10.000	5.926
			4.900	0.004	10.000	5.926
8	เปลือก	17.170		0.098	9.000	5.333
			5.200	0.007	9.000	5.333
9	เปลือก	17.940		0.100	11.000	6.519
			5.240	0.007	11.000	6.519
10	เปลือก	16.800		0.048	10.000	5.926
			4.140	0.006	10.000	5.926
	ค่าเฉลี่ย	17.055	4.887	0.035	9.800	5.807
	ค่าเบี่ยงเบน	3.40	0.92	0.03	0.77	0.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.7 การทดสอบความเร็วลมของเม็ล็ด

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบหลังการสร้างเครื่อง

4.2.1 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพเบื้องต้นของผลสบูดำ และเมล็ดสบูดำ

(1) วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยเชิงเรขาคณิตของสบูดำที่นำมาทดสอบ

(2) วัสดุอุปกรณ์

1. ผลสบูดำจำนวน 100 ผล และเมล็ดสบูดำจำนวน 30 เมล็ด
2. เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล (MITUTOYO ความละเอียด 0.01 mm ยาว 8 นิ้ว) 1 อัน



รูปที่ 4.3 ผลสบูดำ

(3) วิธีการทดลอง

1. เก็บตัวอย่างผลสบูดำ 100 ผล และเมล็ดสบูดำขนาดใหญ่มากับขนาดเล็กอย่างละ 10 เมล็ด เตรียมไว้ใช้ในการทดสอบ เพื่อนำมาวัดค่าเส้นผ่าศูนย์กลางเชิงเรขาคณิตโดยการใช้เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์
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 ของผลสบูดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ของผลสุบู่คำ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ของผลสบูดำ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 ของผลสุญุดำ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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
ค่าเฉลี่ย	23.48	20.05	18.94	20.67
ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน (SD)	2.16	1.21	3.42	1.54

ตารางที่ 4.9 GMD ของเมล็ดสบูดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะผลสนุ่นดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบใช้งานที่ดีที่สุดของลูกกลิ้ง ชุดกะเทาะเปลือกผล
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ดีที่สุด

(2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. ผลสับุด้าจำนวน 8 ถุง ถุงละ 300 g
2. เครื่องกะเทาะผลสับุด้า
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. เตรียมผลสับุด้าที่จะใช้ในการทดสอบ โดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 300 g 19 ถุง
2. ปรับระยะห่างลูกกลิ้ง และความเร็วรอบตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.10
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสับุด้าโดยการเทลงถึงบรรจุให้มีอัตราการป้อน 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. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่หลุดจากการกะเทาะแบ่งเป็น 6 ชนิด ตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.10 และบันทึกค่า
7. นำไปคำนวณหาความสามารถในการกะเทาะเมล็ดและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

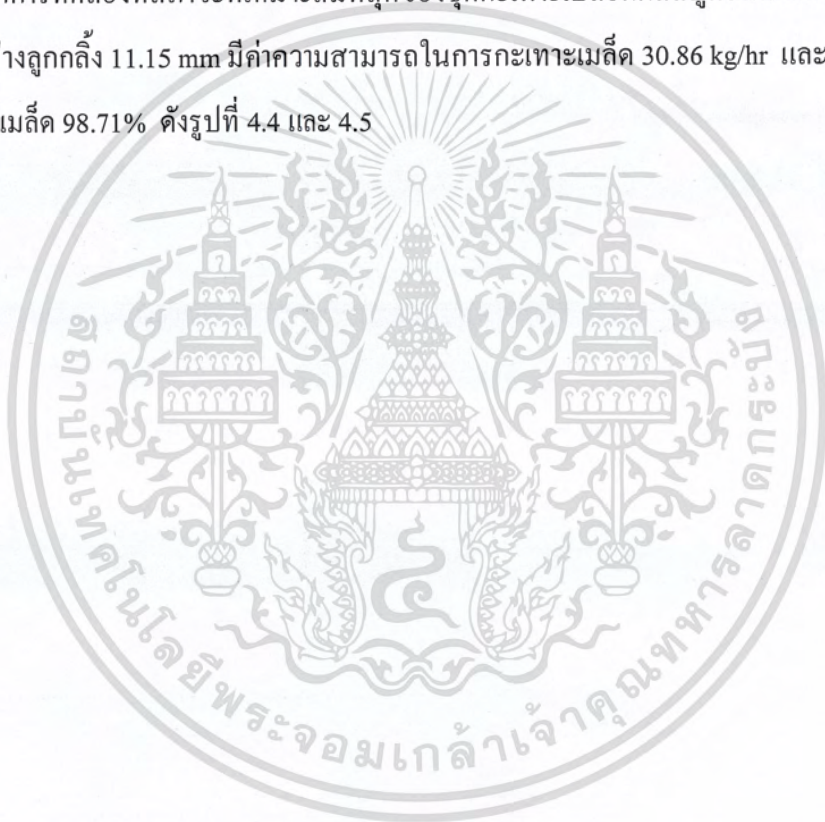
8. ทำซ้ำข้อ 2-7 โดยทำทั้งหมด 8 ครั้ง แต่แต่ละครั้งจะกำหนดความเร็วรอบดังตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบแสดงในตาราง 4.10 , 4.11 และ 4.12 ดังรูปที่ 4.4 และ 4.5

(5) สรุปผลการทดสอบ

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 4.10 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสบูดำ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

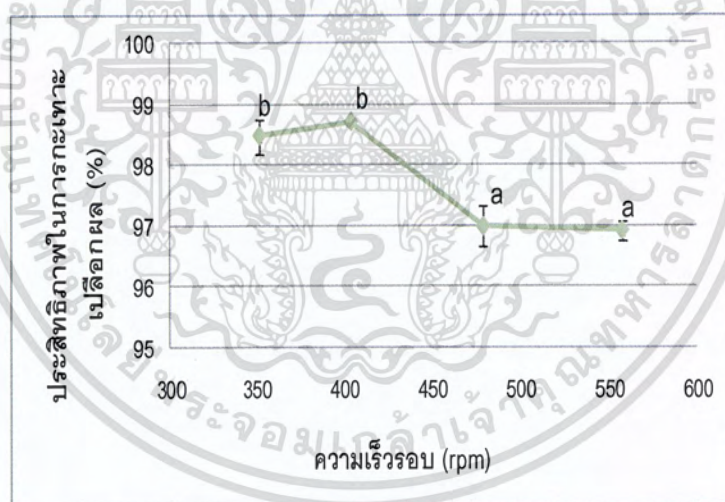
ตารางที่ 4.11 ค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และความสามารถในการกะเทาะผล ที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะชุดกะเทาะผลสบู่อำ

	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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการกะเทาะผล และค่าเฉลี่ยความสามารถในการกะเทาะผล

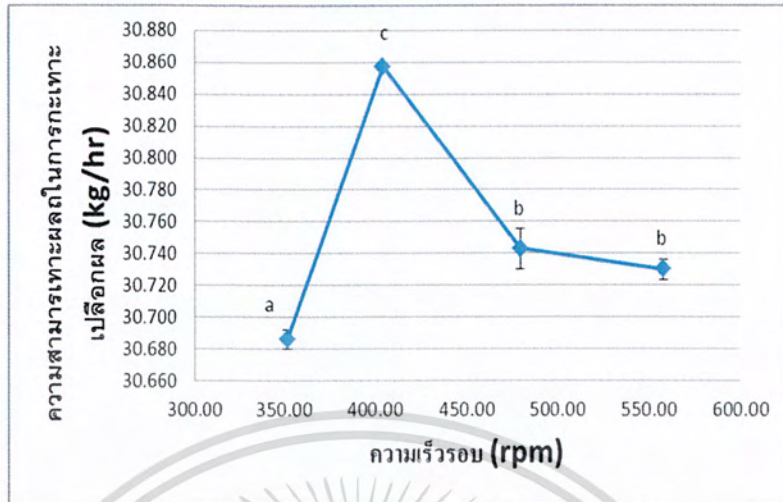
	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	352	404	479
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15			
ความสามารถในการกะเทาะเปลือก ผล (kg/hr)	31	31	31	31
ประสิทธิภาพการกะเทาะเปลือกผล (%)	98 ± 0.28	99 ± 0.04	97 ± 0.33	97 ± 0.41
กำลังไฟฟ้า (W)	896 ± 10.61	969 ± 1.52	921 ± 18.22	896 ± 7.59



รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกผล

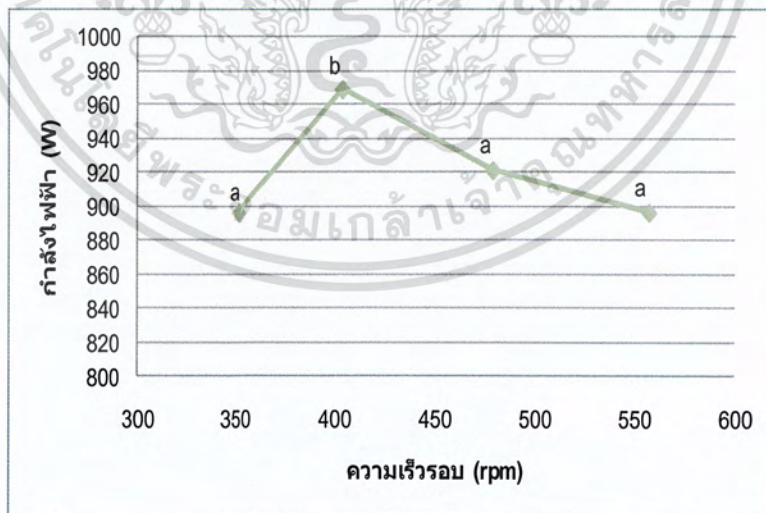
จากรูป 4.4 พบว่าที่ 404 rpm มีค่าประสิทธิภาพการกะเทาะสูงที่สุด และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพการกะเทาะ ที่ความเร็วรอบ 351.8 และ 404 rpm ไม่แตกต่างกัน และที่ความเร็วรอบ 479.3 และ 557.8 rpm ไม่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.6 พบว่าที่ความเร็วรอบ 404 rpm มีกำลังไฟฟ้าในการกะเทาะเปลือกผลสูงสุดและลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้นแต่อย่างไรก็ดี จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าในการกะเทาะเปลือกผลที่ความเร็วรอบ 479 และ 552 rpm ไม่แตกต่างกัน และที่ความเร็วรอบ 352 และ 404 rpm แตกต่างกัน

4.2.3 การทดสอบสมรรถนะตะแกรงคัดแยก

(1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาความเร็วรอบเพลาค้อนเหวี่ยงของตะแกรงที่เหมาะสมกับการใช้งานของชุดตะแกรง

(2) วัสดุและอุปกรณ์

1. สับุดำจำนวน 300 g จำนวน 8 ชุด
2. เครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสับุดำ
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. ถูพลาสติกเก็บข้อมูล

(3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมผลสับุดำที่ใช้ในการทดสอบโดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 300 g
2. ปรับตั้งค่าความเร็วรอบของชุดลูกเบี้ยวเขย่าวตะแกรงโดยปรับไปที่ 92.3 , 101.4 , 131.2 , 156.5 , 180.2 rpm ตามลำดับ
3. ทดสอบชุดคัดแยกเมล็ดสับุดำโดยการทดลองถึงบรรลุให้มีอัตราการป้อนสม่ำเสมอ
5. ชั่งน้ำหนักเมล็ดดี , น้ำหนักเปลือกผล ที่ช่องทางออกเมล็ด บันทึกลงผล
6. ชั่งน้ำหนักเปลือกผล , น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกะเทาะ , น้ำหนักผลที่กะเทาะไม่สมบูรณ์ , น้ำหนักเมล็ดดีที่ช่องทางออกเปลือกผล บันทึกลงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ชั่งน้ำหนักเปลือกผลที่ติดบนตะแกรง, เมล็ดที่ค้างบนตะแกรง บันทึกผล

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



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จากาททดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกผลสับดูต้าและเมล็ดสับดูต้าด้วยตะแกรง

	ครั้งที่ 1					ครั้งที่ 2						
	101	131	157	180	101	131	157	180	101	131	157	180
ความเร็วรอบที่ตะแกรง (rpm)	101	131	157	180	101	131	157	180	101	131	157	180
เวลาที่ใช้ในการกระเทาะ (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
น้ำหนักผลสับดูต้าที่ป้อนเข้าเครื่อง (g)	300.00	300.01	300.01	300.00	142.02	300.01	300.04	300.01	142.02	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
น้ำหนักเปลือกผล (g)	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15
น้ำหนักเมล็ดที่ติดผล (g)	3.76	1.62	3.59	5.34	1.82	0.18	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
น้ำหนักผลที่ไม่ได้รับการกระเทาะ (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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

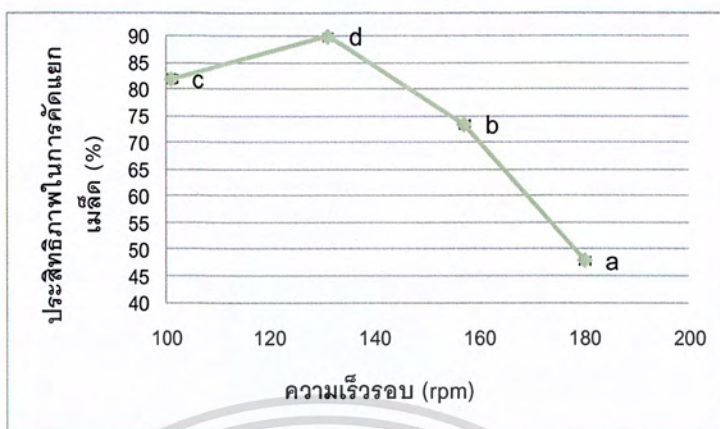
ตารางที่ 4.14 ค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผลและเมล็ดสับูดำด้วยตะแกรง

	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 และเมล็ดสับูดำด้วยตะแกรง

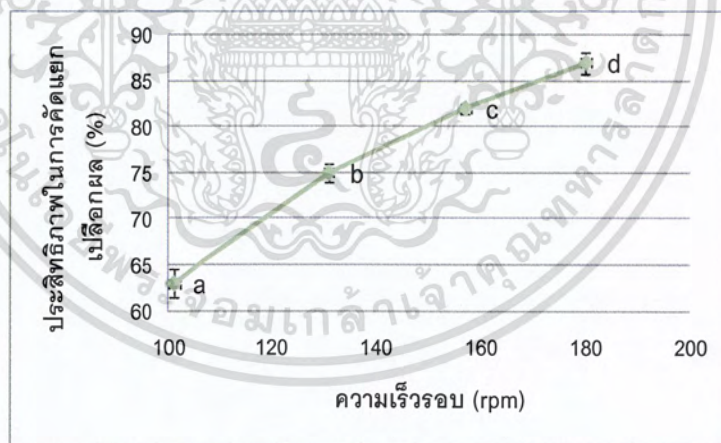
	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	101	131	157
ระยะห่างลูกกลิ้ง (mm)	11.15			
ประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดจากตะแกรง (%)	82 ± 2.83	90 ± 0.00	74 ± 0.71	48 ± 0.00
ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกผลจากตะแกรง (%)	63 ± 4.95	75 ± 1.41	82 ± 0.00	87 ± 1.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด

จากรูป 4.7 พบว่าที่ 131 rpm มีค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 90% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพการคัดแยกเมล็ด ที่ความเร็วรอบต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล

จากรูป 4.8 พบว่าที่ 180 rpm มีค่าประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกผลสูงที่สุดเท่ากับ 88% และลดลงเมื่อความเร็วรอบลดลง แต่เลือกใช้ที่ 131 rpm เพราะให้ประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่อย่างไรจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเปลือกผล ที่ความเร็วรอบต่างๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2.4 การทดสอบสมรรถนะการกะเทาะของชุดกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

(1) วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบหาความเร็วรอบใช้งานที่ดีที่สุดของลูกกลิ้งกะเทาะเมล็ด ชั้นบนและชั้นล่าง
2. เพื่อทดสอบหาระยะห่างระหว่างลูกกลิ้งที่ดีที่สุด

(2) วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

1. เมล็ดสับดูดำจำนวน 8 ถุง ถุงละ 140 g
2. เครื่องกะเทาะเมล็ดสับดูดำ
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. เตรียมเมล็ดสับดูดำที่จะใช้ในการทดสอบ โดยชั่งน้ำหนักเฉลี่ยที่ 140 g 8 ถุง
2. ปรับความเร็วรอบลูกกลิ้งตามตารางบันทึกผลการทดลอง
3. ทดสอบชุดกะเทาะเมล็ดสับดูดำโดยการเทลงถังบรรจุให้มีอัตราการป้อน 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชั่งน้ำหนักเมล็ดที่หลุดจากการกะเทาะ แบ่งเป็น 5 ชนิด 1) น้ำหนักเนื้อในสมบรูณ์ 2) น้ำหนักเปลือกหุ้มเมล็ด 3) น้ำหนักเนื้อในไม่สมบรูณ์ 4) น้ำหนักเมล็ดแตกไม่สมบรูณ์ 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

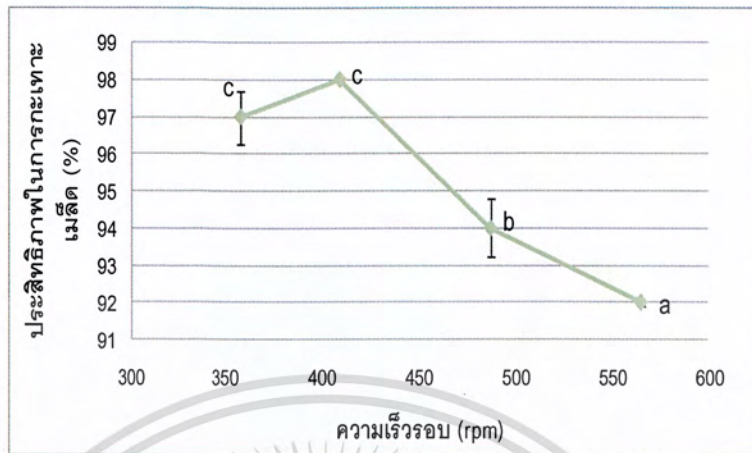
ตารางที่ 4.17 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสับดูดำ

	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

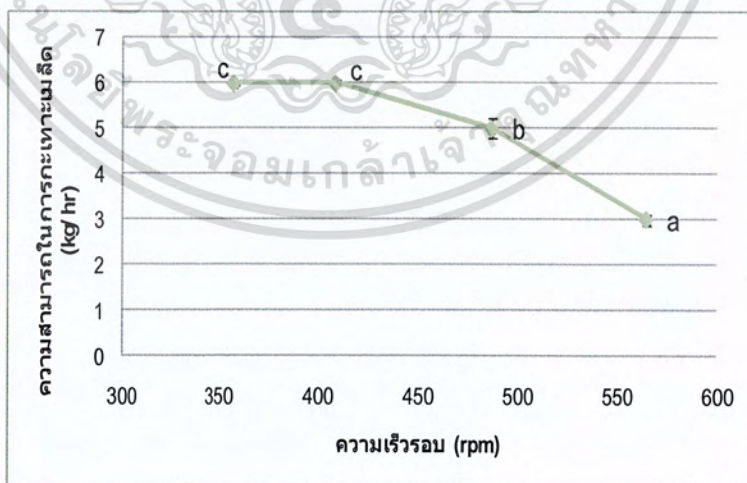
	ค่าเฉลี่ย			
	ความเร็วรอบลูกกลิ้ง (rpm)	358	409	487
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 1 (mm)	5.8			
ระยะห่างลูกกลิ้งที่ 2 (mm)	4.8			
ความสามารถในการกะเทาะเมล็ด (kg/hr)	6 ± 0.05	6 ± 0.06	5 ± 0.23	3 ± 0.12
ประสิทธิภาพการกะเทาะเมล็ด (%)	97 ± 0.70	98 ± 0.06	94 ± 0.78	92 ± 0.11
กำลังไฟฟ้า (W)	896 ± 10.63	969 ± 1.52	921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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการกะเทาะเมล็ดสนุ่ดำ

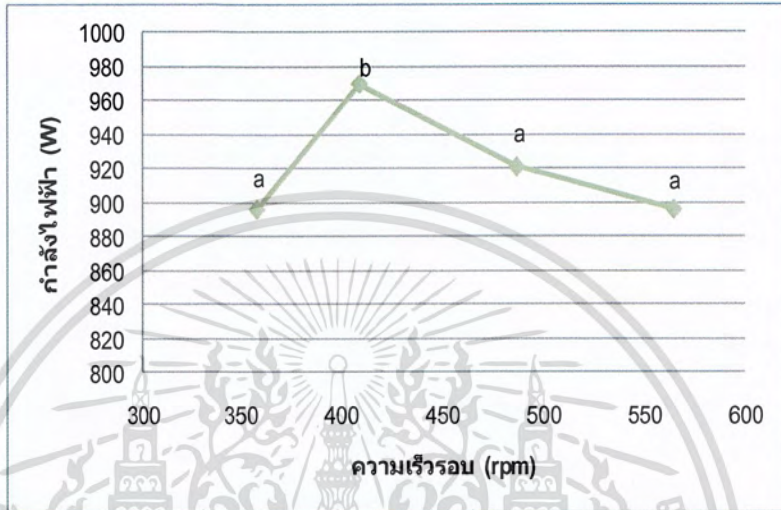
จากรูป 4.9 พบว่าที่ 409 rpm มีค่าประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 97.97% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าประสิทธิภาพในการกะเทาะเปลือกเมล็ด ที่ความเร็วรอบ 358 และ 409 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสนุ่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.10 พบว่าที่ 409 rpm มีค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ดสูงที่สุดเท่ากับ 5.91 kg/hr และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าความสามารถในการกะเทาะเมล็ดที่ความเร็วรอบ 358 และ 409 rpm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการกะเทาะเมล็ดสบู่ดำ

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. เมล็ดในสบู่ดำ และเปลือกเมล็ดสบู่ดำ อย่างละ 200 g. 8 ถู
3. โบลว์เวอร์เครื่องกะเทาะผล และเปลือกผลเมล็ดสบู่ดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. กะละมัง 4 ใบ
11. ถุงพลาสติก ไว้สำหรับแยกใส่เมล็ดที่ได้รับการกระเทาะ

(3) ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมเครื่อง Hot Wire Anemometer แล้วทำการแบ่งช่วงตรงปากของโบว์เวอร์ เป็น 5 ช่วง จากนั้นนำเครื่อง Hot Wire Anemometer มาทำการวัด โดยที่ตัววัดจะต้องตั้งฉากกับทางลม แล้ววัดที่ความเร็วรอบต่างๆ ได้แก่ 612.40 , 651.10 . 717.70 และ 794.10 แล้วบันทึกผลการทดลอง
2. เตรียมเมล็ดในสนุ่นดำ และเปลือกเมล็ดที่ได้จากจะนำมาทำการทดสอบ จำนวน 100 g 8 ถุง จากนั้นนำเปลือกกับเมล็ดรวมกันจะได้ทั้งหมด 4 ตัวอย่าง
3. ปรับความเร็วรอบของโบว์เวอร์ตามตารางบันทึกผลการทดลอง
4. ทดสอบชุดแยกเมล็ดในออกจากเปลือกด้วยโบว์เวอร์ โดยการทดลองถึงบรรลุให้มีอัตราการป้อน 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ทำซ้ำข้อ 2-8 โดยทำทั้งหมด 8 ครั้ง แต่แต่ละครั้งจะกำหนดความเร็วรอบดังตารางบันทึกผลการทดลอง

(4) ผลการทดสอบ

ผลการทดสอบตามตาราง 4.19 4.20 และ 4.21 ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11

(5) สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าการใช้โบลเวอร์เป่าเพื่อคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อในใช้ความเร็วรอบโบลเวอร์ที่เหมาะสมที่สุดคือ 651.1 rpm ความเร็วลม 1.8 m/s ได้ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดเนื้อในสูงสุดคือ 84.708 % และค่าความสามารถในการคัดแยก 8.199 kg/hr ดังรูปที่ 4.10 และ 4.11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลต่างๆ ที่ได้จาก การทดสอบสมรรถนะชุดคัดแยกเปลือกเมล็ดและเนื้อในเมล็ดด้วยโบลเวอร์

	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10	794.10
ความเร็วรอบโบลเวอร์ (rpm)	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10	794.10
เวลาที่ใช้ในการกระเทาะ (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) นำหนักเนื้อในสมบูรณ์ที่ป้อน (g)	2.73	1.32	1.97	0.55	2.09	0.86	2.04	0.35
(4) นำหนักเมล็ดแตกไม่สมบูรณ์ที่ป้อน (g)	0.67	0.02	1.12	1.92	-	0.03	1.51	2.27
(5) นำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกระเทาะที่ป้อน (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.เมล็ดในที่ได้ (g)	68.83	70.11	58.46	40.64	68.93	65.57	55.66	31.58
เมล็ดในสมบูรณ์ (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
นำหนักเมล็ดที่ไม่ได้รับการกระเทาะที่ช่องทางออกเนื้อใน (g)	3.66	2.94	6.59	5.05	5.72	3.06	7.28	4.58
น.น.เมล็ดกระเทาะไม่สมบูรณ์ที่ช่องทางออกเมล็ด (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 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ค่าประสิทธิภาพ และความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน

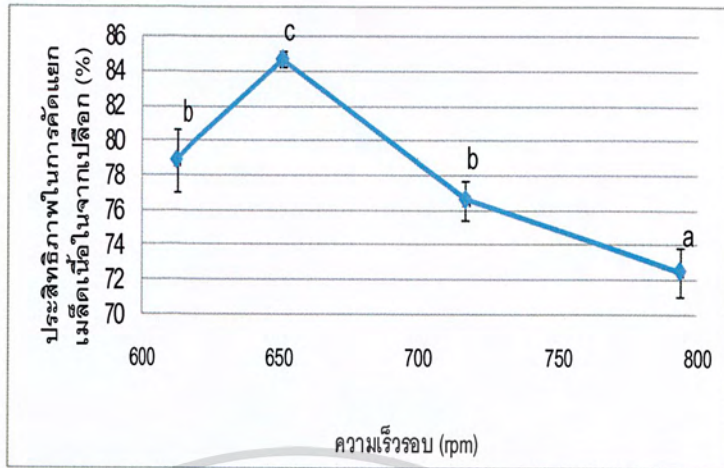
	ครั้งที่ 1				ครั้งที่ 2			
ความเร็วรอบโบลร์ เวอร์ (rpm)	612.40	651.10	717.10	794.10	612.40	651.10	717.10	794.10
ประสิทธิภาพในการ แยกเนื้อในเมล็ดออก จากเปลือก (%)	80.13	84.41	77.41	73.50	77.61	85.01	75.84	71.50
ความสามารถในการ แยกเนื้อในเมล็ดออก จากเปลือก (kg/hr)	7.99	8.40	6.81	4.73	7.67	8.00	6.54	4.39
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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ และค่าเฉลี่ยความสามารถในการตัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ด
เนื้อใน

	ค่าเฉลี่ย			
ความเร็วรอบโบลเวอร์ (rpm)	612	651	717	794
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

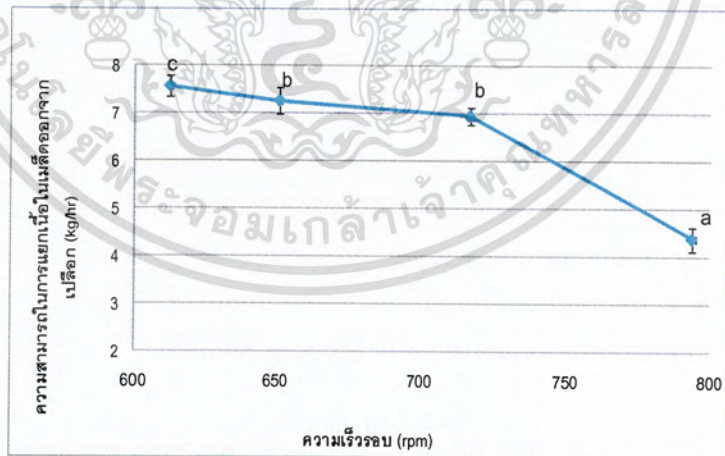
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ด

เมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

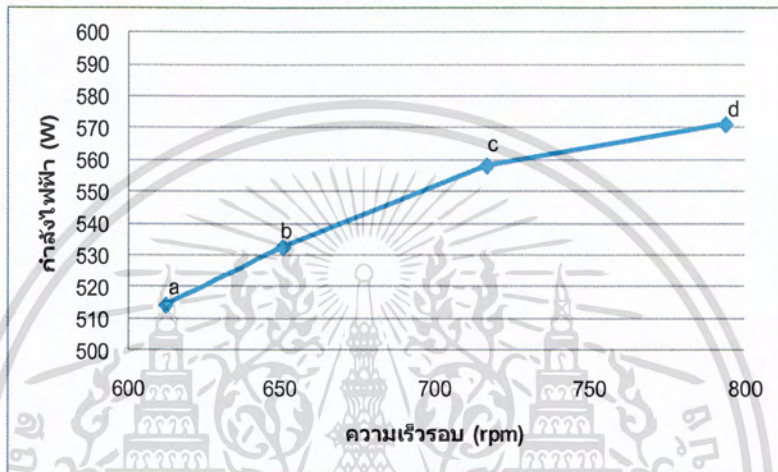
จากรูป 4.12 พบว่าที่ 651.1 rpm มีค่าประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกสูงที่สุดเท่ากับ 85.01% และลดลงเมื่อความเร็วรอบสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ประสิทธิภาพในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกที่ 612.4 และ 717.1 rpm ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและความสามารถในการคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลังไฟฟ้าในคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเนื้อในเมล็ด

จากรูป 4.14 พบว่าที่ 794 rpm มีค่ากำลังไฟฟ้าในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกสูงที่สุด และลดลงเมื่อความเร็วรอบลดลง แต่อย่างไรก็ดีจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าในการคัดแยกเมล็ดเนื้อในออกจากเปลือกที่ความเร็วรอบ 612 , 651 , 717 และ 794 rpm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง และวิจารณ์

5.1 สรุปผลการทดลองและวิจารณ์

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% นั้นเป็นประสิทธิภาพที่ค่อนข้างสูงมากสรุปเลยได้ว่าในการพัฒนาและปรับปรุงชุดกะเทาะเปลือกผลสับดูดำนี้ได้วิเคราะห์ปัญหาที่มาถูกทาง คือ อาศัยหลักการใช้ลูกกลิ้งบีบอัดบิดเข้าไป ทำให้เปลือกของผลสับดูดำฉีกแยกออกจนเมล็ดหลุดออกมาจากเปลือกผลได้ซึ่งจะใช้วิธีลือกลูกกลิ้งไว้หนึ่งตัวไม่ให้หมุนส่วนอีกหนึ่งตัวให้หมุนตามปกติซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลูกกลิ้งตัวที่หมุนพาผลสับดูดำไปกดอัดและเกิดการบิดตัวของผลสับดูดำกับลูกกลิ้งที่ถูกล็อกไม่ให้หมุนทำให้เมล็ดสับดูดำหลุดออกจากผล 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 และจากการทดสอบเมล็ดที่ได้มีเมล็ดเนื้อในที่แตกค่อนข้างมากกว่าเมล็ดเนื้อในที่สมบูรณ์แต่ถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากจะต้องการเมล็ดเนื้อในที่มีสมบูรณ์ก็จะต้องปรับระยะห่างลูกกลิ้งให้กว้างขึ้นแต่ก็จะทำให้ประสิทธิภาพลดน้อยลง

5.1.4 ชุดคัดแยกเนื้อในเมล็ดสับดู้ออกจากเปลือก

จากผลการทดลองพบว่าการใช้โบลว์เวอร์เป่าเพื่อคัดแยกเปลือกเมล็ดออกจากเมล็ดเนื้อในสามารถแยกเปลือกออกจากเมล็ดได้ค่อนข้างดีค่อนข้างดี คือที่ความเร็วรอบ 651.1 rpm จะได้ประสิทธิภาพการคัดแยกเปลือกออกจากเมล็ดเนื้อในสูงสุดคือ 84.71 % และค่าความสามารถในการคัดแยก 8.20 kg/hr แต่ถ้าต้องการให้มีประสิทธิภาพที่ดีกว่านี้ควรทำให้ปากของโบลว์เวอร์มีขนาดเล็กลงและยาวขึ้นกว่าเดิมเพื่อที่จะสามารถส่งลมได้ใกล้กับช่องทางออกของเมล็ดใน เพื่อประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ชุดกะเทาะผลสับดู้อ

(1) เนื่องจากขนาดของผลแต่ละครั้งไม่เหมือนกันสิ่งที่ควรปรับแก้คือความเร็วรอบ และระยะห่างลูกกลิ้ง

(2) ในการป้อนแต่ละครั้งอัตราการป้อนไม่ค่อยแน่นอน เนื่องจากใช้คนในการป้อนค่าอาจคลาดเคลื่อน

ดังนั้นควรเพิ่มในเรื่องอัตราการป้อนเข้า

5.2.2. ชุดคัดแยกสับดู้อออกจากเปลือกด้วยตะแกรง

เนื่องจากตะแกรงมีลักษณะสั้นทำให้ทำให้ตอนเวลาสั้นตะแกรงเมล็ดจะหล่นลงมาตรงช่องทางออกของเปลือกผล หรือควรติดยางตรงตะแกรงเพื่อดักเมล็ดที่จะหล่นลงช่องทางออกของเปลือกผล

5.2.3. ชุดกะเทาะเมล็ดสับดู้อ

เนื่องจากความเร็วรอบและ ระยะห่างของลูกกลิ้งทั้งสองชุดยังไม่ดีพอ คือเนื้อในเมล็ดที่ได้รับการกะเทาะแตกเยาะเกินไป และมีความละเอียดมากทำให้ลำบากต่อการแยก ควรปรับเพิ่มขนาดความเร็วรอบและระยะห่างลูกกลิ้งเพื่อการกะเทาะได้ดียิ่งขึ้น

5.2.4. ชุดคัดแยกเมล็ดเนื้อในเสปูด้าออกจากเปลือก เนื่องจากปากของ โบลว์เวอร์มีลักษณะ กว้าง ลมที่ออกมาจึงกระจายมากเกินไปควรลดขนาดของปากโบว์เวอร์ และทำให้ยาวมากขึ้นเพื่อลมที่ ออกมาจะได้เป่าแยกเปลือกได้อย่างมีประสิทธิภาพ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1]. โครงการการศึกษาความเป็นไปได้-ของการปลูกพืชน้ำมันและพัฒนารูปแบบการผลิตพลังงานจากพืชแบบครบวงจรในพื้นที่ตัวอย่างในภาคเหนือ เรื่อง สบู่ดำ
<http://www.kasetcity.com/Thaibioenergy/Sope/QAview.asp?id=9> (เปิดวันที่ 16 มีนาคม 2553)
- [2]. นายยุทธศาสตร์ โคตรณรงค์ นายรวิภัทร ลากเจริญสุขและ นายเอก เอี่ยมประชา, 2549. การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะเปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. , นายรัชชชัย จิตสม นายอดิศักดิ์ งามชัด และ นายอมรศักดิ์ งามชัด, 2550 การออกแบบและสร้างเครื่องกะเทาะ เปลือกผลและเปลือกเมล็ดสบู่ดำ. ปรินญาณิพนธ์วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [3] วรวิทย์ อึ้งภากร , ชาญ ถนัดงาน 2522 . การออกแบบเครื่องจักรกล 1 . กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
- [4] ชีรพงษ์ ผลโพธิ์ , เอกสารประกอบการสอนวิชาการระบบงานทางวิศวกรรมเกษตร , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- [5] วรวิทย์ อึ้งภากร , ชาญ ถนัดงาน 2522 . การออกแบบเครื่องจักรกล 2 . กรุงเทพฯ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
- [6] วัชร เพิ่มชาติ , เอกสารประกอบการสอนวิชา Fan , Pumps and Air Compressors , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .
- [7] ปานมนัส ศิริสมบุญ , พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ , สาทิป รัตนภาสกร 2538 . สมบัติทางกายภาพและวิศวกรรมของชีวะวัสดุ . วิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

ตารางการส่งกำลังของสายพานขนาดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d _p (mm)	n _ข	ความเร็วรอบของข้อสายพานเหล็ก n (rpm)										
		700	800	950	1000	1200	1450	1800	2000	2400	2850	3200
		สมรรถนะในการส่งกำลังคือ ปริมาณ P _R (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	6.13	6.46	6.50
	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	7.12
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 N₁

L _p	942	1042	1142	1292	1442	1642	1842	2042	2282	2592	2842	3192
N ₁	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 _p	3592	4042	4542	5042	5642	6342						
N ₁	1.10	1.13	1.15	1.18	1.20	1.23						

ความยาวคดซ์ที่แก้ไข L_p = L₁ + 43(mm)

L ₁	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 สมรรถนะในการส่งกำลังของสายพานลิ่มหน้าตัด "B"

ต่อเส้น PR (kw) สำหรับสายพานยาว L_p = 2282 mm. และส่วนโค้งสัมผัส α = 180° [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้